

ANNEXE

4-20 *ÉTUDES ARCHÉOLOGIQUES (ATELIER CHRISTIAN THIFFAULT, MTQ, ARTEFACTUEL ET IRHMAS) (SUITE)*

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Projet de reconstruction du pont de
l'Île-aux-Tourtes

Étude des besoins – Volet archéologie
Préparé par : Frank Rochefort, archéologue

Mars
2020



TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | INTRODUCTION..... | 2 |
| 2. | LOCALISATION GÉNÉRALE DE LA ZONE D'ÉTUDE..... | 3 |
| 2.1. | LIMITES DE LA ZONE D'ÉTUDE..... | 3 |
| 3. | MÉTHODOLOGIE | 6 |
| 3.1. | POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE AMÉRINDIEN | 6 |
| 3.2. | POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE HISTORIQUE..... | 7 |
| 4. | GÉOGRAPHIE DE LA ZONE D'ÉTUDE..... | 8 |
| 4.1. | CONTEXTE PALÉOENVIRONNEMENTAL ET ENVIRONNEMENTAL | 8 |
| 4.2. | HABITABILITÉ ET RESSOURCES DU TERRITOIRE | 14 |
| 5. | OCCUPATION AMÉRINDIENNE DU TERRITOIRE | 16 |
| 5.1. | PALÉOINDIEN ANCIEN (12 500 À 11 500 ANS A.A.) ET RÉCENT (11 500 À 9 000 ANS A.A.)..... | 16 |
| 5.2. | ARCHAÏQUE ANCIEN (11 500 À 8 800 ANS A.A.) | 17 |
| 5.3. | ARCHAÏQUE MOYEN (8 800 À 6 800 ANS A.A.)..... | 18 |
| 5.4. | ARCHAÏQUE RÉCENT (6 800 À 3 000 ANS A.A.)..... | 18 |
| 5.5. | SYLVICOLE INFÉRIEUR (3 000 À 2 400 ANS A.A.) | 19 |
| 5.6. | SYLVICOLE MOYEN (2 400 À 1 000 ANS A.A.)..... | 20 |
| 5.7. | SYLVICOLE SUPÉRIEUR (1 000 À 400 ANS A.A.)..... | 22 |
| 5.8. | AMÉRINDIEN HISTORIQUE (1500 À AUJOURD'HUI)..... | 25 |
| 6. | PÉRIODE HISTORIQUE..... | 29 |
| 6.1. | 1608 À 1760 : LES PREMIÈRES EXCURSIONS EUROPÉENNES | 29 |
| 6.1.1. | <i>Création de la seigneurie de Vaudreuil et de la mission de l'île aux Tourtes.....</i> | 29 |
| 6.1.2. | <i>Développement seigneurial du village de Senneville (1672-1825)</i> | 33 |
| 6.2. | 1760 À 1950 | 34 |
| 6.2.1. | <i>Urbanisation de l'île aux Tourtes.....</i> | 34 |
| 6.2.2. | <i>Construction de la ligne du grand Tronc et villégiature</i> | 35 |
| 6.3. | CONSTRUCTION DE L'AUTOROUTE 40 ET DU PONT DE L'ÎLE-AUX-TOURTES (1963-1967)..... | 36 |
| 6.4. | DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL (1965 À AUJOURD'HUI)..... | 36 |
| 7. | ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES EN ARCHÉOLOGIE..... | 38 |
| 7.1. | CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE DES SITES À COMPOSANTES PRÉHISTORIQUES DE LA ZONE DE PROXIMITÉ | 42 |
| 7.2. | SITE ARCHÉOLOGIQUE DE LA MISSION DE L'ÎLE AUX TOURTES (BiFl-5) | 42 |
| 8. | ANALYSE..... | 44 |
| 8.1. | SECTEURS DE LA ZONE D'ÉTUDE | 44 |
| 8.1.1. | <i>Secteur 1 : Île aux Tourtes</i> | 44 |
| 8.1.2. | <i>Secteur 2 : Lac des Deux Montagnes</i> | 46 |
| 8.1.3. | <i>Secteur 3 : Île Girwood.....</i> | 48 |
| 8.1.4. | <i>Secteur 4 : Rive est du lac des Deux Montagnes</i> | 55 |
| 8.1.5. | <i>Secteur 5 : Intérieur des terres, Senneville.</i> | 58 |
| 8.2. | POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE PRÉHISTORIQUE | 60 |
| 8.3. | POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE HISTORIQUE..... | 68 |
| 9. | RECOMMANDATIONS | 71 |

1. INTRODUCTION

L'élaboration d'un projet routier prend en compte une multitude de facteurs qui peuvent affecter le milieu naturel et le milieu humain (impacts sur la faune et la flore, impacts sur la circulation, la qualité de vie, etc.). Dans cette optique, l'élaboration d'un projet routier doit tenir compte des possibles conséquences du projet sur les ressources archéologiques, qui représentent le patrimoine et la mémoire matérielle des groupes qui nous ont précédés. L'analyse des impacts que peut avoir un projet sur la ressource archéologique se fait grâce à une étude du potentiel archéologique du secteur à l'étude.

Dans le cadre de l'étude d'opportunité, le ministère des Transports étudie des scénarios d'intervention majeure au pont de l'Île-aux-Tourtes sur l'autoroute 40, permettant de joindre l'île de Montréal dans le secteur Senneville avec la ville de Vaudreuil-Dorion, en passant par-dessus le lac des Deux Montagnes. Cette infrastructure majeure et essentielle à la circulation, dont la construction a débuté en 1964, arrive à la fin de sa vie utile. Divers scénarios dont la réfection et la reconstruction sont à l'étude et aucun n'est retenu pour le moment. L'étude de potentiel archéologique doit donc tenir compte de cette réalité¹.

L'étude de potentiel archéologique est divisée en 9 sections. Les sections 2 et 3 sont consacrées à la présentation de la méthodologie qui sera appliquée dans le cadre de l'étude et à la délimitation de la zone d'étude servant à la collecte des données et à la détermination des zones à potentiel archéologique. La section 4 est consacrée à la présentation des données géographiques actuelles et anciennes de la zone d'étude, alors que les sections 5 et 6 présentent l'état des connaissances sur l'occupation amérindienne et historique du territoire. La section 7 présente les données archéologiques actuellement connues à l'intérieur de la zone d'étude, alors que la section 8 présente l'analyse des données et le potentiel archéologique du territoire. Finalement, la section 9 présente les recommandations.

¹ L'étude sur le potentiel archéologique a été réalisée principalement entre 2015 et 2017, dans le cadre de l'étude d'opportunité, afin de déterminer les investigations archéologiques pertinentes pour le projet. La rédaction de l'étude a toutefois été finalisée en 2020.

2. LOCALISATION GÉNÉRALE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le projet (154-15-1176) consiste en une intervention majeure au pont de l'Île-aux-Tourtes sur l'autoroute 40, afin d'assurer la pérennité du lien interrives. Le projet est sous la responsabilité de la direction des projets routiers stratégiques. Celui-ci se situe près et au-dessus du lac des Deux Montagnes, entre les régions administratives de la Montérégie (16) (à l'est) et celle de Montréal (06) (à l'ouest) (figure 1). L'ouest du projet se situe dans la municipalité régionale de comté (MRC) de Vaudreuil-Soulanges, en plus de correspondre à la circonscription électorale de Vaudreuil et à la municipalité de Vaudreuil-Dorion. L'est fait partie de la MRC de l'agglomération de Montréal et s'inscrit dans la circonscription électorale de Jacques-Cartier et le Village de Senneville.

2.1. Limites de la zone d'étude

Afin de réaliser la collecte des données et l'analyse des impacts que celle-ci peut avoir sur le projet, deux zones d'études ont été déterminées.

La première zone est la zone d'étude élargie, d'un rayon de 2 km autour du projet. Les données issues de cette zone n'ont pas forcément un impact sur le projet, mais offrent des éléments pertinents à l'élaboration du potentiel archéologique de la zone restreinte.

La seconde zone est la zone d'étude restreinte, celle-ci fut fixée dès le départ du projet et s'étend sur une distance de 100 m de part et d'autre de l'autoroute 40, entre l'île aux Tourtes et l'échangeur Anciens-Combattants. L'ensemble du terrain du 140 chemin de Senneville fut également inclus dans la zone restreinte. C'est à l'intérieur de cette zone que les zones à potentiel archéologique ont été délimitées, puisqu'elles peuvent être affectées par la réalisation du projet routier 154-15-1176 (figure 2).

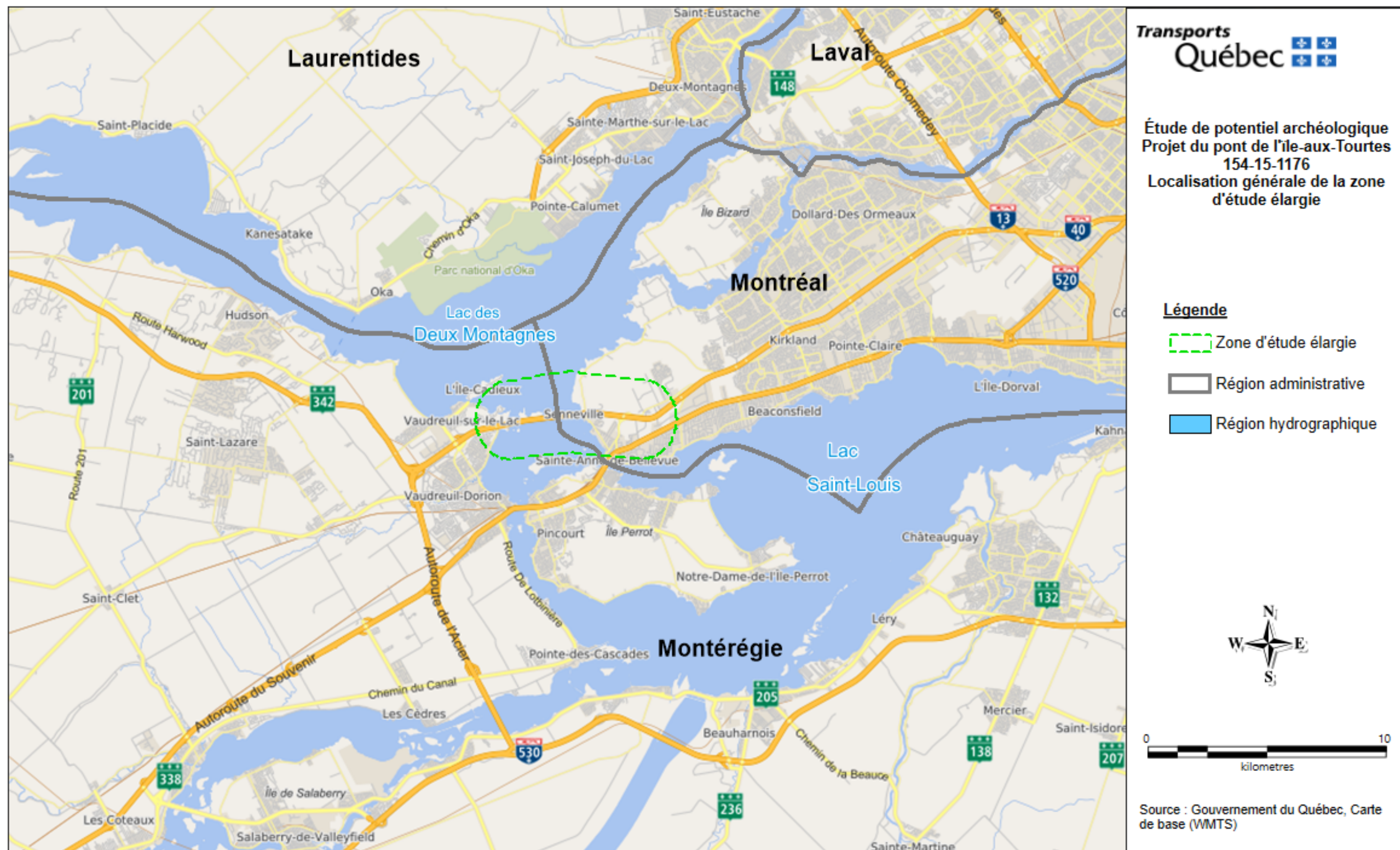


Figure 1 : Localisation générale du projet de réfection majeure et des zones d'études élargies.

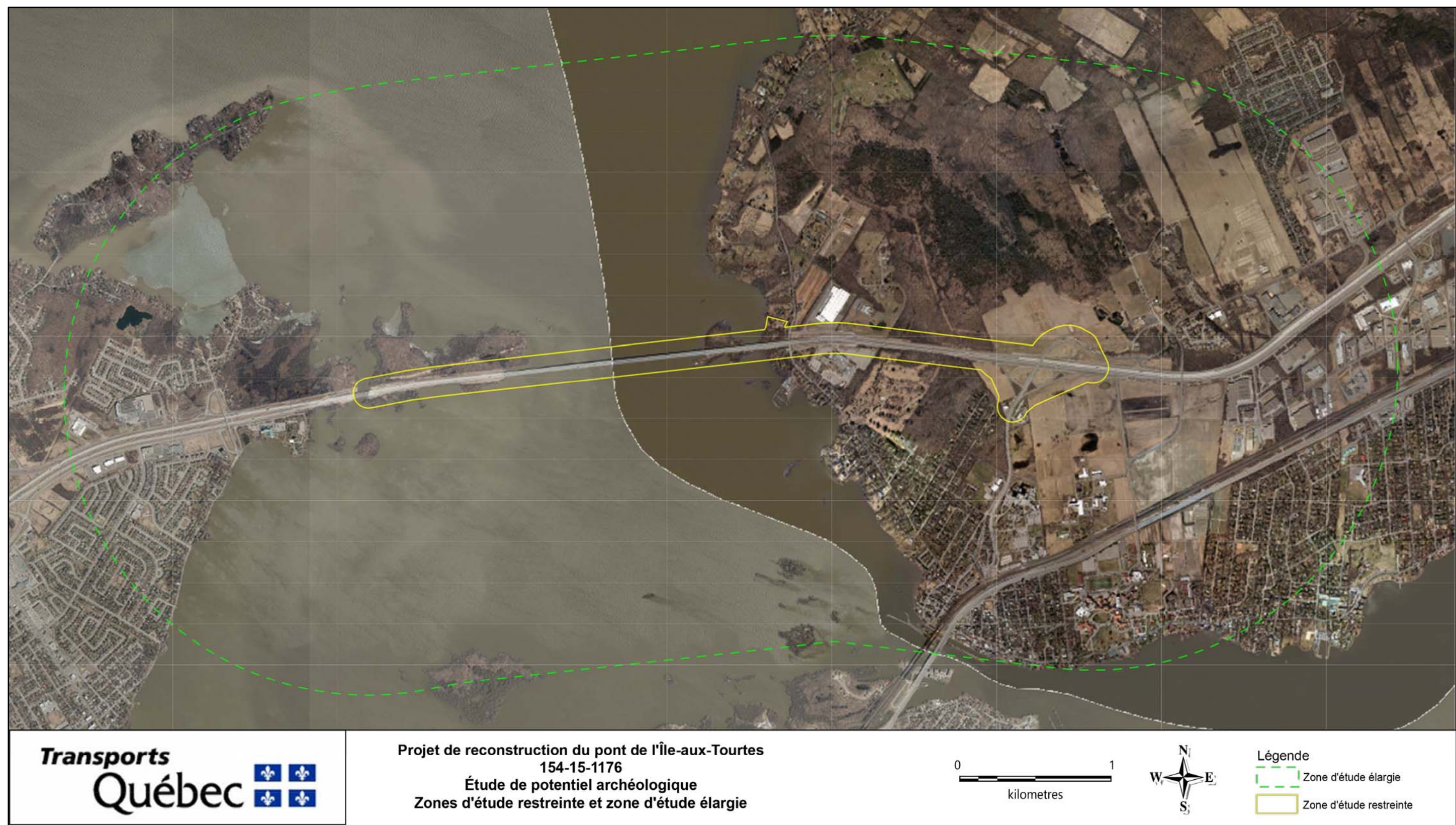


Figure 2 : Localisation du projet de réfection majeure et des zones d'études restreinte et élargie.

3. MÉTHODOLOGIE

L'étude de potentiel archéologique vise à déterminer physiquement des espaces d'intérêt, à l'intérieur desquels il est possible de mettre aux jours des vestiges associés à l'occupation ancienne du territoire. Bien qu'actuellement près de 10 000 sites archéologiques soient répertoriés au Québec, ce nombre représente un faible pourcentage des sites archéologiques présents sur le territoire. Le territoire couvert par les travaux archéologiques réalisés à ce jour est faible, et souvent guidé par la réalisation de travaux ayant un impact sur le territoire (travaux routiers, réalisation de barrages, etc.). De ce fait, les travaux archéologiques sont rarement guidés à la base par une préoccupation de recherche et d'acquisition des connaissances, mais par le souci de protéger ce patrimoine fragile. Ces éléments font en sorte que la découverte et la protection de nouveaux sites archéologiques ne peuvent se faire qu'avec de nouvelles recherches et de nouvelles découvertes, qui permettent d'améliorer notre connaissance des groupes qui ont fréquenté ce vaste territoire et ainsi de mieux prédire l'emplacement d'autres sites.

L'occupation du territoire québécois remonte à près de 10 000 ans avant aujourd'hui. Au cours de ce temps, les divers groupes autochtones qui ont fréquenté le territoire ont dû s'adapter à des environnements changeant sous l'effet de la déglaciation, de nouveaux écosystèmes ainsi que de nouveaux climats. Ces divers changements ont entraîné des adaptations, des changements au niveau de l'occupation du territoire, de l'outillage, de la vision du monde et de sa compréhension chez les groupes autochtones. Il en résulte qu'au fil du temps, la façon dont ils ont d'occuper le territoire et de l'exploiter change. L'arrivée des Européens bouleverse également ce monde, mais amène aussi une nouvelle façon d'occuper et d'exploiter ce vaste territoire. Ces différences d'occupation du territoire ont donc une incidence directe sur la façon de déterminer le potentiel archéologique d'un territoire en fonction des groupes qui l'ont occupé.

3.1. Potentiel archéologique amérindien

Tel que le mentionne Arkéos (2013 : 5), l'objectif qui est visé lors du travail d'analyse du potentiel archéologique préhistorique est de catégoriser des espaces géographiques, afin de déterminer des zones à l'intérieur desquelles il existe une probabilité de mettre au jour des vestiges d'occupation humaine. La circonscription dans l'espace de ces zones se fait à partir de deux prémisses, soit les critères de sélection des lieux d'établissement ou d'activités chez les groupes anciens et le choix de secteurs où il est possible de réaliser une recherche archéologique. « *Il faut comprendre que l'emplacement d'un site archéologique résulte de choix et non du hasard. Ces choix sont guidés par plusieurs critères, qu'ils soient sociaux, culturels ou économiques* » (Arkéos 2013 : 5).

Afin de pouvoir établir le potentiel d'occupation, il faut donc avoir une connaissance de ces critères. L'acquisition de ces connaissances se fait par l'étude des banques de données du ministère de la Culture et des Communications sur l'emplacement des sites

archéologiques connus dans la zone d'étude. L'information contenue permet de cibler les cultures en présence, et ainsi retourner dans la littérature afin de dresser un portrait des schèmes d'établissement. L'ethnohistoire apporte également une source d'information importante sur l'occupation du territoire par les groupes autochtones qui étaient présents et fréquentaient le territoire à l'arrivée des Européens. Les informations sur les sols archéologiques (types de dépôts, compacités, etc.) permettent de comprendre les caractéristiques environnementales qui ont guidé le choix d'un emplacement.

3.2. Potentiel archéologique historique

La détermination du potentiel archéologique historique se fait différemment du potentiel archéologique amérindien. En archéologie historique, on détermine le potentiel d'un secteur à partir des documents d'archives. Les plans anciens et leur superposition sur la trame moderne (plans polyphasés) permettent de voir l'évolution de la trame urbaine de la zone d'étude et de déterminer les endroits les plus propices afin de mettre au jour des vestiges de l'occupation historique. L'étude des chaînes de titre et des marchés de construction liés à un terrain donné permettent de voir l'évolution du bâti et d'élaborer des hypothèses de recherche.

4. GÉOGRAPHIE DE LA ZONE D'ÉTUDE

4.1. Contexte paléoenvironnemental et environnemental

Dans la zone d'étude élargie, le retrait de l'Inlandsis laurentidien s'est effectué entre 13 100 et 13 000 années sidérales avant aujourd'hui (11 000 ans ^{14}C) (Richard 2009). À la suite de ce retrait, la zone a entièrement été recouverte par les eaux de la mer de Champlain, puis du lac Lampsilis. On distingue principalement trois phases de retrait de ce lac de la vallée du Saint-Laurent² (Bellavance 2012): le stade de Rigaud (60 mètres), vers 9 800 ans ^{14}C , le stade de Montréal (31 mètres), vers 8 800 ans ^{14}C , et le stade de Saint-Barthélemy (15 mètres) vers 8 000 ans ^{14}C . À l'intérieur de la zone restreinte au projet, les altitudes oscillent entre 24 et 48 mètres. L'exondation des terres semble donc débuter pendant le stade de Rigaud et se terminer peu après le stade de Montréal, lequel daterait d'environ 8 800 ans ^{14}C , soit autour de 10 000 ans A.A. en années sidérales (Bellavance 2012 et Lamarche 2006). Les altitudes de la terrasse de 44 à 50 mètres située au nord-ouest de la zone élargie suggèrent qu'elle pourrait être associée à l'intervalle entre le stade de Rigaud et celui de Montréal. À un taux de relèvement isostatique régulier pendant cet intervalle de 1000 années ^{14}C , cette terrasse aurait été entièrement exondée vers 9250 ans ^{14}C , soit vers 10 500 ans A.A. en années sidérales. Ailleurs dans la zone restreinte, les altitudes de la terrasse de 23 à 36 mètres suggèrent que l'exondation semble se produire essentiellement pendant le stade de Montréal. La totalité des terres exondées aujourd'hui pourrait l'avoir été vers 8 400 ans ^{14}C , soit environ 9 500 ans A.A. en années sidérales.

Vers 9 000 ans ^{14}C , les environs du lac Lampsilis, près de la zone élargie, sont caractérisés par la présence d'un biome végétal de forêt boréale. Cet environnement est graduellement remplacé par un biome de forêt mixte, en place vers 8 000 ans ^{14}C , soit le même type de biome que celui qu'on y retrouve actuellement (figures 3 et 4) (Dyke 2005). En années sidérales, l'intervalle entre ces deux millénaires va de 10 200 ans A.A. à 8 980 ans A.A. (Dyke et al. 2003). Cette région, qui fait partie de l'unité de paysage de Montréal, est associée au domaine bioclimatique de l'érablière à caryer cordiforme. Sur les sommets bien drainés, on retrouve des colonies d'érablières à tilleul et chênes rouges, alors que sur les sites mal drainés on retrouve des prucheraies. De nombreuses tourbières éparses sont recensées dans la zone d'étude élargie. Le climat est de type modéré subhumide continental qui est parmi les plus doux de la province. La température annuelle moyenne est de 5°C avec une saison de croissance de 180 à 190 jours, des

² Bellavance, Denis (2012), Synthèse des événements quaternaires dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs. En ligne : ftp://ftp.mddelcc.gouv.qc.ca/DONNEES_OUVERTES/Cadre_ecologique_reference/CERQ_Publications/Bellavance2012_Synthese_des_evenements_quaternaires_dans_les_basses_terres_du_Saint-Laurent.pdf

précipitations annuelles moyennes de 900 à 1000 mm, et un couvert neigeux de 200 à 250 cm (Robitaille et Saucier 1998).

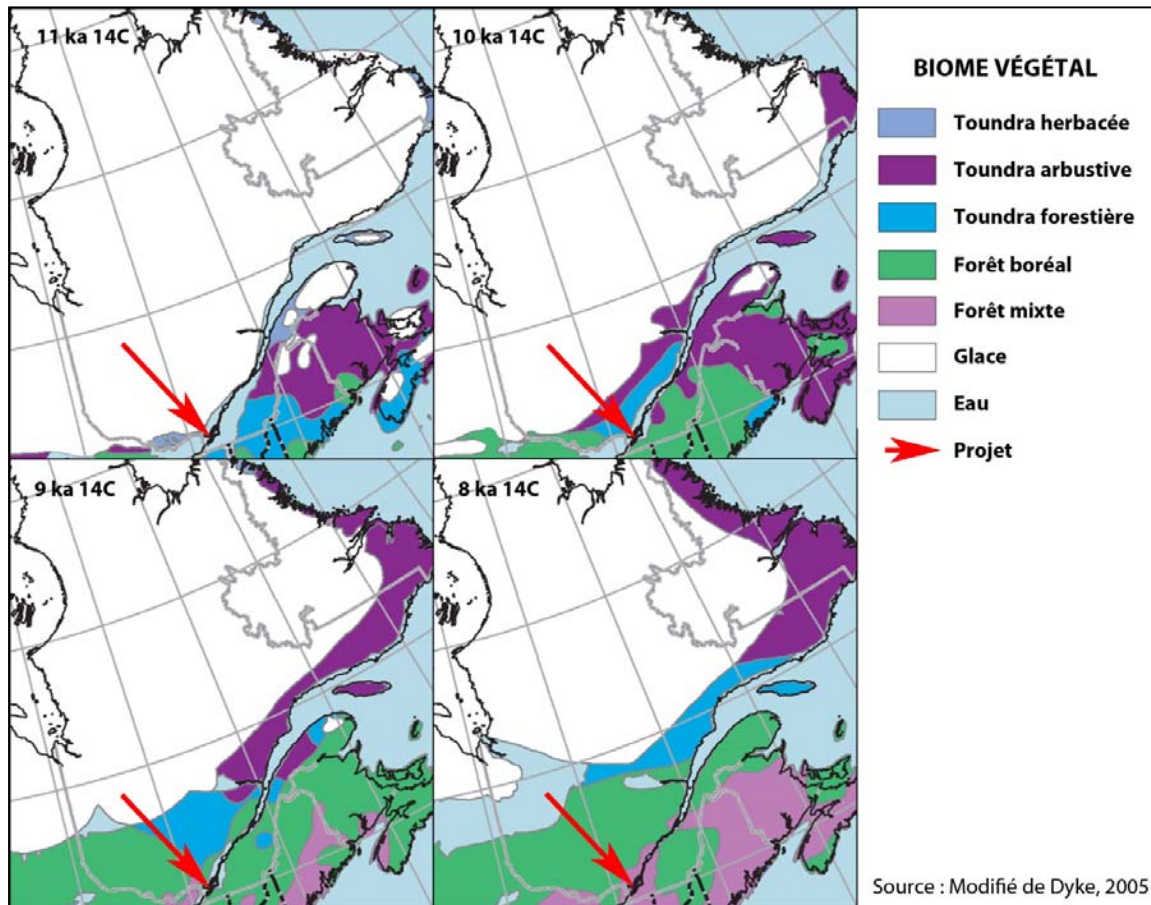


Figure 3 : Recul du front glaciaire et mise en place des biomes entre 11 000 ans ^{14}C et 8 000 ans ^{14}C .



Figure 4 : Recul du front glaciaire dans la zone d'étude vers 13 000 A.A.

La zone restreinte au projet est entièrement située au cœur de la province géologique de la plate-forme du Saint-Laurent. À l'échelle régionale, le secteur à l'ouest du lac des Deux Montagnes est formé de conglomérats, grès grossiers arkosique et de grès quartzitique datant du Cambrien³, alors que le secteur à l'est est plutôt formé de dolomie massive homogène ou fortement laminée, calcaire cristallin et shale de l'ordovicien inférieur⁴.

Les données morpho-sédimentologiques du portail SIGEOM illustrent que pour la zone restreinte au projet, à l'ouest du lac des Deux Montagnes, le roc est majoritairement couvert de dépôts sédimentaires glaciomarins fins d'eau peu profonde et de till de couverture généralement continu, sauf exception. Une zone de sédiments organiques indifférenciés est aussi présente ainsi qu'une zone de roche sédimentaire associée à du grès qui fut exploité pour la production de pierres concassées. En ce qui a trait à la zone d'étude restreinte, couverte par les données du portail SIGEOM, on n'y retrouve que des tills en couverture généralement continue (Figure 5).

Les données pédologiques de l'institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) indiquent que pour la zone élargie, la terrasse de 23 à 36 mètres est principalement couverte d'argiles, de loams et de loam sableux modérément bien drainé à bien drainé, alors que la terrasse de 44 à 50 mètres est recouverte de sable limoneux, loam sableux et argiles offrant un drainage imparfait. Le secteur est de la zone restreinte, quant à lui, se caractérise par des dépôts plus diversifiés allant d'argiles mal drainées à des sables modérément bien drainés. En ce qui a trait au secteur ouest de la zone élargie, elle comporte une faible proportion de loam sableux bien drainés, correspondant aux tills continus identifiés sur le portail SIGEOM, et une forte proportion d'argiles mal drainées. Cependant, ces argiles sont toutes identifiées en dehors de la zone d'étude restreinte (figure 6).

³ « La région a été le site d'une exploitation de niobium entre 1961 et 1966 (St. Lawrence Columbium, à Oka). Une zone radioactive a été décelée par l'auteur près de Rigaud. Deux carrières produisent de la pierre de construction et

plusieurs sablières sont en exploitation. » (http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1103_index?format=COMPLET&type_reqt=U&mode=NOUVELLE&l=F&entt=LG&numr_utls=3088036&alias_table_crit=EXADOC&mnen_crit=NUMR_RAPR&oper_crit=EGAL&valr_crit=RG%20199)

⁴ « La région est connue pour ses nombreuses carrières où l'on exploite le calcaire, la dolomie ou le grès servant à la fabrication de ciment, d'abrasifs, d'agréats, de pierres ornementales, etc. ». Des échantillons de quartzites on fait

l'objet d'analyse (sources : http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1103_index?format=COMPLET&type_reqt=U&mode=NOUVELLE&l=F&entt=LG&numr_utls=3088036&alias_table_crit=EXADOC&mnen_crit=NUMR_RAPR&oper_crit=EGAL&valr_crit=MM%2084-02)

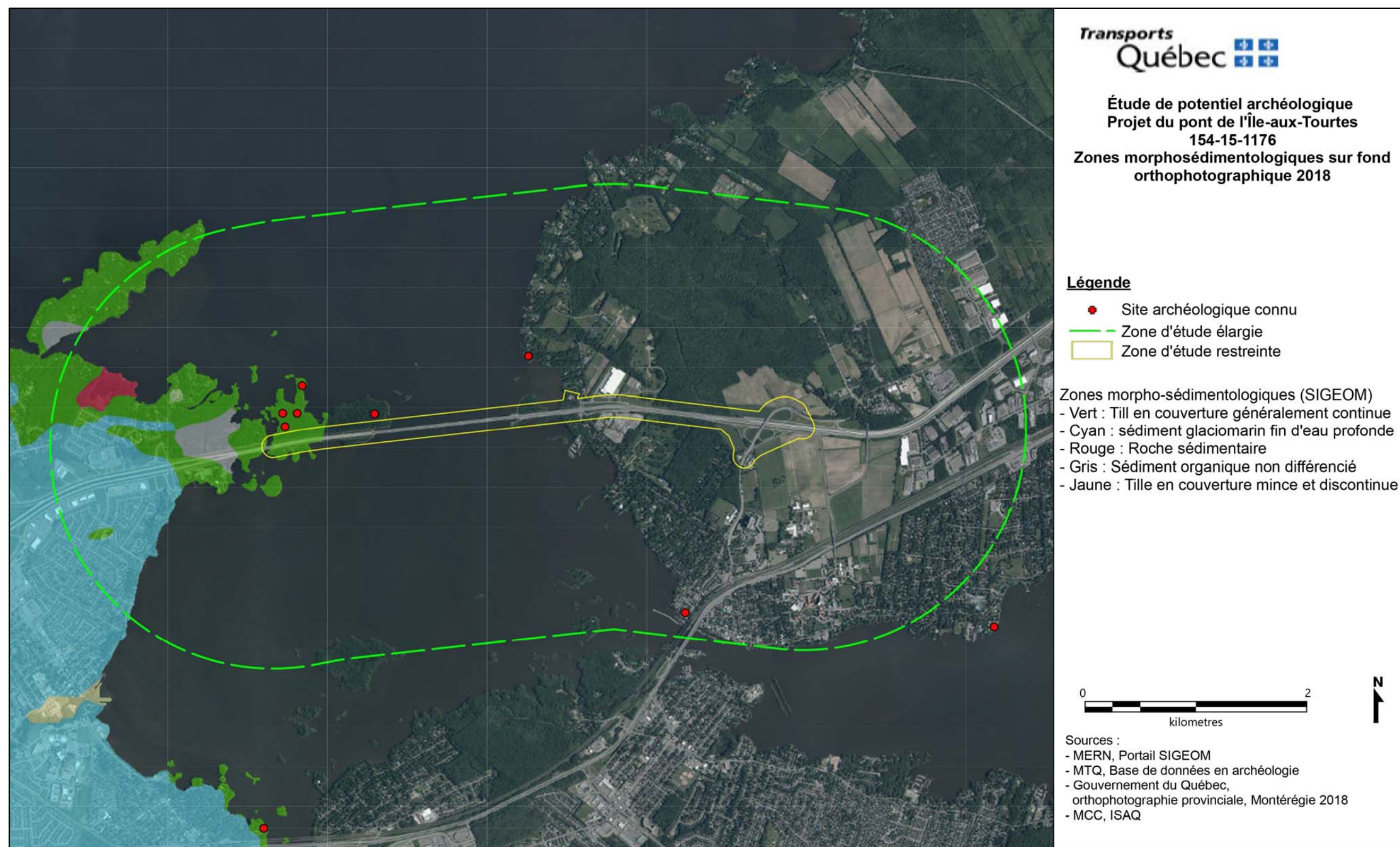


Figure 5 : Zones morphosédimentologiques sur fond orthophotographique

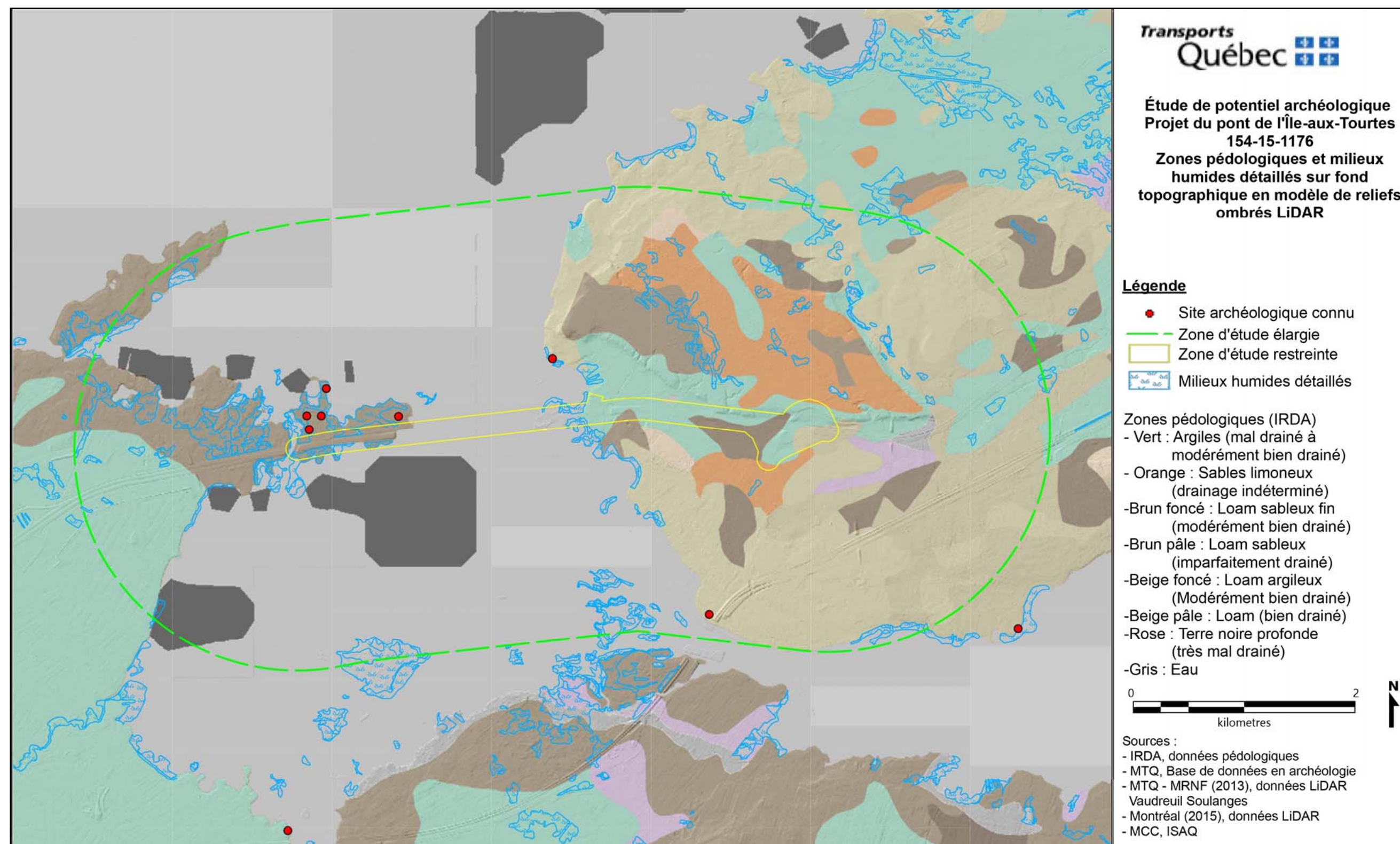


Figure 6 : Zones pédologiques et milieux humides

4.2. Habitabilité et ressources du territoire

Les données paléoenvironnementales consultées suggèrent que l'habitabilité du territoire est possible sur la terrasse de 44 à 50 mètres avant 8 800 ans ¹⁴C, soit avant 10 000 ans A.A. en années sidérales. Cette terrasse, située à l'ouest de l'île de Montréal, a probablement fait partie d'un haut fond, puis formé une île érodée peu à peu par les eaux environnantes. À ce moment, la forêt mixte semble déjà en place dans la région. Cependant, selon les données de l'IRDA, les sols de cette terrasse offrent un drainage faible. Ces sols pourraient être propices à une occupation humaine seulement pendant la période estivale, au moment où la nappe phréatique est basse et les sols asséchés naturellement. Cependant, le caractère probablement isolé de ce secteur, au milieu des eaux du lac Lampsilis, est susceptible de réduire le potentiel d'une occupation humaine antérieure à la phase de Montréal.

La terrasse de 23 à 36 mètres semble devenir habitable aux environs de 8 800 ans ¹⁴C, soit un peu après 10 000 ans en années sidérales. Il est néanmoins probable que les berges présentes à cette époque aient connu d'importantes modifications en raison de l'érosion provoquée par les eaux du lac des Deux Montagnes. Il est donc possible que des traces d'occupation ancienne aient été détruites le long des berges du lac. La présence de dépôts meubles sur la quasi-totalité de la zone élargie rend peu probable l'exploitation des sources de matière première lithique à même le roc, qui ne semble pas affleurer naturellement, au cours de la paléohistoire autochtone. Il n'est théoriquement pas exclu que des pierres et blocs provenant du till glaciaire puissent avoir été exploités tant au cours de la paléohistoire que de l'histoire récente. Le roc semble avoir été exploitable pendant la période historique, comme en témoigne la présence d'une carrière de grès abandonnée ayant au moins eu pour fonction la production de pierres concassées.

Les ressources forestières du secteur sont favorables à la pratique d'activités de subsistance comme la collecte de sève d'érable et la cueillette de fruits sauvages. Elle offre aussi des matériaux exploitables tant pour une occupation paléohistorique qu'historique. Aucune donnée sur la paléofaune ou la faune actuelle n'a été identifiée pour la zone élargie, mais il y a tout lieu de considérer qu'une grande diversité de ressources halieutiques, aviaires et terrestres ait fréquenté le secteur, tant au cours de la paléohistoire que de l'histoire récente. La présence d'aires de concentration d'oiseaux aquatiques (oies, bernaches, canards), d'une héronnière (grand héron, bihoreau gris, grande aigrette) et d'un habitat du rat musqué au nord de l'autoroute 40⁵, ainsi que la

⁵ Gouvernement du Canada, Base de données canadienne sur les aires protégées et de conservation. En ligne : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/reserves-nationales-faune/base-donnees-aires-protgees-conservation.html#toc1>

présence du refuge d’oiseaux migrants de Senneville sur la pointe ouest de l’île de Montréal viennent appuyer cette hypothèse.⁶

⁶ Gouvernement du Québec, Ministère des Forêts, Faunes et Parcs. Habitats fauniques protégés, cartographiés. Ressources WMS via le portail IGO Transports, couche *Faune/Territoire structuré-Habitat faunique*.

5. OCCUPATION AMÉRINDIENNE DU TERRITOIRE

Afin de pouvoir déterminer le potentiel archéologique d'un secteur donné, il est important de connaître le mode d'occupation du territoire des cultures qui l'ont fréquenté. L'état actuel de ces connaissances est dû aux recherches effectuées sur les sites archéologiques connus, mais également grâce à la masse de données ethnohistoriques accumulées lors des premiers contacts entre les colons européens et les groupes autochtones fréquentant le territoire (tableau 1).

Les connaissances acquises à ce jour ont permis de diviser l'occupation humaine ancienne en trois périodes, elles-mêmes subdivisées. La séquence culturelle que nous présentons ici est celle qui rejoint le plus grand consensus dans la communauté archéologique, sans faire l'unanimité. Lorsque nécessaire, il est fait mention des opinions divergentes. Cette séquence, bien que globale pour l'occupation du territoire québécois, ne s'applique pas partout. Selon les données d'émersions des terres, ce ne sont pas tous les endroits du Québec qui étaient accessibles à l'établissement humain il y a environ 12 000 ans. De plus, bien que la période sylvicole marque la sédentarisation des groupes iroquoiens vivants autour des Grands Lacs et dans la vallée du Saint-Laurent, ce schème d'établissement ne s'applique pas partout au Québec, les groupes algonquins adoptant toujours un mode de vie nomade.

5.1. Paléoindien ancien (12 500 à 11 500 ans A.A.) et récent (11 500 à 9 000 ans A.A.)

Cette période est marquée par l'arrivée des premiers groupes amérindiens dans le sud du Québec, à la suite du retrait de l'Inlandis laurentidien et de l'exondation des terres vers 13 500 A.A. au sud du Québec. Dans la région à l'étude, les plus hautes terrasses sont accessibles vers 10 500 A.A. En Estrie, le site archéologique Cliche-Rancourt (BiEr-14) est le seul témoin de cette période au Québec. Celui-ci a livré des témoins archéologiques pouvant remonter jusqu'à 12 500 ans A.A. (Chapdelaine. 2007). Les groupes de chasseurs-cueilleurs vivaient de la chasse aux gros mammifères tels le caribou au Québec. L'outillage se démarque par la présence de pointe de lance à cannelure (pointes de types clovis et de type folsom). La matière première de prédilection pour le façonnage des outils est le chert, mais on constate sur le site Cliche-Rancourt un usage important de la rhyolite du New Hampshire (Chapdelaine. 2007 : 110). Cette matière première est présente également sur de nombreux sites du Maine et du Massachusetts. Le site CeEt-657 sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent dans la région de Québec témoignerait quant à lui de la phase dite Holcombe-Nicholas (10 100 à 9 400 ans A.A.) (Pintal 2002 : 51).

Au Québec, c'est surtout la phase du paléoindien récent qui est attestée. À cette époque, les groupes délaissent la technologie des pointes à cannelure. Des groupes de chasseurs issus de la tradition plano occupèrent graduellement le sud du territoire québécois. Des manifestations culturelles de cette tradition ont été mises au jour en Gaspésie, au Bas-Saint-Laurent, à l'embouchure du Saguenay, dans la région de Québec et en Estrie

(Benmouyal 1987, Chapdelaine et Dumont 1994, Ethnoscop 1995 et 1996, Archambault 1998, Pintal 2002, Plourde 2010, Arkéos 2013, Graillon 2018). Les pointes de la tradition plano sont caractérisées par des retouches parallèles.

Sur le site Cliche-Rancourt, ont été mises au jour des pointes d'un style ressemblant à celles du type Agate Bassin datant du paléoindien récent (Chapdelaine 2007, Graillon 2018 : 60). Ces pointes sont élancées et présentent un faible pédoncule. On remarque sur les sites de Brompton et à Weedon, mais également en Gaspésie et dans le Bas-Saint-Laurent, l'apparition d'un autre type de pointe, soit celle de type Sainte-Anne-Varney (Graillon 2018 : 60). En Gaspésie, des indices laissent croire que la tradition Agate Bassin aurait perduré jusqu'à vers 8 800 A.A. (Graillon 2018 : 60). Si tel est le cas, ces groupes pourraient donc appartenir à deux vagues distinctes d'occupation du territoire (Graillon et coll. 2013). Tout comme les groupes du paléoindien ancien, ceux du paléoindien récent vivent de la chasse aux mammifères terrestres tels le caribou et de cueillette. Leur présence à l'embouchure du Saguenay laisse croire qu'ils ont pu également exploiter les ressources marines. Il est toutefois impossible de dire s'il s'agissait d'un apport important.

5.2. Archaïque ancien (11 500 à 8 800 ans A.A.)

Dès le milieu du paléoindien, on remarque de nouveaux sites archéologiques, présentant des caractéristiques différentes de ceux du paléoindien. Ceci marque le début d'une nouvelle période, celle de l'Archaïque, qui se divise en trois phases, soit l'Archaïque ancien, moyen et récent. Pendant cette période, de nombreux changements surviendront chez les groupes autochtones qui fréquentent le territoire.

Le premier clivage que l'on remarque sur les sites de l'Archaïque ancien est l'utilisation de matières premières différentes que celles en usage au Paléoindien. Alors que le chert est principalement en usage pour la production des outils sur les sites du Paléoindien, à l'Archaïque ancien on remarque l'usage d'une multitude de matières premières, surtout le quartz, dont les qualités de taille sont très variables (Arkéos 2013 : 18). Ce changement au niveau des matières premières traduit également un changement technologique. Les pointes du paléoindien sont remplacées par des pointes à pédoncule. On remarque l'apparition de petits grattoirs sur éclats ainsi que de pièces esquillées. L'exploitation des ressources marines prend également une plus grande place dans l'alimentation (Archambault 1995, Plourde 1999 et Pintal 2000). C'est pendant l'Archaïque ancien que le secteur de Blanc-Sablon est occupé pour la première fois lors de l'apparition du complexe Letemplier (Pintal 2006). L'exploitation des mammifères marins (phoques, morses) et du caribou jouait une part importante dans la diète des groupes fréquentant le secteur (Pintal 2006 : 113). La présence humaine est également attestée à cette période à l'embouchure du Saguenay (Plourde 2006) et dans la région de Québec (Plourde 2006, Pintal 1998). Dans le cas de la région de Québec, le site CeEt-482 témoigne d'une

exploitation variée des ressources animales (tortues, oiseaux, phoques, castors et l'ours) (Plourde 2006 : 147).

5.3. Archaïque moyen (8 800 à 6 800 ans A.A.)

Au Québec, nos connaissances sur l'Archaïque moyen sont inégales. Cinquante-deux sites archéologiques sont répertoriés comme appartenant à cette période sur les 10 023 connus sur le territoire. De ce nombre, 37 sont répertoriés en Basse-Côte-Nord, dont 29 uniquement dans le secteur de Blanc-Sablon (ISAQ 2015). Les autres sites se concentrent dans le secteur de l'embouchure du Saguenay, dans la région de Québec (Pintal 2007) et en Estrie (ISAQ 2015).

On remarque sur les sites de cette période un usage répandu d'outillages en pierre polie (Arkéos 2013 : 18, Pintal 2006a, Langevin et al. 2013), qui amène l'apparition d'un nouvel outillage permettant le travail du bois, tels les haches, les herminettes et les gouges, mais qui contribue également à l'amélioration de l'exploitation des ressources marines (poids de filet) et des ressources terrestres (poids de propulseur, baïonnette) (Arkéos 2013 : 18). L'exploitation plus importante des ressources marines se voit également par l'adoption d'un outillage en os adapté à cet effet (Arkéos 2013 : 18).

5.4. Archaïque récent (6 800 à 3 000 ans A.A.)

On divise la période de l'Archaïque récent en deux stades, l'Archaïque laurentien et l'Archaïque post-laurentien. L'Archaïque laurentien s'étend de 6 800 à 4 500 ans A.A. et désigne des occupations de chasse et de pêche. Comme leurs ancêtres, ce sont des groupes nomades dont la vie est structurée par le changement des saisons (Chapdelaine et al. 2003 : 316). Ces groupes démontrent une bonne connaissance du territoire qu'ils exploitent. Les déplacements sur le territoire sont planifiés en fonction des pics d'abondance (Chapdelaine et al. 2003 : 316). Les réseaux d'échanges sont très structurés et permettent une circulation importante de divers biens, tels que le démontre le matériel archéologique mis au jour sur l'Île aux Allumettes (Chapdelaine et al. 2003). L'exploitation des végétaux, entre autres les noix, a une certaine importance comme en témoigne la présence de meules et de pilons sur le site de la Côte-Rouge (Pintal 2007 : 79-82). On fait usage d'un éventail d'objets usuels très large, telles les pointes taillées de type Brewerton, pointes en cuivres natifs, hameçon en os et en cuivre, aiguilles et alènes en os et en cuivre, haches, herminettes, poids de propulseur de lance en pierre polie, etc. (Chapdelaine et al. 2003). Les groupes de la phase Brewerton trouveraient leurs origines dans la région des Grands Lacs (Arkéos 2013 : 19, Chapdelaine et al. 1996).

Vers 4 500 ans A.A., un nouveau stade prend forme, celui de l'Archaïque post-laurentien, ou Archaïque terminal (Tâché 2010). On remarque que les groupes de l'Archaïque post-laurentien occupent le même territoire que les groupes de l'Archaïque laurentien, en plus de réoccuper souvent les mêmes sites (Arkéos 2013 : 19, Chapdelaine et al. 1996 : 49).

Le phénomène de réoccupation des sites est d'ailleurs manifeste sur l'île aux Tourtes, avec la présence d'occupation de l'Archaïque laurentien et post-laurentien (Archéotec 2004). Les sites présents sur l'île aux Tourtes nous en apprennent toutefois peu sur le type d'occupation, ceux-ci n'ayant pas fait l'objet de fouilles archéologiques. On distingue ces groupes de ceux de l'Archaïque laurentien par la présence de pointes taillées de type Lamoka et Susquenna. Dans la région de Québec, on remarque que les séjours sur les sites sont de plus longue durée (Pintal 2007 : 224)

Selon certains chercheurs, il est possible que les groupes de l'Archaïque laurentien soient les ancêtres des Iroquoiens du Saint-Laurent (Arkéos 2013 : 19, Tâché 2010 : 102, Tremblay 2007 : 17). Toutefois, d'autres argumentent que les importantes discontinuités entre le Sylvicole moyen ancien et le Sylvicole moyen tardif, comme nous le verrons plus loin, rendent hasardeux de voir un lien ancestral des Iroquoiens du Saint-Laurent au-delà du Sylvicole moyen tardif (Gates 2010).

5.5. Sylvicole inférieur (3 000 à 2 400 ans A.A.)

La phase du Sylvicole inférieur est marquée par des changements qui modifient le mode de vie de certains groupes autochtones. Le premier changement est d'ordre technologique. On voit apparaître sur les sites archéologiques de cette période les restes de contenants en argile cuite. Cette céramique autochtone, dont la pâte est grossièrement dégraissée, est assemblée au colombin et les parois sont lissées au battoir à corde. Celle-ci sert à la préparation et la conservation des aliments (Spence et al. 1990 : 128). Au fil du temps, celle-ci devient un véhicule stylistique et donc identitaire. La présence de céramique sur les sites autochtones en plus du nombre plus élevé de fosses servant à l'entreposage, laisse croire que ceux-ci devaient adopter un mode de vie plus sédentaire (Tâché 2010 : 102). Toutefois, comparativement à l'Ontario ou les États du Nord-est américain où l'on remarque des campements de plus grande envergure, on remarque qu'au Québec la grande majorité des camps restent de petites dimensions (Tâché 2010 : 103), montrant que le mode de vie est toujours axé sur la chasse, la pêche et la cueillette.

Cette phase est également marquée par l'apparition de sphères d'interactions couvrant un vaste territoire, alors qu'on voit dans les collections archéologiques un foisonnement des réseaux d'échanges. On remarque dans la région des Grands Lacs l'apparition d'une phase culturelle qui prend une expansion rapide en Ontario, mais qui se diffuse également le long de la vallée du Saint-Laurent au Québec, mais également dans le nord, dont les origines peuvent venir du complexe Glacial Kame en Ontario (Spence et al. 1990 : 129, Tâché 2010 : 104). La culture à l'origine de cette première sphère d'interaction se nomme Meadowood, et se caractérise par la présence d'outils diagnostiques (biface de cache), fabriqués en chert provenant de la région d'Onondaga (Chrétien 1995, Spence et Al. 1990, Tâché 2010). Au Québec, la présence d'objets Meadowood en chert d'Onondaga est souvent associée à un contexte funéraire, lors duquel le défunt est brûlé sur un brasier

pour être ensuite remplacé pièce par pièce dans une fosse recouverte d'ocre rouge. On présente au défunt plusieurs offrandes telles des bifaces de cache, des grattoirs, des forets, parfois de la poterie ainsi que des perles de cuivre ovoïde (Arkéos 2013 : 20). On note également la fabrication de gorgerins de forme trapézoïdale, et de pierres aviformes aux yeux exorbités (Spence et Al. 1990).

On remarque qu'en périphérie de la sphère d'interaction Meadowood, les bifaces de cache sont produits sur un matériel local. Dans la municipalité de Longue-Rive, dans la région de la Côte-Nord, un site archéologique a permis de mettre au jour une collection de bifaces de cache de style Meadowood. La particularité réside dans le fait que les bifaces sont produits en quartzite et non en chert d'Onondaga, et qu'ils ont fort probablement été produits sur le site même compte tenu de la quantité impressionnante de déchets de taille (Ethnoscop 2014). Fait intéressant, ceux-ci n'ont pas été mis au jour dans un contexte funéraire (Ethnoscop 2014).

Un second complexe du nom de Middlesex fait également son apparition vers la fin du Sylvicole inférieur, dont la sphère d'interaction couvre le sud de l'Ontario, le sud du Québec ainsi que le nord de certains états américains. Il fut longtemps pensé que celle-ci avait succédé à l'épisode Meadowood (Ritchie 1980). Toutefois, les recherches récentes tendent à démontrer que cette sphère d'interactions aurait coexisté pendant un temps avec le complexe Meadowood, les deux sphères d'interactions couvrant en grande partie le même territoire (Spence et Al. 1990, Tâché 2010 : 104). Tout comme le complexe Meadowood, le complexe Middlesex se manifeste dans les contextes archéologiques par la présence de sépultures, dont le mode d'inhumation (sous un tertre funéraire, dont le défunt est enroulé dans une bière d'écorce), et le contenu artefactuel (présence de colliers avec parements en cuivre, bifaces foliacés, pointe Adena, objets en cuivre, pipes tubulaires) différent du complexe Meadowood (Tâché 2010 : 105-106). Il est important de noter que le complexe Middlesex, bien qu'attribué au Sylvicole inférieur, se poursuit pendant la phase ancienne du Sylvicole moyen.

5.6. Sylvicole moyen (2 400 à 1 000 ans A.A.)

On divise le Sylvicole moyen en deux stades, le Sylvicole moyen ancien et le Sylvicole moyen tardif. On remarque pendant le Sylvicole moyen ancien une certaine continuité avec la période précédente du Sylvicole inférieur. En effet, dans la culture matérielle, on constate une continuité entre les productions céramiques de la fin du Sylvicole inférieur et celles du Sylvicole moyen ancien, entre autres au niveau des motifs décoratifs (Gates 2010). Cette continuité se dénote également par une réutilisation de certains sites fréquentés au Sylvicole inférieur, en plus d'un mode de vie toujours axé sur la chasse, la cueillette et la pêche, en exploitant toutefois une plus grande variété d'espèces (Gates 2010 : 25).

Au Sylvicole moyen, l'outillage lithique est très varié (matières premières de plusieurs sources, formes multiples, etc.). Le seul fait remarquable semble être la transition des pointes de type Adena, vers des pointes Jack's reef pour adopter ensuite des pointes de type Levanna. Certains archéologues émettent d'ailleurs l'hypothèse que cette transition pourrait correspondre à l'abandon de la lance au profit de l'arc et la flèche (Gates 2010 : 22-23).

Gates note également que :

« De manière générale, la mobilité des populations du Sylvicole moyen semble diminuer graduellement. Ainsi, certains sites représentent vraisemblablement des lieux de rassemblement où l'on effectuait des séjours prolongés, du printemps à l'automne, notamment pour y exploiter des ressources particulièrement abondantes. » (Gates 2010 : 25)

Alors que le Sylvicole moyen ancien semble une continuité du Sylvicole inférieur, les assemblages archéologiques, entre autres la céramique, nous permettent de noter une discontinuité entre le Sylvicole moyen ancien et le Sylvicole moyen tardif (Gates 2010 : 35). On remarque que l'on fait usage d'empreintes ondulantes et d'effets basculants sur les vases de la phase ancienne du Sylvicole moyen, alors qu'au Sylvicole moyen tardif on fait usage d'empreintes cordées. On constate également l'usage des parements ainsi que des ponctuations qui produisent des bosses dans la paroi interne des vases (Gates 2010 : 35). Ce style céramique caractérise la tradition Melocheville, représentant des groupes semi-sédentaires axés sur l'exploitation des ressources halieutiques (Arkéos 2013 : 22, Cossette 2000).

Pendant le Sylvicole moyen tardif, l'occupation de sites de longue durée s'accroît (Gates 2010, Tremblay 2006 : 18). La présence de dépotoirs sur certains sites témoigne également d'une occupation prolongée, ces phénomènes étant caractéristiques des villages iroquoiens, mais rarement présents sur les sites de groupes nomades (Gates 2010 : 27). L'occupation sur certains sites est telle, que certains chercheurs ont avancé le fait que la seule chose manquante sur ces sites pour les identifier en tant que village est la présence de maisons longues (Gates 2010).

Normand Clermont avance également l'idée que cette semi-sédentarité qui se met en place au cours du Sylvicole moyen ancien et tardif aurait permis aux femmes d'avoir le contrôle sur la gestion et l'organisation de la vie quotidienne à l'intérieur du camp, menant éventuellement à l'émergence des lignages matrilineaires et des règles de résidence matrilocale telle qu'ils sont constatés chez les groupes iroquoiens (Clermont 1990 : 79, Gates 2010 : 28).

5.7. Sylvicole supérieur (1 000 à 400 ans A.A.)

Le Sylvicole supérieur est une période charnière dans la préhistoire, car il marque l'apparition des premiers sites villageois et l'introduction de la culture du maïs, de la courge et du haricot chez les groupes de la vallée du Saint-Laurent qui sont rencontrés par Jacques Cartier en 1534. Le Sylvicole supérieur est divisé en deux stades, soit le Sylvicole supérieur ancien et le Sylvicole supérieur récent. Le premier stade, qui s'étend de 1 000 à 650 ans A.A., est :

« ...marquée par une production céramique où dominant les décors réalisés à l'empreinte à la cordelette (Chapdelaine 1995, Clermont 1995). Il s'agit d'une vague stylistique issue de l'État de New York qui s'atténuera toutefois après un siècle d'existence et permettra, vers 800 A.A., l'émergence d'un style propre à la vallée du Saint-Laurent connu sous le nom de tradition « Saint-Maurice ». On y constate une haute incidence de vases dont le parement est construit à partir d'une bande appliquée qui est souvent décorée d'empreintes linéaires ou d'incisions (Morin 1998). Cette période marque le prélude à l'agriculture qui se rependra d'ouest en est, jusque dans la région de Québec. » (Plourde 2006 : 12)

C'est pendant la phase récente du Sylvicole supérieur que tout est en place afin que les autochtones qui occupent la vallée du Saint-Laurent s'établissent selon un mode de vie sédentaire. L'introduction de la culture du maïs, de la courge et du haricot permet à ceux que l'on identifie comme les Iroquoiens du Saint-Laurent de vivre à l'intérieur d'un village à longueur d'année. Les traces les plus anciennes de l'introduction du maïs dans le régime alimentaire des Iroquoiens du Saint-Laurent remontent « ...à environ 1 100 apr. J.-C. seulement, à la Place Royale (Clermont, Chapdelaine & Guimont 1992 : 140) » (Gates 2010 : 37).

Les Iroquoiens du Saint-Laurent, tout comme les autres groupes iroquoiens, vivent à l'intérieur de maisons longues. Celles-ci ont une charpente faite de perches sur lesquelles sont fixés des panneaux d'écorce et soutenus par des piliers intérieurs (Creese 2012). Une maison longue peut accueillir une cinquantaine de personnes et un village peut regrouper un millier d'individus (Arkéos 2013 : 23, Chapdelaine 2010 : 34, Gagné 2010 : 73-89). Lors de la période de contact, la dimension des villages sera plus considérable, permettant d'accueillir jusqu'à 2 000 individus (Tremblay 2006 : 27). Le long des murs, des banquettes sont installées, la largeur de celles-ci variant selon la dimension de la maison longue (Creese 2012 : 65-66). Au centre, on retrouve une série de foyers. Les informations ethnographiques permettent de supposer que chaque foyer devait accommoder deux familles de 5 à 6 individus (Creese 2012, Tremblay 2006 : 26-27).

Dans la région de Montréal et des Grands Lacs, on remarque également que les villages sont palissadés (Tremblay 2006 : 28). Les études de l'archéologue Michel Gagné ont

démontré que les villages dans la région de Saint-Anicet sont installés sur des terres sablonneuses, facilitant la culture du maïs, et sur des terrains surélevés, qui offrent une bonne vision sur les terres environnantes et en retrait du fleuve (Chapdelaine 2010, Gagné 2010 : 73-89, Plourde 2006 : 13). Un village a une durée de vie de 10 à 20 ans, au terme desquels les sols, dont l'agriculture se fait sur brûlis, sont trop appauvris pour parvenir au besoin de la communauté (Tremblay 2006 : 28).

Au Sylvicole supérieur récent la culture matérielle est très variée :

«Les contenants en terre cuite affichent une panse globulaire et un col étranglé surmonté d'un parement bien dégagé et ornementé de crestellations. Le parement est décoré d'un motif, géométrique variable formant des combinaisons complexes jumelées à des ponctuations annulaires et des séries d'encoches (Clermont 1995). Les vases les plus spectaculaires sont décorés de figures humaines stylisées alors que d'autres arborent des motifs rappelant la forme d'épi de maïs ou d'une échelle (Chapdelaine 1991). D'autres objets fabriqués en céramique s'ajoutent à la poterie, soit les pipes, les perles et les jetons de jeu. L'outillage lithique est plutôt rare et semble compensé par l'utilisation d'ossements animaux. Les incisives de castor servaient précisément à travailler le bois. À partir de l'os, on fabriquait également des poinçons, des hameçons, des harpons, des spatules, des aiguilles à tatouer ou pour tresser, des manches ou des poussoirs en andouiller et des phalanges percées utilisées dans le jeu de bilboquet (Chapdelaine 1989b).» (Plourde 2006 : 12)

Lors de la venue de Cartier en 1535 dans la région de Montréal, il constate la présence du village d'Hochelaga, autour duquel gravite des campements secondaires tels que celui de Pointe du Buisson et la Pointe à Callière (Hébert 1992 : 44). Il note également que cette population occupe non seulement l'île de Montréal, mais également ses archipels. Cartier observe d'ailleurs deux petits villages, l'un près des rapides de Lachine et l'autre à proximité du courant Sainte-Marie, légèrement en aval de l'Île Sainte-Marie (Hébert 1992 : 52, tiré de Bideaux 1986 : 199). Le site Dawson (BjFj-1) fut longtemps présumé comme étant le lieu historique du village d'Hochelaga, mais le contexte des découvertes et son étendue laissent planer un doute sur cette affirmation. Les découvertes récentes sous la rue Peel, montre que ce site couvrirait une vaste étendue qui pourrait correspondre à un village de la dimension d'Hochelaga. En gardant en tête qu'un village se déplace au maximum à tous les 20 ans, il est fort possible de mettre au jour d'autres sites villageois sur l'île de Montréal.

Pour des raisons encore inconnues aujourd'hui, les Iroquoiens du Saint-Laurent disparaissent de la vallée du Saint-Laurent après le passage de Cartier et de Roberval entre 1541 et 1543. Lors de l'arrivée de Champlain en 1608, il n'en reste plus de traces

(Tremblay 2006). Champlain écrit entre autres en 1603 que le territoire est entièrement dépeuplé, on y rencontre seulement les guerriers des nations voisines qui viennent commercer avec les Français ou qui s'y déplacent pour aller faire la guerre (Arkéos 2010 : 24). La question à savoir ce qu'il est advenu des groupes iroquoïens du Saint-Laurent est encore un sujet de débat aujourd'hui.

La tradition orale autochtone peut être une source d'information afin de savoir ce qu'il est advenu des Iroquoïens de la vallée du Saint-Laurent. Le 15 août 1642, lors du premier anniversaire de Ville-Marie, des membres des groupes Algonquins présents déclarent :

« Qu'ils étaient de la nation de ceux qui avoient autrefois habité cette Isle; puis en étendant leurs mains vers les collines qui soient à l'orient (l'est) et au Sud de la Montagne : Voilà, faisoient-ils les endroits où il y avoit des Bourgades remplies de très grande Quantité de Sauvages. Après la dispersion de cette population, les uns se retirèrent vers le pays des Abnakiouis (Abénaquis), les autres au pays des Hiroquois, et une partie vers les Hurons mesmes, s'unissent avec eux; et voilà comme cette isle s'est rendue deserte. Mon grand-père, disoit un vieillard, a cultivé la terre en ce lieu-cy, les bleds d'Inde y venaient très bien » (Édition du Jour, 1972, Vol 3, 1642 :38).

La tradition orale huronne-wendate fait également état d'un lien avec les Iroquoïens du Saint-Laurent. L'historien Jean-François Richard rapporte entre autres que l'Allemand Friedrich Valentin Melsheimer a interrogé des Hurons-Wendat sur leurs origines. Dans son journal, il rapporte :

«We were desirous of obtaining some information concerning the fate, costumes, customs, habits and religions of their forefathers; but they seem to know nothing whatever regarding these things, except that they are descended from the Hurons, and that they have, by many and bloody wars with the neighboring Indian nations and with Europeans, lost all their land.[...] Formerly, their land extended from the Island of Orleans, on the St-Lawrence, to Montreal. (Richard 2018 tiré de Melsheimer 1927 : 167)

Richard fait également état des propos rapportés par l'anthropologue Horatio Hale, à la suite de ses discussions avec le chef Mandorong des Wyandot. Lors de cet entretien, Mandorong a affirmé que son peuple habitait originellement dans l'est, près de la ville de Québec. Le Chef Mandorong aurait voyagé jusqu'à Québec où les Hurons-Wendat lui auraient montré l'endroit d'où ils émergèrent du sol. (Richard 2018 : 28)

Dans ce débat complexe, la nation Mohawk revendique également une ancestralité sur le territoire. Pour eux, tout comme pour les Hurons-Wendat, les Iroquoïens du Saint-Laurent n'auraient pas existé, mais il s'agirait seulement de Mohawks qui occupaient le territoire et qui sont partis entre la venue de Cartier et celle de Champlain.

Actuellement, la culture matérielle mise au jour sur les sites iroquoiens du Saint-Laurent est distincte de celle des Hurons-Wendat ou des Mohawks. Bien que certains éléments puissent avoir une ressemblance, on constate une différence marquée sur les céramiques témoignant d'un groupe distinct, bien que faisant partie de la grande famille iroquoise.

Quoi qu'il en soit, la disparition des Iroquoiens du Saint-Laurent de la région de Montréal demeure toujours spéculative, allant d'une dispersion des Iroquoiens du Saint-Laurent à la suite de conflits avec d'autres groupes, dont les Iroquois, à la propagation de maladies transmises par les Européens.

5.8. Amérindien historique (1500 à aujourd'hui)

Dans le secteur à l'étude, on sait que les Nepissingues descendent la rivière des Outaouais chaque année afin de venir dans la région de Montréal pour faire la traite. L'abbé de Breslay fait d'ailleurs construire une mission sur l'île aux Tourtes en 1713 afin d'accueillir les Nepissingues et les protéger des méthodes de traite peu convenables des traiteurs de la Baie d'Urfé, mais sera de courte durée avec la reprise graduelle du contrôle de la mission par le Sieur de Vaudreuil (Transit analyse 1992). Le registre d'état civil de Sainte-Anne-de-Bellevue nous fait savoir qu'il n'y a pas seulement des Nepissingues qui fréquentent la mission, mais également des Loups, des Micmacs, des Taupikanis, des Terres ainsi que des Témiscamingues (Archéotec 2005 : 141-142).

Les autochtones fréquentent aussi la rive est du lac des Deux Montagnes, puisqu'en 1671 Sidrach-Michel Dugué fait ériger une maison afin d'y faire la traite avec les Amérindiens qui descendent la rivière des Outaouais (Ethnoscop 2006 : 21). Celui-ci cédera toutefois son fief à Jacques Leber et Charles Lemoyne qui poursuivront la traite malgré les interdictions (Ethnoscop 2006 : 21). Les missions construites autour de l'île de Montréal feront en sorte que le territoire sera non seulement fréquenté par des Algonquins, mais également par des Iroquois convertis (Arkéos 2014 : 25). Bien qu'ils soient convertis, les Amérindiens fréquentant les missions conservent tout de même un mode de vie traditionnel (Arkéos 2014 : 25).

Alors que la colonie française prend naissance, on sait que d'autres groupes fréquentent le territoire, soit pour faire le commerce avec d'autres groupes autochtones, ou pour venir faire la traite avec les Français. Les Hurons et les Algonquins se rassemblent près des rapides de Lachine pour venir y faire commerce jusqu'en 1616. À la suite de l'alliance commerciale établie avec les Hurons, les marchands français ne se déplaceront plus vers Montréal, ce qui amènera les autochtones à se déplacer vers Québec (Hébert 1992 : 67-69).

À partir de la fin du second quart du XVII^e siècle, les conflits s'intensifient entre les Iroquois et les autres nations autochtones. En 1643 et 1644, les observateurs français rapportent que les Iroquois ont décidé d'intercepter les canots hurons et algonquins. Dix

troupes sont alors positionnées en des endroits stratégiques pour intercepter les canots, dont une en amont de Montréal, une sur l'île de Montréal, deux aux chutes de la Chaudière sur l'Outaouais, une aux Rapides du Long Sault, une sur la rivière des Prairies et trois autres sur le fleuve entre Montréal et Trois-Rivières. Malgré ces conflits, la région continuera d'être fréquentée par plusieurs groupes autochtones. (Hébert 1992 : 74-76)

Tableau 1 : Synthèse des périodes de la préhistoire du Québec, des modes de subsistance, schèmes d'établissement et de la culture matérielle (tiré et adapté d'Arkéos inc. 2014)

| Période archéologique | Chronologie (A.A.) | Phase ou tradition archéologique | Mode de subsistance | Schème d'établissement | Culture matérielle |
|-----------------------|--------------------|--|---|---|---|
| Paléoindien ancien | 11 000 - 9 500 | Michaud-Neponset/Parkhill et Crowfield | <ul style="list-style-type: none"> Exploitation d'un environnement post-glaciaire et maritime Chasse spécialisée des mammifères géants Exploitation généralisée des ressources animales et végétales disponibles | <ul style="list-style-type: none"> Mobilité élevée de petits groupes familiaux Occupations saisonnières de courte durée selon la disponibilité des ressources Sites surélevés, collines, drumlins, paléocrasses, monticules. | <ul style="list-style-type: none"> Technologie de la pierre taillée : Pointes lancéolées à cannelure de type Clovis et Folsom, biface, grattoirs à front épais, vistringues Matériaux : Cherts et rhyolites |
| Paléoindien récent | 9 500 – 8 000 | Plano et Nicholas-Holcombe | <ul style="list-style-type: none"> Exploitation d'un environnement post-glaciaire et maritime Exploitation généralisée des ressources animales et végétales disponibles | <ul style="list-style-type: none"> Mobilité élevée de petits groupes familiaux Occupations saisonnières de courte durée selon la disponibilité des ressources Sites surélevés, hauts de plages encore actives, espaces surplombant le protofleuve Saint-Laurent | <ul style="list-style-type: none"> Technologie de la pierre taillée : Pointes lancéolées à retouches parallèles/pointes à courte cannelure, bifaces, percors. Matériaux : Cherts fins |
| Archaïque ancien | 9 500 – 8 000 | Archaïque du Golfe du Maine | <ul style="list-style-type: none"> Exploitation d'un environnement post-glaciaire et maritime Exploitation généralisée des ressources animales et végétales Exploitation des ressources marines | <ul style="list-style-type: none"> Mobilité élevée de petits groupes familiaux Occupations saisonnières de courte durée selon la disponibilité des ressources Sites situés sur les replats bien drainés le long du fleuve Saint-Laurent ou des cours d'eau principaux selon leurs configurations anciennes | <ul style="list-style-type: none"> Technologie de la pierre taillée : petits grattoirs épais sur éclats, pièces esquillées pointes à pédoncules Matériaux : Quartz, basalte Technologie de la pierre polie : gouge |
| Archaïque moyen | 8 500 – 5 500 | Stark-Neville | <ul style="list-style-type: none"> Exploitation privilégiée des ressources fluviales et lacustres Chasse des gros mammifères terrestres et marins | <ul style="list-style-type: none"> familiaux Occupations saisonnières de courte durée selon la disponibilité des ressources Sites situés sur les replats bien drainés le long du fleuve Saint-Laurent ou des cours d'eau principaux | <ul style="list-style-type: none"> Technologie de la pierre taillée : pointes lancéolées à base pédonculée, bifaces, vistringues Matériaux : néoquartzites, quartz, basalte |
| Archaïque récent | 5 500 – 3 000 | Laurentien et post-laurentien/terminal | <ul style="list-style-type: none"> Exploitation privilégiée des ressources fluviales et lacustres Exploitation généralisée des ressources animales et végétales terrestres | <ul style="list-style-type: none"> Mobilité réduite de plus grands groupes familiaux Occupations prolongées de certains secteurs sites Sites situés en marge de lacs, rivières et fleuve Manifestation de rites funéraires éloquentes. | <ul style="list-style-type: none"> Technologie de la pierre taillée : pointes à base pédonculée ou encochée, grattoirs unifaciaux, percors, pièces esquillées. Technologie de la pierre polie : gouges, haches, herminettes, poids de filet, couteaux semi-circulaires, affûtoirs, poids de propulseur Matériaux : cherts fins, quartz, cornéenne des montérégiennes, schistes, os, etc. Outils sur os : dents de rongeurs, poinçons, alènes, aiguilles, hameçons, harpons. Outils en cuivre : Pointes de lance, hameçons, aiguilles, couteaux, bijoux, haches, gorges, barbillons |

| Période archéologique | Chronologie (A.A.) | Phase ou tradition archéologique | Mode de subsistance | Schéma d'établissement | Culture matérielle |
|----------------------------|--------------------|----------------------------------|--|--|---|
| Sylvicole inférieur | 3 000 – 2 400 | Meadowood et Middlesex | <ul style="list-style-type: none"> • Exploitation des ressources fluviales et lacustres • Exploitation généralisée des ressources animales et végétales terrestres | <ul style="list-style-type: none"> • Mobilité réduite de plus grands groupes familiaux • Occupations prolongées de certains sites • Sites situés en marge de lacs, rivières et fleuve • Espaces funéraires distincts, mais parfois sur le lieu d'activité | <ul style="list-style-type: none"> • Technologie de la pierre taillée : lames bifaciales servant à la confection de pointes, grattoirs, perçoirs, couteaux • Technologie de la pierre polie : Gorgernis, pierres avi formes, contenant en stéatites • Matériaux privilégiés : Chert d'Onondaga pour la confection des lames bifaciales et pierres à grains grossiers. • Technologie céramique : Premiers vases en terre cuite. Pâte grossière, peu décorée |
| Sylvicole moyen ancien | 2 400 – 1 500 | Middlesex et Pointe péninsulaire | <ul style="list-style-type: none"> • Exploitation des ressources fluviales et lacustres • Exploitation généralisée des ressources animales et végétales terrestres | <ul style="list-style-type: none"> • Mobilité réduite de plus grands groupes familiaux • Occupations prolongées de certains sites • Sites situés en marge de lacs, rivières et fleuve • Espaces funéraires distincts, mais parfois sur le lieu d'activité | <ul style="list-style-type: none"> • Technologie de la pierre taillée : Petites pointes à encoches latérales ou en coin • Technologie de la pierre polie : Pipes à plate-forme en stéatite • Matériaux privilégiés : Cherts fins, jaspe, stéatite • Céramique : Abondance de la poterie sans parement décorée d'empreintes de forme ondulante couvrant la totalité de la paroi extérieure |
| Sylvicole moyen tardif | 1 500 – 1 000 | Melochville | <ul style="list-style-type: none"> • Exploitation intensive des ressources fluviales et lacustres • Exploitation généralisée des ressources animales et végétales terrestres | <ul style="list-style-type: none"> • Occupations semi-sédentaires favorisant les secteurs riches en ressources très variées • Activités de transhumance pour l'acquisition de ressources non disponibles localement • Sites situés sur les replats bien drainés en marge des lacs et rivières d'importance et le long du fleuve. | <ul style="list-style-type: none"> • Technologie de la pierre taillée : Pointes triangulaires fréquentes • Matériaux privilégiés : Cherts fins, jaspe • Technologie céramique : Abondance de la poterie surmontée d'un parement décoré d'empreintes à la cordelette, punctuations formant une bosse sur la paroi inférieure du vase. Premières apparitions de pipes en terre cuite et de vases juvéniles |
| Sylvicole supérieur ancien | 1 000 – 650 | Saint-Maurice | <ul style="list-style-type: none"> • Exploitation intensive des ressources fluviales et lacustres • Exploitation généralisée des ressources animales et végétales terrestres | <ul style="list-style-type: none"> • Occupations semi-sédentaires familiales favorisant des secteurs riches en ressources variées • Activités de transhumance pour l'acquisition de ressources non disponibles localement • Sites situés sur les replats bien drainés en marge de lacs et de rivières d'importance et le long du fleuve | <ul style="list-style-type: none"> • Technologie de la pierre taillée : Pointes triangulaires abondantes • Matériaux privilégiés : Cherts fins, jaspe, • Technologie céramique : Abondance de poterie avec parement décoré de fines empreintes à la cordelette ou avec parement modelé |
| Sylvicole supérieur récent | 650 – 450 | Iroquois du Saint-Laurent | <ul style="list-style-type: none"> • Culture du maïs, de la courge, du tournesol et du haricot • Chasse et pêche intensives à certains moments de l'année | <ul style="list-style-type: none"> • Occupations sédentaires (10 à 20 ans) de villages formés de maisons longues multifamiliales • Activités de transhumance pour l'acquisition de ressources non disponibles localement • Villages parfois palissadés situés sur des replats sablonneux ou des crêtes morainiques, en retrait des grands axes de déplacement | <ul style="list-style-type: none"> • Technologie de la pierre taillée : Diminution de l'usage de la pierre taillée au profit d'autres technologies. Moins de soucis sur la symétrie des outils. • Technologie de la pierre polie : petites haches • Matériaux privilégiés : cherts fins, jaspe, os • Outillage sur os : Incisives de castor, poinçons, hameçons, harpons, aiguilles, alènes, poussoirs, etc. • Technologie céramique : abondance de la poterie et présences de plusieurs styles régionaux. Col étranglé surmonté d'un parement décoré de motifs géométriques complexes jumelés à des punctuations annulaires et des séries d'encoches. Présence de pipes, perles, jetons de jeu. |

6. PÉRIODE HISTORIQUE

6.1. 1608 à 1760 : les premières excursions européennes

6.1.1. Création de la seigneurie de Vaudreuil et de la mission de l'île aux Tourtes

D'abord, l'île aux Tourtes tient son nom des tourtes (*ectopistes migratorius*) de la famille des colombidae, observées sur l'île par Champlain à son arrivée, qui abondaient la région, tout comme les hérons (Archéotec 2002d : 25). Le toponyme est donc postérieur à l'arrivée de Champlain sur l'île en 1611.

Lors de son second voyage en 1534, Jacques Cartier dénote la présence de villages iroquoiens palissadés dans la région d'Hochelaga, représentant environ une cinquantaine de maisons longues et près de 1500 individus. À l'arrivée des premiers colons euroquébécois, les schèmes d'établissements se verront bouleversés par l'implantation des activités liées au commerce de la traite des fourrures. En 1611, lors du séjour de Champlain dans la région, les Iroquoiens n'habitent déjà plus le territoire. Il semblerait donc que la présence des missionnaires chez les populations des Grands Lacs ait apporté de nombreux changements, notamment au niveau des modes de vie (moyens de subsistance, hiérarchie au sein des groupes et de mobilité) (Archéotec 2002d : 24). Par ailleurs, l'île aux Tourtes dispose de 122 arpents de terre (103 acres) et se situe dans le lac des Deux Montagnes, correspondant à la jonction entre les principaux axes de navigation du lac Témiscamingue et du lac Supérieur de la ville de Montréal. L'île se situe à l'intersection entre deux entités culturelles, c'est-à-dire, les Algonquiens et les Iroquois, ce qui favorise les échanges commerciaux. Par conséquent, les grandes guerres de la fin du XVII^e siècle limitent les excursions européennes, dont ces dernières consistent surtout dans un premier temps, en des raids et l'établissement de petits hameaux d'habitation fortifiés (Artéfactuel 2014 : 19). Il faudra donc attendre la signature de la Grande Paix de 1701 à Montréal pour que les conditions à l'expansion euroquébécoise soient plus favorables (Archéotec 2002d : 27). Cette signature met également fin aux conflits entre les Cinq Nations iroquoises et l'alliance Franco-Américaine, ce qui permet de libérer les routes fluviales. Bien que l'île aux Tourtes était jadis un lieu de halte privilégié par les groupes autochtones et les premiers euroquébécois, elle devient désormais un lieu stratégique pour le commerce et la navigation et, éventuellement, l'établissement d'un poste de traite.

L'île aux Tourtes jouit d'un contexte historique hautement particulier, notamment en ce qui a trait aux protagonistes qui en prennent part et aux conditions dans laquelle naît la mission sulpicienne vouée à l'évangélisation des Népissingues.

Les premiers documents écrits indiquent que c'est le 23 octobre 1702 que Philippe Rigaud, marquis de Vaudreuil et gouverneur général de la Nouvelle-France, se fit céder

la Seigneurie, qui portera son nom (Transit Analyse 1992 : 33). Vaudreuil prend alors pour compte que la concession vient avec les droits de chasse, de pêche et de traite avec les Amérindiens. Toutefois, les actes n'étant pas complets, le roi de France n'accorde pas sa confirmation, sa décision est notamment bonifiée avec les rumeurs de trafic d'eau-de-vie pesant contre le Sieur de Vaudreuil. En 1703, ce dernier passe un bail avec le marchand du haut de l'île de Montréal, Pierre Lamoureux dit Saint-Germain, qui ce dernier se voit obtenir des droits de hautes et basses justices pour la traite. La location des terres lui est allouée à condition de livrer annuellement 1000 livres et d'effectuer le défrichage de quatre arpents pour la construction d'une maison (Transit Analyse 1992 : 36). Cependant, cet accord passé entre les deux hommes sera dénoncé à la cour de Versailles par le gouverneur de Montréal Claude Ramezay, ce qui entraînera l'annulation du bail l'année suivante (SAHIT : 2019). L'enchaînement de ces événements inciteront Vaudreuil à collaborer avec l'abbé René-Charles de Breslay afin d'établir une mission sulpicienne dans la seigneurie, ce qui permettrait par le fait même, d'atténuer les accusations qui le frêne dans son entreprise et réparer les dommages causés à sa réputation (Transit Analyse 1992 : 36). D'ailleurs, l'extrait suivant témoigne de la cessation du bail entre Saint-Germain et Vaudreuil et de l'intention de collaboration de ce dernier dans la mission de l'île aux Tourtes :

« Je vous diray seulement, Monseigneur, que je ne suis point surpris après cela de ce que l'on a écrit contre le nommé St-Germain et du prétendu commerce que je luy ai fait faire. Il est vray que les Srs Chevalier de Callières et de Beauharnois m'ayant donné une concession, j'avais affermé ma terre au dit St-Germain, qui, ayant depuis longtemps un établissement au bout de l'Isle de Montréal où il demeure avec toute sa famille, estoit plus à portée qu'un autre de la faire valoir; mais c'est une chose de fait aussy, qu'il y a plus d'un an ou dix-huit mois que je luy ai ôté, parce qu'il m'estoit revenu qu'il y faisoit un commerce, et marque que ce n'a jamais été mon intention qu'il en fut fait, c'est que sans avoir reçu vos ordres, je l'ay cédé au sr de Breslay, qui y a éably une mission d'Algonquins » (Vaudreuil à Ponchartrain en date du 19 octobre 1705 dans Girouard 1903: 112, tiré de Transit Analyse 1992 : 37).

Pour sa part, l'abbé René Charles de Breslay arrive sur l'île en 1694 et apprend la langue algonquienne, ce qui lui permet d'entretenir une relation avec les Népissingues, issus d'une grande famille linguistique algonquienne qui occupe le Lac Nipissing à l'ouest de la rivière des Outaouais. Il s'agit d'un peuple nomade vivant de la chasse, de la pêche et d'échanges périodiques avec les Hurons et les Cris, avec lesquels ils troquent à l'occasion des poissons séchés pour du maïs. L'abbé de Breslay devient alors garant de la mission vouée aux Népissingues. Ces derniers fréquentent déjà les lieux sporadiquement en saison chaude pour le commerce et les ressources de l'île depuis le début du XVIII^e siècle (Archéotec 2002d : 26). Or, cette mission apparaît dans un but bien précis, soit le contrôle de la traite des fourrures, tout en servant une volonté d'évangélisation (Archéotec 2002d :26; Agin 1993 : 7). Par ailleurs, plusieurs groupes culturels fréquentent aussi la

mission, notamment les Abénaquis, les Cris, les Loups, les Machakantbis, les Témiscamingues, les Mississagués, les Renards et les Saulteux (Artéfactuel 2014 : 20).

C'est à partir de 1704 que la mission de l'île aux Tourtes est mise en place par de Breslay, encouragée par Vaudreuil. D'ailleurs ce dernier lui concède des terres, dont une bonne partie d'entre elles seront occupées par les Népissingues (déchiffrement de 40 arpents). Ces derniers s'étaient initialement installés à Baie-d'Urfé avant de transférer à l'île aux Tourtes, possiblement avec la signature de 1701 de la Grande Paix à Montréal (Archéotec 2002d : 25). En outre, aucune construction pour la mission n'aura lieu en 1704, puisque François-Vachon de Belmont, Supérieur du séminaire du Saint-Sulpice de Montréal n'a toujours pas donné officiellement son approbation. Quant à la couronne, celle-ci se joint favorablement au projet, attribuant même une pension annuelle de 400 livres à l'abbé de Breslay pour le bien de la mission (SAHIT : 2019). Cette dernière est rattachée à la Paroisse Saint-Louis (nommée plus tard Sainte-Anne-de-Bellevue), en haut de l'île de Montréal. Elle connaîtra un premier résultat fructueux entre février et octobre 1705, alors que 30 baptêmes amérindiens seront célébrés (SAHIT : 2019). Entre temps, plusieurs familles françaises viennent s'établir sur l'île, ce qui lui permet de croître démographiquement et d'amener de ce fait, la mise en place de certains bâtiments telle la construction d'une église, d'un presbytère, d'un poste de garde et d'une chapelle pour la mission (1706). De plus, la localisation stratégique de l'île encourage la construction de fortifications (sur 12 arpents de terre) en 1710. Ce fort est mis sous le commandement de René Godfroy de Linctôt, lieutenant des troupes de la marine jusqu'en 1718. L'emplacement de telles installations permet de barrer le chemin vers les Pays-d'en-Haut, mais également de retenir les troupes anglaises (Transit Analyse 1992 : 38). Les officiers et la cargaison sont logés dans le presbytère qui est construit dès 1708. Par conséquent, vers 1719, une maison apportée ou construite sur l'île sera utilisée comme magasin, dans le subtil but d'empêcher les Népissingues et les groupes provenant de l'Outaouais de commercer les fourrures au Sault Saint-Louis, ce qui nuit considérablement aux marchands de Montréal (Archéotec 2002d : 27-28; Transit Analyse 1992 : 39).

En 1713, de Breslay se rend en France pour obtenir un gain annuel de 800 livres et des ornements liturgiques, il obtient aussi l'appui du prêtre Elie Deperet pour le seconder dans son entreprise en Nouvelle-France, où il y retourne un an plus tard (Transit Analyse 1992 : 40). Cependant, en 1715, le roi Louis XIV décède et de Breslay perd le soutien de la France. Cette nouvelle ne fera qu'accentuer l'ambition expansionniste de Vaudreuil vers l'intérieur du continent, alors qu'il obtient, en 1716, la reconnaissance officielle de la concession de la seigneurie (SAHIT: 2019). Certes, la mission n'est plus obligatoire pour conserver la seigneurie. Puisqu'aucun document ne certifie la légitimité de propriété à l'abbé de Breslay, celui-ci perd ses droits d'autorité sur la mission. Pendant ce temps, les accusations portées à l'endroit de Vaudreuil ne font que s'intensifier, notamment car il est accusé d'avoir placé délibérément des acteurs corrompus par la traite d'eau de vie sur les

terres de la seigneurie. L'abbé dénonce alors Vaudreuil au conseil de la marine, dont celui-ci se portera en la faveur de l'accusé en 1721. En contrepartie, les tensions devenant de plus en plus palpables, les Sulpiciens recommandent en 1718 le déplacement de la mission, puisque les allégations de trafic d'alcool et le poste de traite génèrent un contexte peu propice pour la mission (Artéfactuel 2014 : 20). Breslay retourne donc en France en 1719, quittant définitivement la mission, qui sera par la suite, conduite temporairement par Elie Deperet. Cependant, le décès de Vaudreuil en 1725 et la perte de la mission l'année suivante entraînent le déclin progressif du poste de traite. Ainsi, l'île ne bénéficie plus autant d'importance en ce qui a trait au commerce et en termes d'influence. Par conséquent, ces pertes permettent une hausse démographique sur l'île vers 1727, bien que les quelques Népissingues restant sont déplacés vers la mission d'Oka sous le commandement du gouverneur Beauharnois. L'île continue tout de même ses activités de chasse et de pêche, mais ne retrouvera pas son rôle militaire, malgré la menace de plus en plus pesante de la part des Anglais (Archeotec 2002d : 27). L'île demeure toutefois la propriété de la famille Rigaud de Vaudreuil jusqu'en 1763.

Le tableau suivant (2) résume les principaux événements chronologiques caractérisant la période seigneuriale de l'île aux Tourtes :

Tableau 2 : Chronologie des principaux événements de la période seigneuriale — historique Île-aux-Tourtes

| Date/période | Événement/fait historique |
|--------------|---|
| 1701 | Signature de la Grande-Paix à Montréal Reprise de l'expansion qui avait précédemment rencontré quelques embûches dues aux guerres. Développement progressif des villages euroquébécois et implantation des activités reliées à la traite. |
| 1702 | Vaudreuil se fait céder la Seigneurie, nommée en son nom. |
| 1703 | Location d'une partie des terres à Pierre Lamoureux de Saint-Germain pour la traite des fourrures |
| 1704 | Annulation du bail de Saint-Germain Création de la mission de l'île aux Tourtes conduite par l'abbé de Breslay Les Népissingues s'établissent dans des hameaux semi-permanents sur les terres concédées pour la mission. Des familles eurocanadiennes viennent s'établir sur l'île |
| 1706 | Construction d'une chapelle aux frais de Breslay pour la mission |
| 1710-1711 | Aménagement du Fort avec enceinte de palissade de bois. Le commandement des troupes de la marine est donné à René Godfroy de Linctôt. Construction d'une église de pierre et construction d'un corps de garde. |

| | |
|-----------|--|
| 1716 | La concession de la Seigneurie est rendue officielle |
| 1719-1727 | Construction du magasin |
| 1725 | Décès de Vaudreuil, la Seigneurie est cédée à ses fils et elle restera dans la famille jusqu'en 1763. |
| 1727 | Le gouverneur Beauharnois fait déplacer les Amérindiens restants sur l'île vers la mission d'Oka. L'île perd son rôle commercial relié de la traite des fourrures et son influence. Abandon définitif de la mission |
| 1763 | La famille Vaudreuil vend l'île à Michel Chartier de Lotbinière. |

6.1.2. Développement seigneurial du village de Senneville (1672-1825)

Parallèlement au développement de la seigneurie de Vaudreuil, une expansion seigneuriale s'observe également au village de Senneville. Ce dernier se situe en face de l'île aux Tourtes de l'autre côté du lac des Deux Montagnes (Figure 7).

Dans un premier temps, la seigneurie est régie par la paroisse Saint-Louis du Bout de l'île, dont on y retrouve au nord, cinq fiefs réservés à des fins militaires. L'un d'eux est le fief Boisbriand, nommé en 1683 « Senneville » par Jacques Leber, unique propriétaire et homme d'affaires (Atelier CT 2017 : 18). Ce fief dispose d'une position stratégique pour la traite des fourrures. En 1686, il y construit un moulin à vent en pierre fortifié afin de défendre les activités commerciales des Iroquois. Toutefois, il sera malencontreusement détruit par le feu, lors d'une attaque et ses ruines resteront abandonnées jusqu'à la fin du XIX^e siècle (Atelier CT 2017 : 18). Par ailleurs, en 1702, Jacques Leber de Senneville, fils de Jacques Leber, débute la construction du fort de Senneville situé sur les rives du lac des Deux Montagnes, ce qui lui confère une position de surveillance stratégique militaire, mais aussi une vocation commerciale pour la traite. Cependant, les activités cessent avec le décès de Vaudreuil en 1725, ce qui élimine progressivement l'intérêt porté au fort. Celui-ci devient donc un lieu de résidence pour des agriculteurs avant d'être détruit entièrement par le feu en 1776 par les Anglais (Archéotec 2002d : 100). En 1711, la paroisse Saint-Louis du bout de l'île devient Sainte-Anne du bout de l'île, dont la municipalité devient ultérieurement en 1878, Sainte-Anne-de-Bellevue (Atelier CT 2017 : 18).

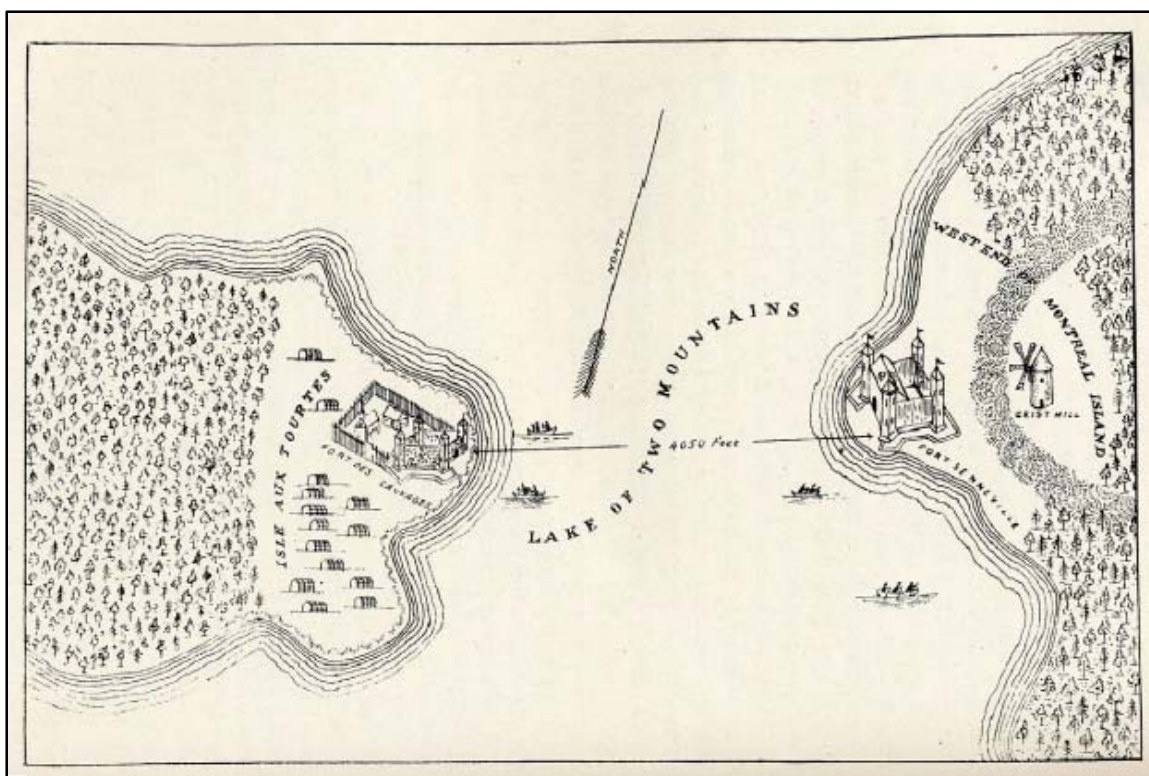


Figure 7 : Localisation de l'île aux Tourtes et du Fort de Senneville *Bird's Eye View in 1720*, Dr P. E. Brown, present proprietor of Isle aux Tourtes, 1893 (source: BAnQ, dans Sarthou 1995 :17, tiré de Atelier CT 2017).

6.2. 1760 à 1950

6.2.1. Urbanisation de l'île aux Tourtes

À partir de 1763, l'île aux Tourtes n'appartient plus aux héritiers de Vaudreuil, mais plutôt à la famille de Lotbinière (Michel Chartier de Lotbinière et son fils Michel Eustache Gaspard Alain Chartier de Lotbinière en 1771) (Archéotec 2002d : 27). Dans les années qui suivent, l'île change maintes fois de propriétaires. Par la suite, elle sera vendue à Gilbert Nicéphore Brabant en 1879. Ce dernier va procéder à des « fouilles archéologiques » en 1881 en vue d'installer une glacière et d'asseoir les fondations d'une maison à proximité. D'ailleurs, il paraîtrait qu'il découvrit des ossements humains, des artefacts de facture amérindienne et des boulets de canon probablement à l'emplacement actuel du site de l'ancien fort (SAHIT : 2019; Transit Analyse 1992 : 43). Cependant, au moment de ces faits, la méthodologie de fouille employée n'était pas celle que l'on connaît de nos jours ni les méthodes d'enregistrements et d'analyses. Ainsi, ces observations sont mentionnées seulement à titre informatif, mais ne peuvent être retenues comme expertises archéologiques effectuées et connues sur le terrain participant à l'état actuel des connaissances en archéologie (chapitre 7). Par ailleurs, en 1891, l'île est vendue aux enchères et c'est le Dr Peter Elie Brown qui en devient propriétaire. Ce dernier entreprend d'importants travaux de restauration, telle la construction d'un mur

érigé sur le pourtour de l'île, fait à partir des pierres de la chapelle et du presbytère mentionnés ci-haut. Le Dr Brown en profitera également pour faire construire des chalets et construire un monolithe en 1903 commémorant la mission des premiers temps de la seigneurie. En 1913, il fera construire un aqueduc en bois par Archibald de Léry Macdonald desservant alors six maisons, dont la servitude s'achève en 1943 (Archeotec 2002d : 29). Entre 1933 et 1942, l'administration de l'île sera assurée par la National Trust et celle-ci sera achetée par la suite par les sœurs Todd pour en faire un sanctuaire pour oiseaux jusqu'en 1943 (Artéfactuel 2014 :22).

6.2.2. Construction de la ligne du grand Tronc et villégiature

Du côté de Senneville, le développement rural s'effectue surtout dès le XIX^e siècle, où l'occupation des terres se résume plus particulièrement en des maisons rurales placées en bordure du chemin de Senneville et abordant une architecture traditionnelle (Atelier CT 2017 : 20).

De plus, en 1855, la compagnie ferroviaire du « Grand Tronc » inaugure un pont qui permet de lier la rivière des Outaouais à Sainte-Anne-de-Bellevue. Il s'agit d'un pont tubulaire unique au pays qui sera subséquemment remplacé par une structure en acier en 1898 (Atelier CT 2017 : 20). Cela assure une liaison entre Montréal et Toronto, permettant ainsi à Senneville de devenir un lieu de villégiature pour une élite bourgeoise naissante entre 1865 et 1934. D'ailleurs, les constructions sont érigées selon les créations des frères et architectes Maxwell ou Percy E. Nobbs qui transposent une version romantique et pittoresque des domaines anglais et du mouvement architectural *Arts and Crafts* de la seconde moitié du XIX^e siècle. Il s'agit de vastes domaines agricoles multicultures, adaptés à la vie domestique et quotidienne (Atelier CT 2017 :22-23). En 1895, le village de Senneville se détache de la paroisse de Sainte-Anne-de-Bellevue, dont Louis-Joseph Forget en deviendra le premier maire.

Le développement urbain se met en place dès 1935, notamment à partir d'une modification de la charte du village. Désormais, le territoire est divisé en trois quartiers distincts, où il y a interdiction d'ériger des maisons en rangée, des logements superposés et des implantations de constructions commerciales et industrielles. La partie nord devient quant à elle l'arborium de la famille Morgan en 1945, annexé au collège Macdonald en 1951. Tandis que la partie sud connaîtra une phase d'urbanisation, tout juste après la Seconde Guerre, avec des constructions nouvelles et l'ouverture des rues (notamment Sunset et Muir Park dans les années 1970) (Atelier CT 2017 : 24).

6.3. Construction de l'autoroute 40 et du pont de l'Île-aux-Tourtes (1963-1967)

Dans la première moitié des années 1960 aura lieu la construction de l'autoroute 40 et le pont de l'Île-aux-Tourtes. Pour sa part, le pont sera construit à partir de 1963 et inauguré en 1966. Il mesure près de 2000 mètres de longueur et prolonge l'autoroute 40 en direction de Vaudreuil en passant au-dessus du lac des Deux Montagnes. Il prend son emprise dans les terres agricoles en bordure du lac et les remblais emmenagés pour passer au-dessus du chemin de Senneville datant de 1706. Ce dernier, décalé vers l'est, est toujours emprunté par les riverains. L'île de Montréal est reliée à l'île Girwood par une mince bande de terre sur laquelle repose l'infrastructure routière. Or, ces infrastructures viennent renforcer la fraction du quartier nord et les quartiers centres et sud. Elles permettent également de délimiter la zone réservée à l'arrondissement du quartier historique de Senneville reconnu comme tel depuis 2002 (Atelier CT 2017 : 24). Lors de la construction du pont, plusieurs maisons et bâtiments ont été détruits aux abords de Senneville et du lac des Deux Montagnes. Par contre, ces infrastructures permettront l'implantation des premières zones d'activités industrielles (Atelier CT 2017 : 35). Lors de la construction du pont et de l'autoroute 40, la partie nord du terrain qui sera acquis par les laboratoires Charles River sert d'aire de travail et d'entreposage de matériaux.

6.4. Développement industriel (1965 à aujourd'hui)

En 1958 aura lieu la création d'une servitude pour la construction du gazoduc de la TransCanada Pipeline et la mise en place de l'autoroute 40. Ces infrastructures auront pour effet de modifier le paysage de l'île et de Senneville. La région se tournera vers des activités industrielles, notamment avec l'apparition du centre de recherches de *Dominion tar & Chemicals co* (Domtar) de 1964 au nord de l'autoroute 40, qui ferme à la fin des années 1990. En bordure de l'autoroute 40, la Domtar aménagera un grand étang et un chemin d'accès aux bâtiments. Le terrain sera par la suite acquis en 2005 et aménagé en 2015 pour le cimetière de Belvédère. Au sud de l'autoroute 40, se développe le complexe des laboratoires Charles River, qui s'agrandit dans les années 1980 (Atelier CT 2017 : 36). Plusieurs bâtiments sont construits, ainsi que des aires de stationnement et de nouvelles voies pour faciliter l'accès à l'autoroute. Jusqu'à la fin des années 1990, le terrain entre l'usine et l'autoroute 40 est gazonné et un terrain de baseball y est aménagé. Au début des années 2000, l'usine fera l'objet de travaux d'agrandissement et le terrain sera alors réaménagé en aires de stationnement.

Éventuellement, Senneville prend l'aspect qu'on y connaît de nos jours. Quant à l'île Girwood, elle se démarque toujours par son fort intérêt écologique, où les fondations de la maison Johnson sont toujours visibles, vestiges de leur époque. L'acquisition de l'île aux Tourtes par la municipalité de Vaudreuil-Dorion s'effectue finalement en 1992. Depuis, la Société archéologique et historique de l'île aux Tourtes (SAHIT) travaille à la

protection du patrimoine matériel et immatériel, ainsi que sa mise en valeur et la promotion des fouilles archéologiques effectuées depuis les années 1990 (SAHIT : 2019).

7. ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES EN ARCHÉOLOGIE

Le registre cartographique des interventions archéologiques du Québec a permis d'identifier 17 inventaires archéologiques ayant déjà été réalisés dans la zone d'étude élargie (tableau 3, figure 8). Sur ce nombre, 13 ont été réalisés à l'intérieur de la zone restreinte du projet. Ces inventaires ont permis de couvrir l'ensemble du territoire dans la municipalité de Vaudreuil-Dorion qui pourrait être touché advenant qu'un scénario de reconstruction soit retenu. Aucun inventaire archéologique subaquatique n'a été réalisé à ce jour dans les limites du projet. Ces interventions archéologiques ont mené à la découverte de sept sites archéologiques, dont cinq sont situés sur l'île aux Tourtes (tableau 4, figure 9).

Tableau 3 : Inventaires archéologiques réalisés à proximité du projet à l'étude.

| Localisation | Distance du projet | Résultats | Référence |
|--|------------------------|--|------------------------------|
| Moitié orientale de l'île et un secteur de l'extrémité est de Vaudreuil-sur-le-Lac | 100m et 1,25 km au sud | Négatif | Pendergast (1965) |
| Extrémité nord et centre de l'Île | 750 m | Découverte des sites BiFl-5, BiFl-6 et BiFm-2 | Transit analyse (1992) |
| Extrémité est de l'île aux Tourtes | 200 m | Positif – BiFl-5 | Agin (1993) |
| Extrémité est de l'île aux Tourtes | 200 m | Positif – BiFl-5 | Agin et Transit Analyse 1995 |
| Secteur nord-est de l'île aux Tourtes | 200 m | Positif – BiFl-5 | Archéotec (2002) |
| Secteur nord-est de l'île aux Tourtes | 200 m | Positif – BiFl-5 | Archéotec (2003) |
| Ensemble de l'île aux Tourtes | 350 m | Positif : BiFm-9, BiFm-10, nouvelle aire d'occupation BiFl-5 | Archéotec (2004a) |
| Secteur nord-est de l'île aux Tourtes | 200 m | Positif : BiFl-5 | Archéotec (2004) |
| Secteur nord-est de l'île aux Tourtes | 200 m | Positif : BiFl-5 | Archéotec (2005) |
| Fort Senneville, nord-est | 1,6 km | Positif : BiFl-2 | Ethnoscop (2006) |
| Secteur nord-est de l'île aux Tourtes | 200 m | Positif : BiFl-5 | Archéotec (2007a) |
| Secteur nord-est de l'île aux Tourtes | 200 m | Positif : BiFl-5 | Archéotec (2007b) |
| Secteur nord-est de l'île aux Tourtes | 200 m | Négatif | Archéotec (2007) |
| Emprise A-40 Île aux Tourtes | 0 m | Négatif | Ethnoscop (2013) |
| Au nord et au sud de l'A-40 sur l'île aux Tourtes | 50 m | Positif : nouvelle aire BiFl-5 | Artefactuel (2014) |
| Rue Sainte-Anne, au sud-est du pont de l'Île-aux-Tourtes | 1,87 km | Négatif | Ethnoscop (2010) |
| Pont Galipeault, au sud du pont de l'Île-aux-Tourtes | 1,87 km | Négatif | Ethnoscop (2010) |

Les travaux menés par la ville de Vaudreuil-Dorion et la société historique avaient pour but de localiser le site de la mission de l'île aux Tourtes et les installations pouvant y être associées tel que les espaces réservés à la culture et l'emplacement de camps (BiFl-5). À cet effet, les expertises ont couvert l'ensemble de l'île et mené à la découverte de plusieurs sites archéologiques de nature paléohistorique (BiFm-2, BiFm-6, BiFm-8 et BiFm-9). Le site archéologique BiFl-5 a fait l'objet d'un classement en 2015.

L'inventaire de l'emprise de l'autoroute 40 sur l'île aux Tourtes réalisée pour le compte du ministère des Transports (MTQ) dans le cadre de la reconstruction du pont reliant l'île à Vaudreuil-Dorion s'est avéré négatif, les résultats démontrant que l'emprise fut fortement remaniée lors des travaux de construction de l'autoroute.

En 2014, en prévision des futurs travaux du pont de l'Île-aux-Tourtes et en prévision du classement du site de l'île aux Tourtes, le MTQ a réalisé un inventaire systématique des terrains situés au sud du gazoduc. Ces travaux ont permis de circonscrire une nouvelle aire d'occupation sur le site BiFl-5 en bordure de l'anse est.

Du côté Senneville, des interventions archéologiques ont été réalisées sur le site du fort Senneville afin d'en documenter l'occupation. Ces travaux ont mené au classement du site, qui témoigne de l'occupation historique militaire et domestique du secteur (BiFl-2). Le site archéologique est classé en tant que site patrimonial.

En 2014, des travaux réalisés pour le compte de la commission des services électrique de Montréal (CSEM) sur le site de la première église de Sainte-Anne. Ces travaux ont mis au jour les fondations de la façade en pierre de la première église (BiFl-8).

Tableau 4 : Sites archéologiques connus dans une zone de 5 km autour du projet.

| Code Borden | Identification culturelle | Fonction | Localisation |
|-------------|---|--|---|
| BiFl-2 | Historique 1608 à 1759 Historique 1760 à 1899 Amérindien historique ancien 1500 à 1899 | Militaire Poste de traite, commerce Domestique | Rive est du lac des Deux-Montagnes, à 530 m au nord du pont. |
| BiFl-5 | Historique 1608 à 1759 Historique 1800 à 1899 Historique 1900 à 1950 Amérindien historique indéterminé 1500 à 1950 Amérindien préhistorique Archaïque récent Laurentien (5 500 à 4 200 ans A.A.) Amérindien préhistorique Archaïque récent post-laurentien (4 200 à 3 000 ans A.A.) Amérindien préhistorique Sylvicole inférieur (3 000 à 2 400 ans A.A.) Amérindien préhistorique Sylvicole supérieur (1 000 à 450 ans A.A.) Amérindien préhistorique indéterminé (12 000 à 450 ans A.A.). | Poste de traite, religieuse, lieu de rassemblement Domestique Militaire | Sur la pointe nord-est de l'île aux Tourtes, à 70 m au nord du pont. |
| BiFm-2 | Historique 1760 à 1799 Historique 1800 à 1899 Historique 1900 à 1950 | Domestique | Secteur ouest de l'Île aux Tourtes, à 150 m au nord de l'autoroute 40. |
| BiFm-6 | Amérindien préhistorique indéterminé (12 000 à 450 ans A.A.) | Indéterminée | Secteur ouest de l'île aux Tourtes sur la pointe nord, à 490 m au nord de l'autoroute 40. |
| BiFl-8 | Historique 1760 à 1899 | Religieuse | Situé au sud de l'approche Senneville du pont de l'Île-aux-Tourtes. |
| BiFm-9 | Amérindien préhistorique Sylvicole supérieur (1 000 à 450 ans A.A.) | Chasse | Secteur ouest de l'Île aux Tourtes, à 270 m au nord de l'autoroute 40. |
| BiFm-10 | Amérindien préhistorique archaïque récent laurentien (5 500 à 4 200 ans A.A.) | Indéterminée | Secteur ouest de l'île aux Tourtes, À 230 m au nord de l'autoroute 40. |

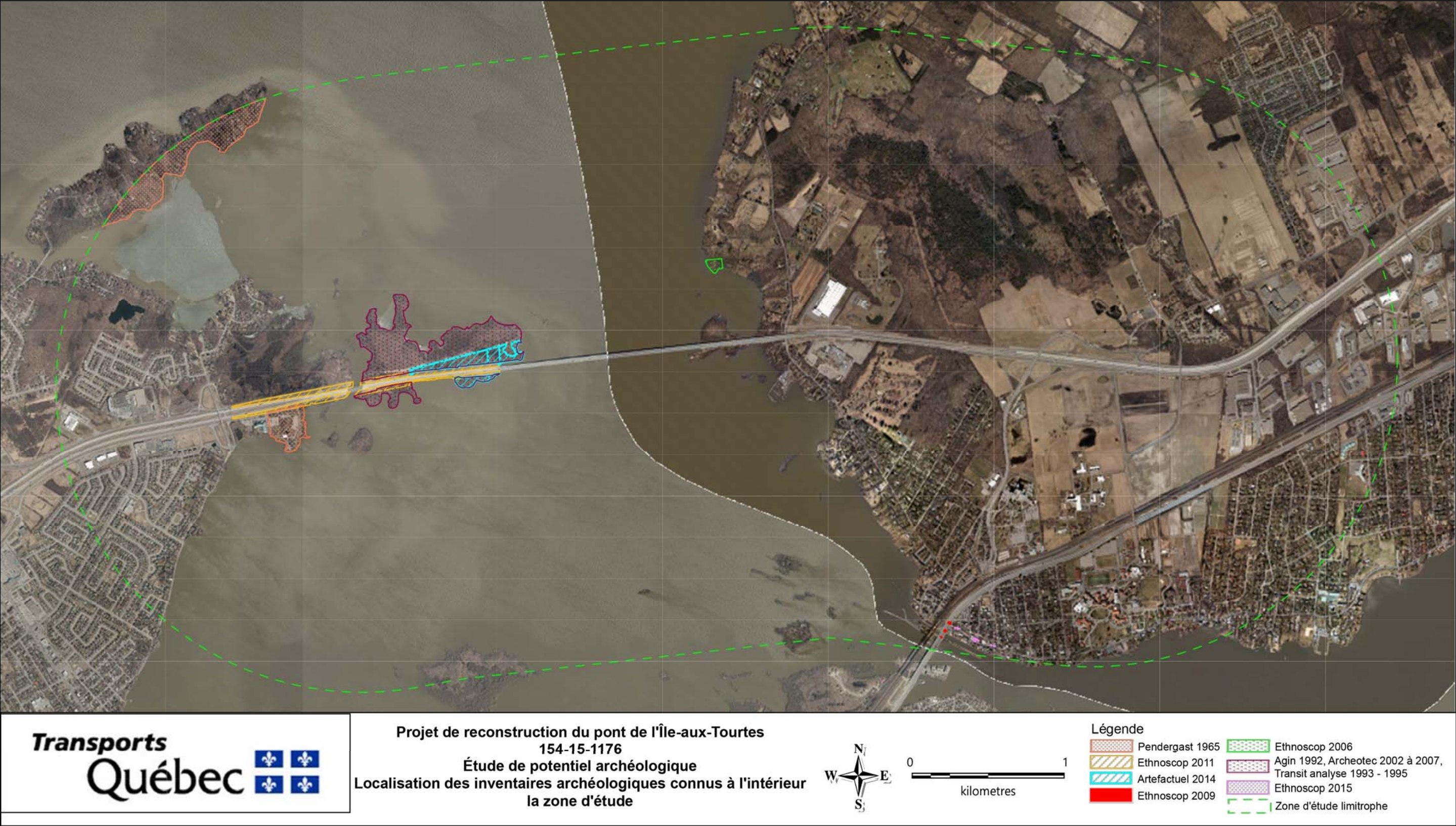


Figure 8 : Localisation des inventaires archéologiques réalisés à l'intérieur de la zone d'étude.

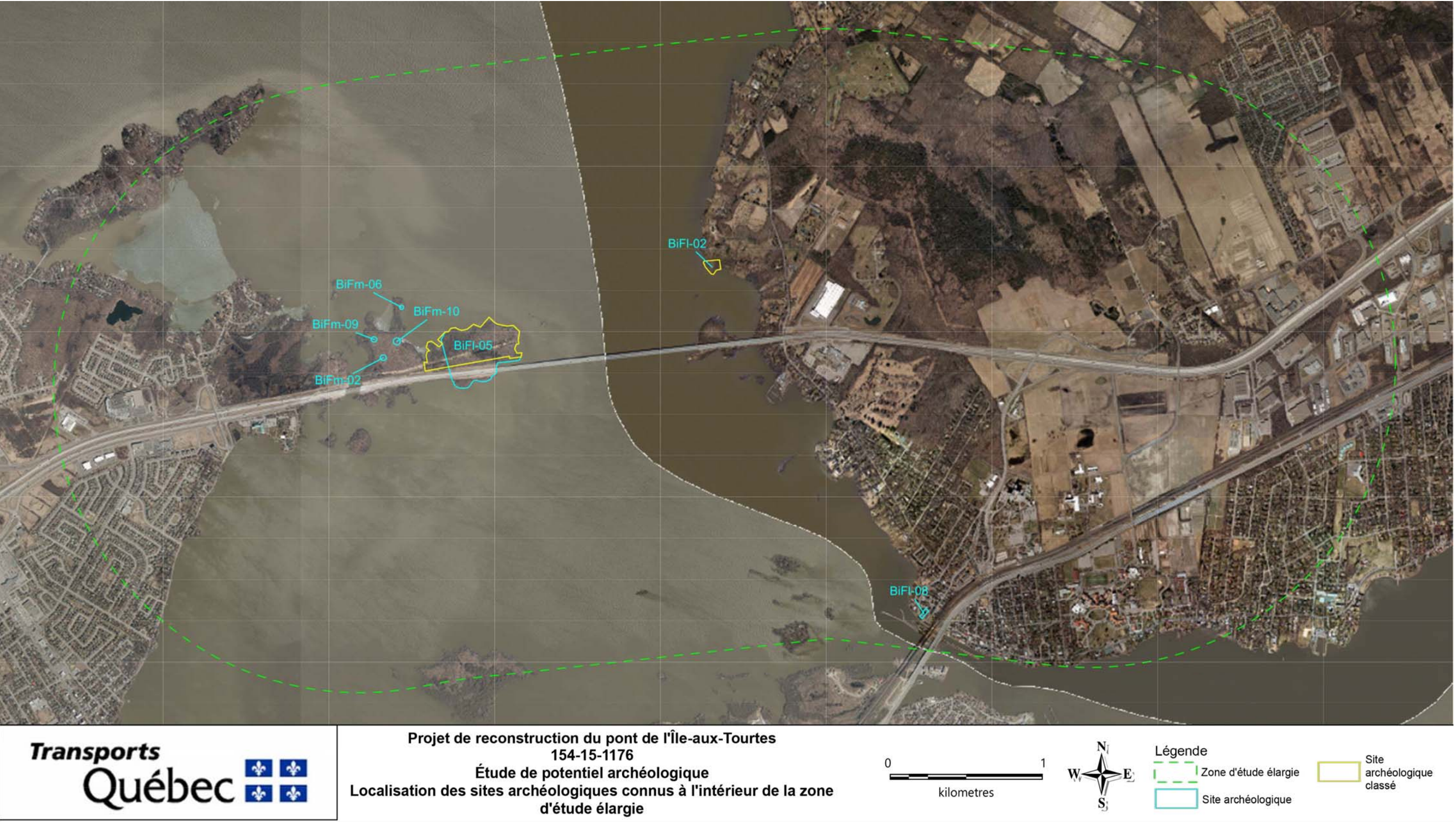


Figure 9 : Localisation des sites archéologiques connus à l'intérieur de la zone d'étude élargie.

7.1. Contexte géographique des sites à composantes préhistoriques de la zone de proximité

Sur les sept sites archéologiques identifiés à l'intérieur de la zone d'étude élargie du projet, cinq présentent une composante préhistorique. Le tableau 3 présente les données géographiques et pédologiques de chacun des sites archéologiques.

Tableau 5 : Sites préhistoriques à l'intérieur de la zone d'étude restreinte et leur contexte géographique.

| Code Borden | Identité culturelle | Altitude | Pédologie des sols d'occupation |
|-------------|--|----------|---------------------------------|
| BiFl-2 | Amérindien historique ancien 1500 à 1899 | 24 m | Till – Loam sableux pierreux |
| BiFl-5 | Amérindien historique indéterminé 1500 à 1950 Amérindien préhistorique Archaïque récent Laurentien (5 500 à 4 200 ans A.A.) Amérindien préhistorique Archaïque récent post-laurentien (4 200 à 3 000 ans A.A.) Amérindien préhistorique Sylvicole inférieur (3 000 à 2 400 ans A.A.) Amérindien préhistorique Sylvicole supérieur (1 000 à 450 ans A.A.) Amérindien préhistorique indéterminé (12 000 à 450 ans A.A.) | 24 m | Till – Loam sableux pierreux |
| BiFm-6 | Amérindien préhistorique indéterminé (12 000 à 450 ans A.A.) | 24 m | Till – Loam sableux pierreux |
| BiFm-9 | Amérindien préhistorique Sylvicole supérieur (1 000 à 450 ans A.A.) | 24 m | Till – Loam sableux pierreux |
| BiFm-10 | Amérindien préhistorique archaïque récent laurentien (5 500 à 4 200 ans A.A.) | 24 m | Till – Loam sableux pierreux |

Géographiquement, ces sites sont tous situés à proximité du lac des Deux Montagnes, sur des terrasses dont les altitudes varient entre 22 et 26 m et témoignent d'une occupation allant de l'Archaïque récent Laurentien jusqu'à la période historique.

7.2. Site archéologique de la mission de l'île aux Tourtes (BiFl-5)

Le site archéologique de la mission de l'île aux Tourtes se situe au nord de l'autoroute 40, dans le secteur nord-est de l'île et à l'intérieur de la zone limitrophe. Il s'agit du seul site archéologique à l'intérieur de la zone limitrophe du projet. Sa présence peut avoir un impact sur la réalisation du projet. Les limites du site connues traversent l'emprise de l'autoroute 40 à l'est et s'étendent à la limite sud de l'île, malgré que l'emprise de l'autoroute et la partie sud de l'île soient exemptes d'éléments de nature archéologique (Ethnoscop 2012 et Artefactuel 2014).

Le chapitre précédent démontre l'importance historique de ce site. Les travaux archéologiques réalisés de 1991 à 2007 montrent quant à eux la richesse archéologique du site. En plus des fondations de l'église, de nombreuses sépultures y ont été mises au jour. Le secteur sud du site a permis de mettre au jour des traces de possibles habitations, mais également d'occupations saisonnières pendant la période archaïque et pendant le sylvicole inférieur et supérieur. L'importance du site a mené à son classement en tant que

site patrimonial en 2015. La superficie classée diffère toutefois de celle du site connu. Sa limite sud ne s'étend pas jusqu'à l'emprise de l'autoroute 40 comme il était prévu initialement, mais à environ 20 m de celle-ci.

8. Analyse

Les chapitres précédents ont permis de présenter les éléments pertinents à l'analyse du territoire à fin d'en évaluer le potentiel archéologique préhistorique et historique. Ce chapitre se divise en trois sections. La première section présente les éléments d'intérêts qui peuvent avoir une influence sur le potentiel archéologique à l'intérieur de la zone d'étude. Afin de présenter les données, la zone d'étude est divisée en cinq secteurs : L'île aux Tourtes, le lac des Deux Montagnes, l'île Girwood, la zone riveraine de Senneville et l'intérieur des terres (figure 10). Le chapitre présente ensuite les critères d'analyses du potentiel préhistorique et les zones à potentiel retenues, pour terminer avec la présentation du potentiel historique de la zone d'étude.

8.1. Secteurs de la zone d'étude

8.1.1. Secteur 1 : Île aux Tourtes

L'habitabilité de l'île aux Tourtes n'a plus à être démontrée. Les sites archéologiques mis au jour témoignent de son occupation sur plusieurs millénaires. Les nombreuses campagnes archéologiques, dont la dernière réalisée en 2014 pour le compte du MTQ, ont permis de cerner l'ensemble des occupations et de déterminer que l'emprise actuelle de l'autoroute 40, ainsi que les abords sud et nord sont exempts de la présence de vestiges archéologique.

Un des éléments archéologiques qui était toujours identifié comme à risque à la suite des interventions d'Archéotec était la présence possible du mur en pierre associé à l'occupation de la mission. Les superpositions montrent que celui-ci pouvait se trouver sous l'autoroute. On peut d'ailleurs l'apercevoir sur une photographie aérienne de 1962 de la ville de Montréal (figure 11), alors que l'emprise vient d'être déboisée pour la réalisation des travaux de construction. Avec la nature de ce vestige (muret surélevé d'environ 50 cm de haut), celui-ci a certainement été démoli lors des travaux de mise en place du remblai de fondation de l'autoroute.

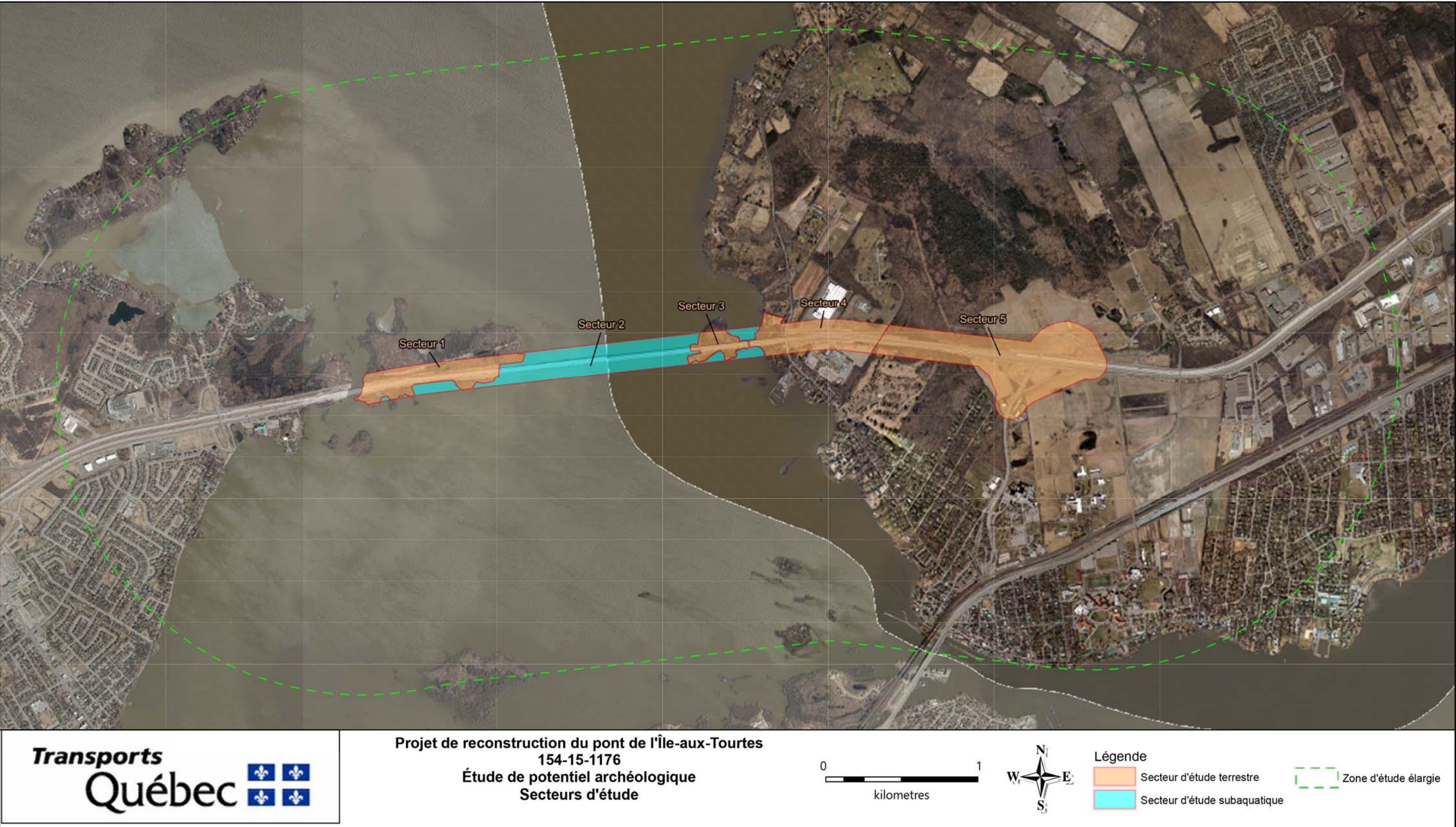


Figure 10 : Localisation des secteurs d'étude

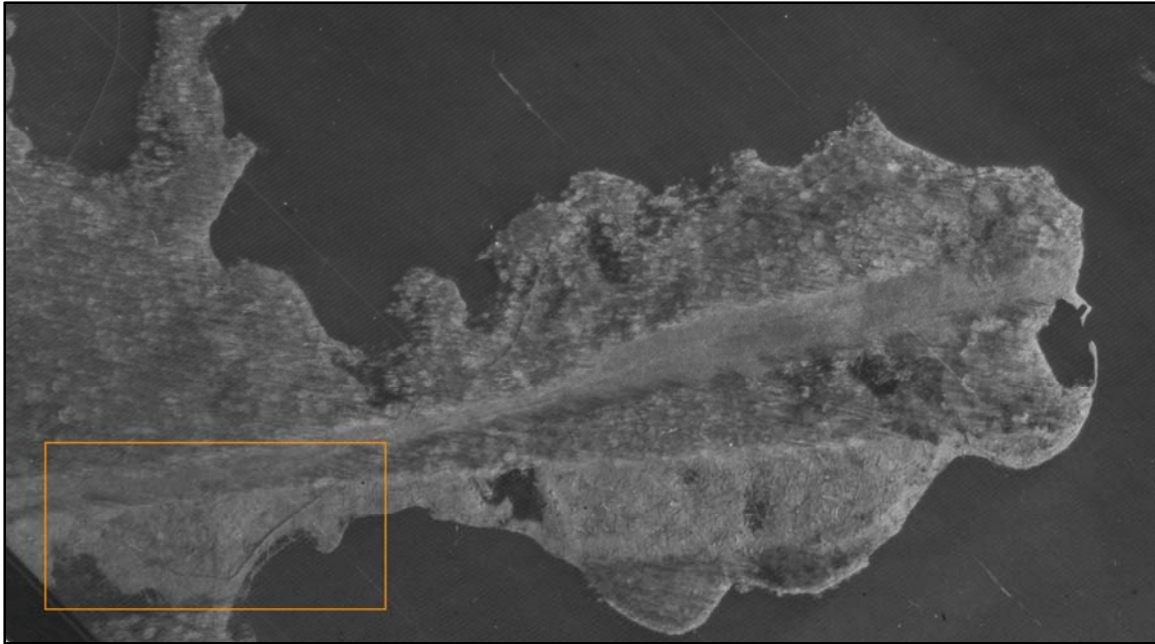


Figure 11 : Agrandissement de la photographie aérienne de 1962 montrant le déboisement de l'emprise de la future autoroute 40 et du muret de pierre (Archives de la ville de Montréal VM97-3 04 835)

8.1.2. Secteur 2 : Lac des Deux Montagnes

Le lac des Deux Montagnes représente un couloir de circulation important. Cet axe de circulation est emprunté depuis la paléohistoire, comme en témoignent les sites archéologiques présents sur l'île aux Tourtes, mais également les données historiques, alors que les Nepissingues descendent la rivière des Outaouais pour se rendre à Montréal et par la suite à l'île aux Tourtes. Celui-ci restera une voie de circulation navale pendant la période de la Nouvelle-France et par la suite au régime anglais. Le fort Senneville atteste d'ailleurs l'importance de surveiller cette voie navigable, tout comme le fait qu'une garnison soit présente à la mission de l'île. On ne peut donc négliger le fait que des embarcations aient pu s'échouer et que la présence d'épaves à l'intérieur de la zone d'étude soit possible.

8.1.2.1. Aménagements anthropiques

Les travaux de constructions du pont de l'Île-aux-Tourtes ont affecté le fond marin. Afin de construire les piles, des estacades ont été aménagées de part et d'autre de l'emprise du côté de l'île aux Tourtes. Ces estacades ont permis d'assécher l'emprise des travaux afin de construire les piles (figure 12). On peut également voir sur la photographie de 1964 de la ville de Montréal que le fond marin semble avoir été nivelé (figure 13). Des remblais ont également été aménagés du côté de l'île Girwood afin de pouvoir charger les barges. En eau profonde, des caissons ont été aménagés et l'eau pompée afin de pouvoir poser les piles qui était construite sur la terre ferme (figure 14).



Figure 12 : Extrait de photographie aérienne de 1964 montrant les estacades et les remblais aménagés pour la construction du pont de l'Île-aux-Tourtes. (Photographie Q64511-150)



Figure 13 : Extrait de la photographie aérienne de 1964 de la ville de Montréal montrant les estacades et le fond marin (Archives de la ville de Montréal - VM97-05-262).



Figure 14 : Extrait de la photographie aérienne de 1965 montrant le remblai aménagé sur l'île Girwood et les caissons pour la construction des piles (archives de la ville de Montréal VM97-05-262).

8.1.3. Secteur 3 : Île Girwood

8.1.3.1. Géographie

Les données colligées dans la présente étude montrent que l'île Girwood est composée de deux plateaux. Le premier plateau (24 m a.n.m.), situé à quelques mètres du niveau des hautes eaux est séparé du second plateau (26 m a.n.m.) par une pente allant de douce à moyenne. Ce second plateau occupe le centre de l'île.

Les forages géotechniques réalisés en 1962 pour la construction du premier pont montrent que les sols de surfaces sont formés de roches et de graviers, reposant par endroit sur un niveau de sable ou un niveau d'argile silteuse (figure 15). Géographiquement, l'île Girwood offre un lieu d'installation adéquat. Tout comme l'île aux Tourtes, elle se trouve à un emplacement où plusieurs espèces sont établies et permet donc de subvenir aux besoins de groupes de chasseurs-cueilleurs, en plus d'être à proximité de plusieurs milieux humides (figure 6). La surface d'occupation y est plus restreinte, mais une terrasse plus élevée (26 m a.n.m.) laisse croire qu'elle a pu être accessible avant l'île aux Tourtes. La terrasse de 24 m devait surtout être habitable dans la partie sud de l'île.

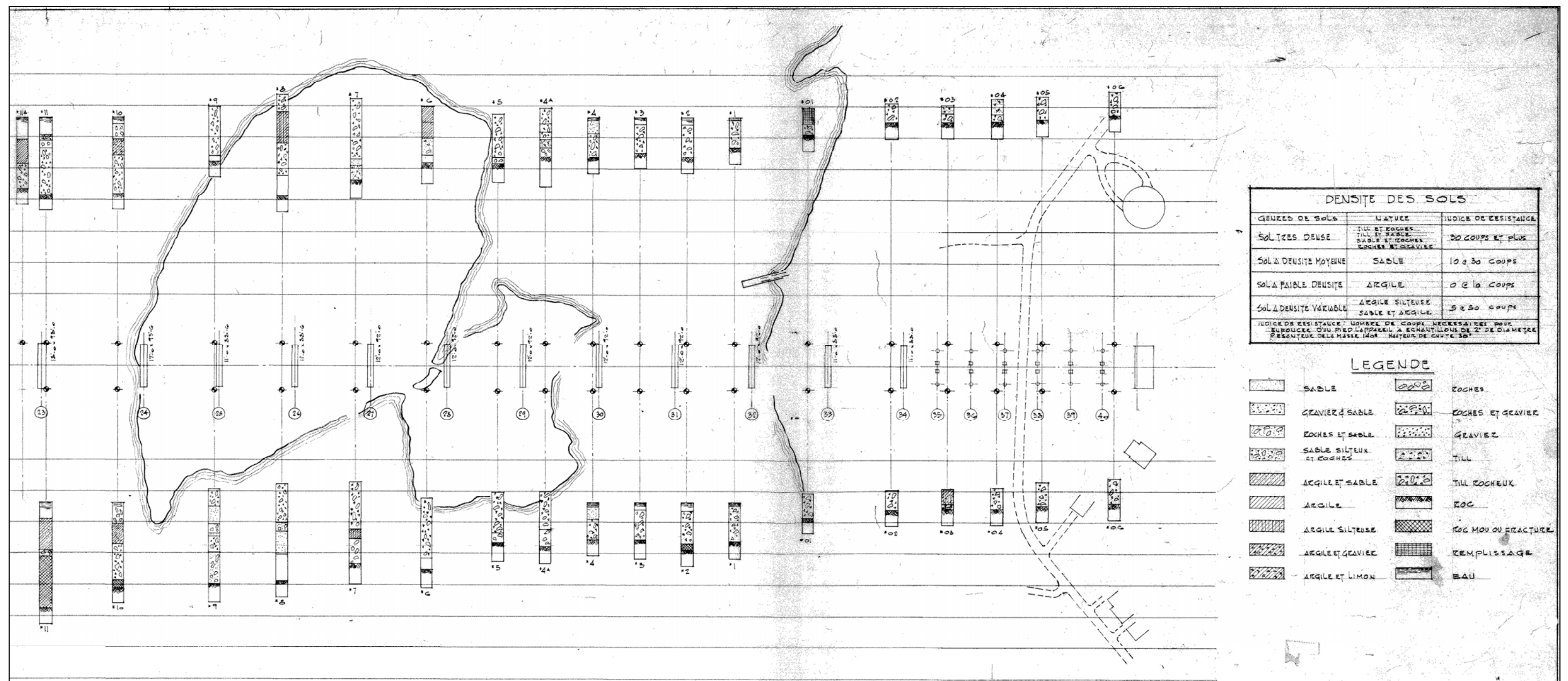


Figure 15 : Extrait du plan des forages géotechniques lors de la planification des travaux du pont de l'Île-aux-Tourtes, 1962. (MTQ)

8.1.3.2. Aménagements anthropiques

Sur l'île Girwood, les premiers aménagements anthropiques sont indiqués sur la carte topographique de 1915 (figure 16). On peut voir un point indiquant la présence d'un bâtiment au sud de l'île. Le bâtiment est également indiqué sur la carte de 1931 (figure 17). La carte topographique de 1952 montre la présence de quatre bâtiments sur l'île (figure 18), alors que les cartes de 1961 et de 1963 ne font état que d'un seul. La photographie aérienne de 1947 montre quant à elle au moins trois bâtiments présents sur l'île Girwood (figure 19).



Figure 16 : Extrait de la carte topographique de 1915. (Carte 31H5 1 :50 000 - 1915)

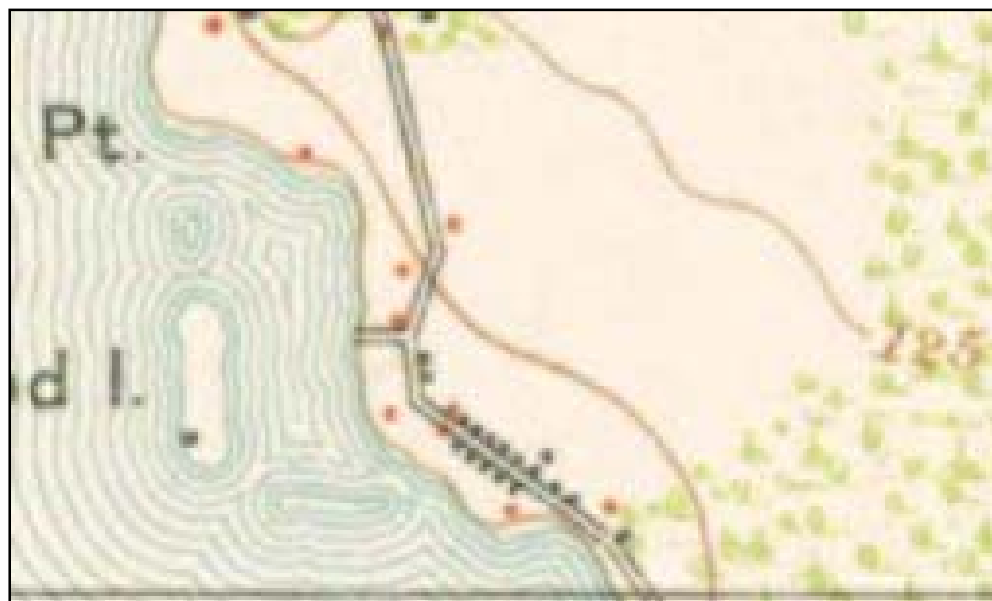


Figure 17 : Extrait de la carte topographique de 1931 (Carte 31H5 1 :50 000 – 1931)



Figure 18 : Extrait de la carte topographique de 1952 montrant l'île Girwood et la rive Senneville. (Carte 31H5-w - 1 :50 000 - 1952)

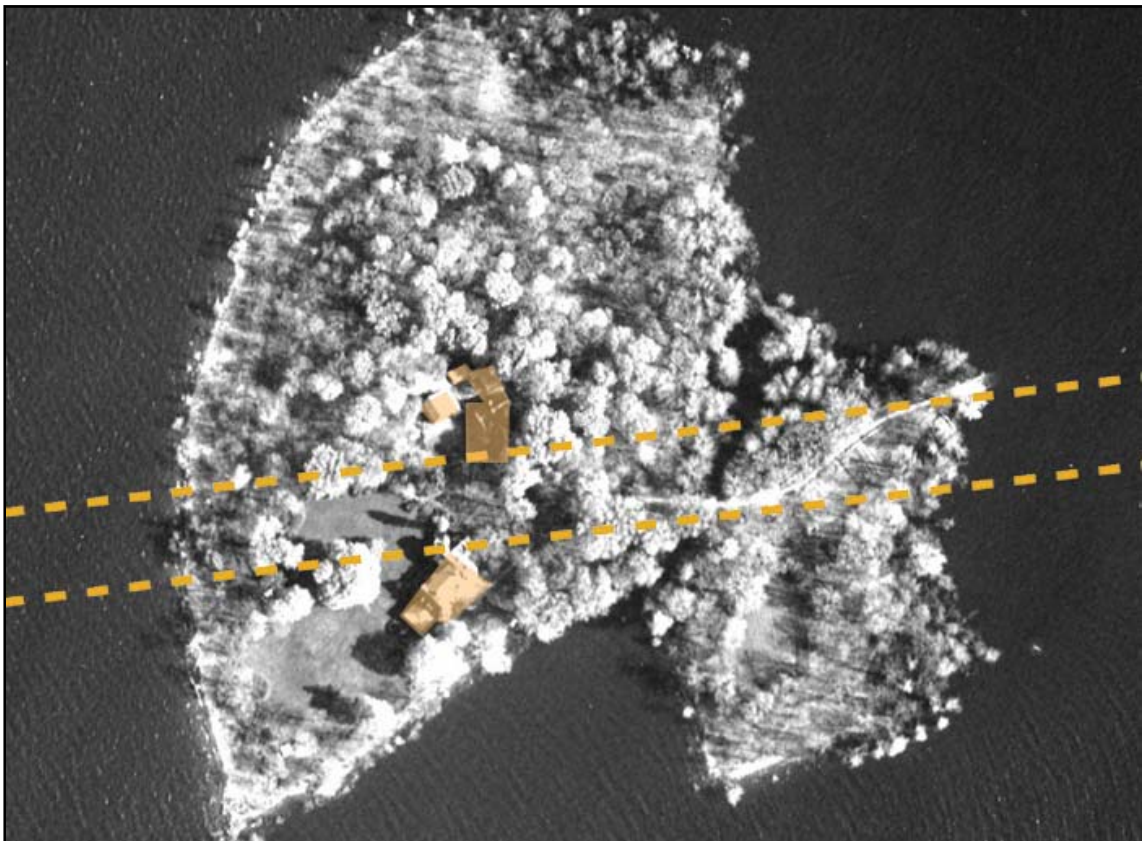


Figure 19 : Agrandissement de la photographie aérienne de 1947 montrant la présence d'au moins trois bâtiments et le tracé de l'actuel pont de l'île-aux-Tourtes (VM97-3 7P47 17).

L'étude du plan de localisation des forages géotechniques de 1962 en prévision de la construction du pont de l'Île-aux-Tourtes montre que l'île Girwood avait une forme différente avant la construction du pont (figure 15). En effet, des remblais ont été aménagés pour la construction du pont de l'Île-aux-Tourtes en 1964 comme le montrent les photographies aériennes de 1964 (figures 12, 13, 14 et 20), le bras que l'on peut voir aujourd'hui dans la partie sud-ouest de l'île était absent à cette époque. De plus, la distance entre l'île Girwood et la rive est du lac des Deux Montagnes était beaucoup plus grande. Dans les deux cas, il s'agit fort probablement de travaux de remblayage pour la construction du pont. Le remblai entre la rive et l'île sert probablement à la stabilisation des piles du pont. Le remblai au sud-ouest de l'île aurait quant à lui été aménagé afin d'offrir un emplacement pour les roulottes de chantier, du matériel et également permettre de charger des matériaux sur des barges, tel qu'en témoigne la comparaison des photographies aériennes de 1944 et de 1964. Les travaux de construction du pont ont certainement eu un impact sur le potentiel archéologique au sud de l'île Girwood.



Figure 20 : Comparaison de l'île Girwood entre les photographies aériennes de 1944 et 1964. (Extrait des photographies A7129-44 et Q94511-150)

Les photographies aériennes montrent également que la construction du pont de l'Île-aux-Tourtes semble avoir eu un impact majeur à l'intérieur de l'emprise requise pour les travaux. Bien qu'on ne puisse en être certain, les excavations pour la construction des piles et la circulation de la machinerie semblent avoir eu un impact non négligeable sur

les sols en place. On remarque également au nord du pont qu'une zone a été déboisée. Il est difficile toutefois d'évaluer l'impact de ce déboisement sur l'intégrité des sols. On remarque sur les photographies aériennes de 1964 que la partie sud de la zone à potentiel est déboisée.

Les bâtiments présents sur l'île Girwood seront détruits lors de la construction du pont en 1964 (Thiffault 2017 : 28). La partie sud de l'île sera également aménagée en aire de travail et de dépôt de matériaux pendant la construction.

L'orthophotographie de l'île Girwood permet également de voir les contours d'un bâtiment au nord du pont, appartenant sûrement à l'un des bâtiments visibles au nord de l'île sur la photographie aérienne de 1947 (figure 21). Selon l'étude historique réalisée pour le compte du Ministère des Transports (atelier CT 2017 : 27), ces vestiges peuvent être associés aux propriétés de la famille Johnson, toutefois peu d'informations ont été mises au jour sur cette occupation et la fonction de ces bâtiments.



Figure 21 : État des lieux en 2004 montrant les vestiges sur l'île Girwood et au 140 chemin de Senneville.

8.1.4. Secteur 4 : Rive est du lac des Deux Montagnes

8.1.4.1. Géographie

La rive est du lac des Deux Montagnes s'étend de la rive de Senneville jusqu'à la limite est des terrains de la compagnie du cimetière du Mont Royal et des laboratoires Charles Rivers. Le secteur est généralement plat avec une faible inclinaison vers le lac, passant d'une altitude de 30 m à l'est jusqu'à 24 m sur la rive.

8.1.4.2. Aménagements anthropiques

L'étude historique réalisée pour le compte du MTQ montre que l'occupation du territoire de Senneville se fait surtout à partir du XIX^e siècle. Peu de plans anciens sont disponibles pour le secteur Senneville. La carte de 1702 de l'Abbé de Belmont (figure 22) indique qu'au moins six concessions ont été accordées sur le bout de l'île, sans toutefois montrer d'indications comme quoi des bâtiments ont été construits.

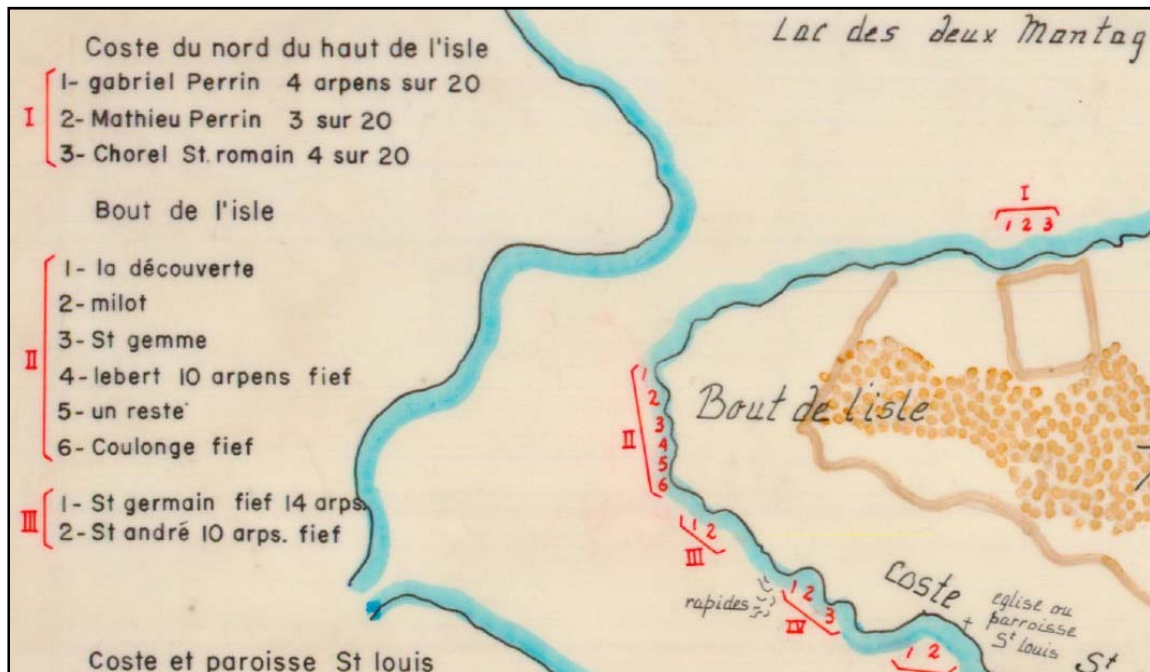


Figure 22 : Extrait de la carte de l'Abbé Belmont de 1702 indiquant les concessions sur le bout de l'île. (F. Vachon de Belmont, 1702, redessinée par G. Gallienne en 1977.)

L'atlas de H.W. Hopkins de 1879 (figure 23) fournit quelques données pour la rive de Senneville. Il est possible de constater deux bâtiments qui pourraient se situer dans l'emprise du projet. La précision du plan ne permet toutefois pas de localiser de façon précise ceux-ci sur le terrain ou s'ils pouvaient correspondre à des bâtiments toujours existants aujourd'hui.



Figure 23 : Extrait de la carte de Hopkins de 1879 montrant l'île Girwood et la rive de Senneville (1879 - HW Hopkins - Atlas of the city and island of Montreal, including the counties of Jacques Cartier and Hochelaga -feuillet 94).

La planche 62 de l'atlas de l'île de Montréal et de l'île Bizard de 1907 (figure 24) nous permet de constater que le secteur se densifie le long du chemin Senneville. On y perçoit que sept terrains se trouvant dans l'emprise du projet présentent de nombreux bâtiments. Sur le terrain de H. Robillard nous pouvons constater la présence d'un bâtiment de brique ainsi que deux bâtiments secondaires en bois. Sur le terrain de Jules Robillard, on note la présence de deux bâtiments en briques et de deux bâtiments de bois, alors que sur le terrain 18 se situe deux bâtiments de bois et sur le terrain de J.R. Crevier se trouve un bâtiment de brique et un bâtiment de bois. Dans tous les cas, la fonction des bâtiments est inconnue. À l'est du chemin Senneville, les terres semblent uniquement à fonction agricoles.

Il faut ensuite se référer aux cartes topographiques afin d'avoir une idée des aménagements qui se trouvent dans l'emprise du projet. La carte 31H5 de 1915 (figure 16) montre trois bâtiments de briques ou de pierres et plusieurs bâtiments sur la rive est du lac des Deux Montagnes. La carte de 1931 est inchangée alors que la carte de 1952 montre près d'une quinzaine de bâtiments de part et d'autre du chemin de Senneville.

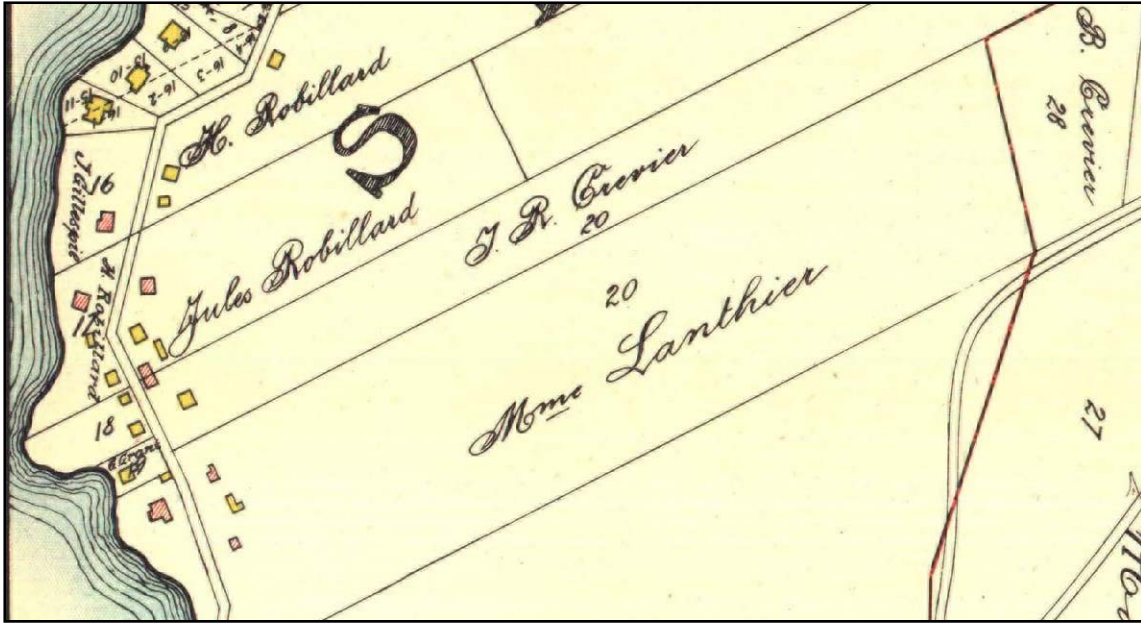


Figure 24 : Extrait de l'atlas de l'île de Montréal montrant le chemin Senneville ainsi que la rive Senneville à la hauteur de l'île Girwood (atlas of the island and the city of Montreal and Ile Bizard Atlas Publishing co. - 1907 - Planche 62).

Tout comme pour l'île Girwood, la construction du pont de l'Île-aux-Tourtes et de l'autoroute 40 semble avoir affecté grandement l'intégrité des sols à l'intérieur de l'emprise. Les photographies aériennes de 1964 semblent montrer de nombreuses perturbations. L'étude historique (Atelier CT 2017 : 28) montre également des bâtiments présents dans l'emprise en 1964 qui seront démolis pour la construction du pont. L'installation des laboratoires Charles River au sud de l'autoroute 40 peut également avoir affecté l'intégrité des sols. Les travaux de terrassement pour l'aménagement de l'aire de stationnement peuvent avoir affecté l'intégrité des sols naturels.

La cartographie ancienne et les photographies aériennes montrent que jusqu'en 2014, les terres au nord de l'autoroute 40 dans ce secteur étaient à vocation agricole. Bien que les labours affectent l'intégrité des sols et causent des perturbations sur les sites archéologiques, ce niveau de perturbation est jugé de faible à moyen. En 2014, l'entreprise Tenaquip procède à l'acquisition et à la construction de bâtiments sur le terrain 5 349 082. L'orthophotographie aérienne ainsi que les vues satellites de Google earth nous permettent de voir l'évolution des constructions. On sait entre autres que le terrain a fait l'objet d'un nivellement, suivi de la pose d'un niveau de terre noire afin d'aménager un terrain gazonné.

Le terrain du cimetière Mont Royal (5 352 132) appartenait autrefois à la Domtar. Celui-ci fut remis en état lors de l'acquisition par la société du cimetière du Mont-Royal. L'étang fut entièrement réaménagé. Aujourd'hui, il s'agit d'un milieu humide abritant une faune et une flore diversifiée. Un chemin d'accès est aménagé sur le terrain. Le

LiDAR permet également de voir que ces secteurs ont fait l'objet d'aménagements. Outre l'étang, le terrain en bordure de l'autoroute 40 n'a pas été aménagé.

Au sud de l'autoroute 40, les terrains 1 991 075, 1 991 076 et 1 976 936 sont la propriété des laboratoires Charles Rivers. Lors de la construction de l'autoroute 40, la partie nord des terrains 1 991 076 et 1976 936 est aménagée en aire de travail, en plus d'abriter des installations de chantier. La photographie aérienne de 1964 de la ville de Montréal permet de voir une vaste section triangulaire sur laquelle semblent être déposés des matériaux (figure 25). Une première série de bâtiments est construite sur les terrains 1 991 076 et 1 976 036 et un chemin d'accès est aménagé au nord en plus d'un terrain de baseball. Les travaux d'agrandissement qui sont réalisés au début des années 2000 modifient encore le terrain. Les données LiDAR montrent que les aires de stationnement sont surélevées par rapport aux terrains adjacents. Le terrain 1 991 075 a également fait l'objet de travaux, le centre du terrain étant surélevé. On ne sait pas toutefois si ces travaux ont affecté le sous-sol.

8.1.5. Secteur 5 : Intérieur des terres, Senneville.

Ce secteur est délimité à l'ouest par le terrain de la compagnie du cimetière du Mont Royal et par le terrain des laboratoires Charles Rivers. Sa limite est se situe à l'échangeur des anciens combattants. Le centre de cette zone a été perturbé par la construction de l'autoroute 40. Au nord de celle-ci, on retrouve un replat dont l'altitude varie entre 34 et 36 m sur lequel est aménagée une ligne électrique, suivi d'une pente ascendante vers le nord avec un second plateau à la limite nord du secteur à 44 m d'altitude. Un sentier parcourt la pente d'est en ouest. Un ruisseau traverse également le secteur dans un axe nord/sud. Au sud de l'autoroute 40 se trouve un autre replat, celui-ci situé entre 32 m et 34 m d'altitude.

Encore une fois, les photographies aériennes de 1964 montrent que l'emprise routière pour la construction de l'autoroute 40 dans ce secteur fut grandement perturbée par les travaux. Dans le secteur de l'échangeur des Anciens-Combattants, il semble que les perturbations s'étendent au nord jusqu'au second replat à 44-50 m d'altitude (figure 25). L'ensemble de l'échangeur semble assez perturbé, bien que l'on puisse distinguer des sols qui ne semblent pas avoir subi de perturbation au sud-ouest.

Le secteur présente une sédimentologie variable, avec parfois des sols argileux et d'autres fois des sols sableux avec un drainage adéquat. Le plateau de 44-50 m d'altitude présente une surface d'habitabilité intéressante pour les périodes plus anciennes.



Figure 25 : Agrandissement de la photographie aérienne de 1964 montrant les travaux de l'échangeur des Anciens-Combattants. (Archives de la ville de Montréal VM97-3-05-234)

Tableau 6 : Synthèse des secteurs d'analyses du côté Senneville

| | Secteur 3 | Secteur 4 | Secteur 5 |
|-----------------------|--|---|---|
| Topographie | Deux plateaux séparés par une pente douce à moyenne | Plane | Plane, pente faible ascendante d'ouest en est. Terrasse au nord de l'A-40. |
| Sédimentologie | Roche et gravier reposant sur niveau de sable par endroit. | Sols argileux imparfaitement drainés et loam sableux modérément bien drainé (Laboratoire Charles River) | Sols argileux imparfaitement drainés à l'ouest et en bordure de la terrasse de 44-50 mm, loam sableux et sable modérément bien drainé au sud et à l'est ainsi que sur la terrasse de 44-50 m. |
| Hydrographie | Île sur le lac des Deux-Montagnes | Berge du lac des Deux-Montagnes, drainage moyen | À proximité du lac des Deux-Montagnes, ruisseaux. Drainage varie de modéré |

| | | | |
|---------------------------------|--|--|--|
| | | | à bon selon le type de sol. |
| Végétation | Boisé/gazonné | Gazonné, autrefois champs et boisé | Boisé/gazonné/champs |
| Faune | Plusieurs espèces de poissons, faune aviaire | Plusieurs espèces de poissons, faune aviaire, petite faune terrestre | Faune aviaire, petite faune terrestre |
| Perturbation anthropique | Autoroute 40. Aménagement de remblais. | Plusieurs aménagements domestiques. Autoroute 40. Bâtiments commerciaux au nord et au sud, aménagement de stationnements. Possible station de pompage sur le terrain (1 991 075) | Construction de l'autoroute 40, échangeur des Anciens-Combattants, champs agricoles, routes municipales. |

8.2. Potentiel archéologique préhistorique

Puisque les nombreuses interventions archéologiques réalisées à l'ouest ont permis d'expertiser l'ensemble de la zone d'étude restreinte, l'analyse du potentiel archéologique préhistorique s'est concentrée sur le secteur est du projet. L'ensemble des données présentées au cours des chapitres précédents a permis de déterminer les critères ayant servi à identifier ou discriminer des zones à potentiel archéologique préhistorique. Ces critères sont présentés au tableau 7, alors que le tableau 8 présente les caractéristiques des zones à potentiel retenues. La présentation des données des zones à potentiel a été reprise d'Arkéos (2014 : 66).

Tableau 7 : Critères d'analyse du potentiel archéologique préhistorique

| Éléments environnementaux | Éléments d'intérêts | Éléments affectant le potentiel |
|----------------------------------|--|--|
| Topographie | Plages et hauts de plage, îles, pointes, anses, baies, terrains surélevés (sites villageois), replats | Pentes abruptes, exposition aux vents, perturbations anthropiques, |
| Morpho-sédimentologie | Terrasses marines et fluviales, eskers, crêtes morainiques, sols bien drainés, sols sableux (sites villageois) | Sols mal drainés |
| Hydrographie | Proximité des cours d'eau et des lacs importants, confluence de cours d'eau, rapides | Absence de points d'eau, |
| Végétation | Ressources végétales comestibles, bois de chauffage | Absence de végétation |
| Faune | Proximité de lieux propices à la chasse et à la pêche (forêt, marais, tourbière, rapides) | Absence de faune |

| | | |
|----------|--|--|
| Géologie | Proximité d'une source de matière première | |
|----------|--|--|

L'examen de l'ensemble des données a permis de délimiter huit zones à potentiel archéologique paléohistorique dans les secteurs 3 à 5.

Tableau 8 : Zones à potentiel paléohistorique retenues

| Zone | Localisation | Superficie (m ²) | Altitude | Nature des sols et drainage | Commentaire |
|------|---|------------------------------|------------|--|---|
| P-1 | Île Girwood, au nord du pont de l'Île aux Tourtes | 15 020 m ² | 24m et 26m | Till, drainage modéré | Deux plateaux offrant un espace adéquat pour l'occupation humaine. Plateau de 24 m susceptibles aux inondations |
| P-2 | Île Girwood | 4 809 m ² | 24m | Till, drainage modéré | |
| P-3 | Senneville – Nord du pont | 21 220 m ² | 24m et 26m | Sols argileux sur Till, drainage modéré | |
| P-4 | Senneville – Sud du pont | 9 635 m ² | 24m | Sols argileux sur Till, drainage modérément bien | |
| P-5 | Senneville, nord A-40 | 17 490 m ² | 30 m | Sable limoneux, drainage indéterminé | Espace adéquat pour l'installation d'un campement aux abords du lac des Deux-Montagnes pendant le retrait des eaux. Stade de Montréal (8 800 ans ¹⁴ C) |
| P-6 | Senneville | 12 540 m ² | 32 m | | Stade de Montréal (8 800 ans ¹⁴ C) |
| P-7 | Senneville sud de l'A-40 | 11 000 m ² | 32 - 34 m | Loam sableux fin, drainage modéré | En retrait du lac. Ruisseaux traversent la zone à potentiel. Stade de Montréal (8 800 ans ¹⁴ C) |
| P-8 | Nord de l'échangeur des anciens combattants | 6 190 m ² | 48 m | Sable limoneux modérément bien drainé | Terrasse sableuse, en retrait du fleuve et du lac des Deux-Montagnes, à proximité d'un ruisseau à l'est. |



Figure 26 : Plan 1 - Localisation des zones paléohistoriques P-1 à P-4 sur fond orthophotographique



Figure 27 : Plan 2 – Localisation des zones à potentiel paléohistoriques P-1 à P-4 sur fond LiDAR



Figure 28 : Plan 3 – Localisation des zones à potentiel paléohistorique P-5 et P-6 sur fond orthophotographique

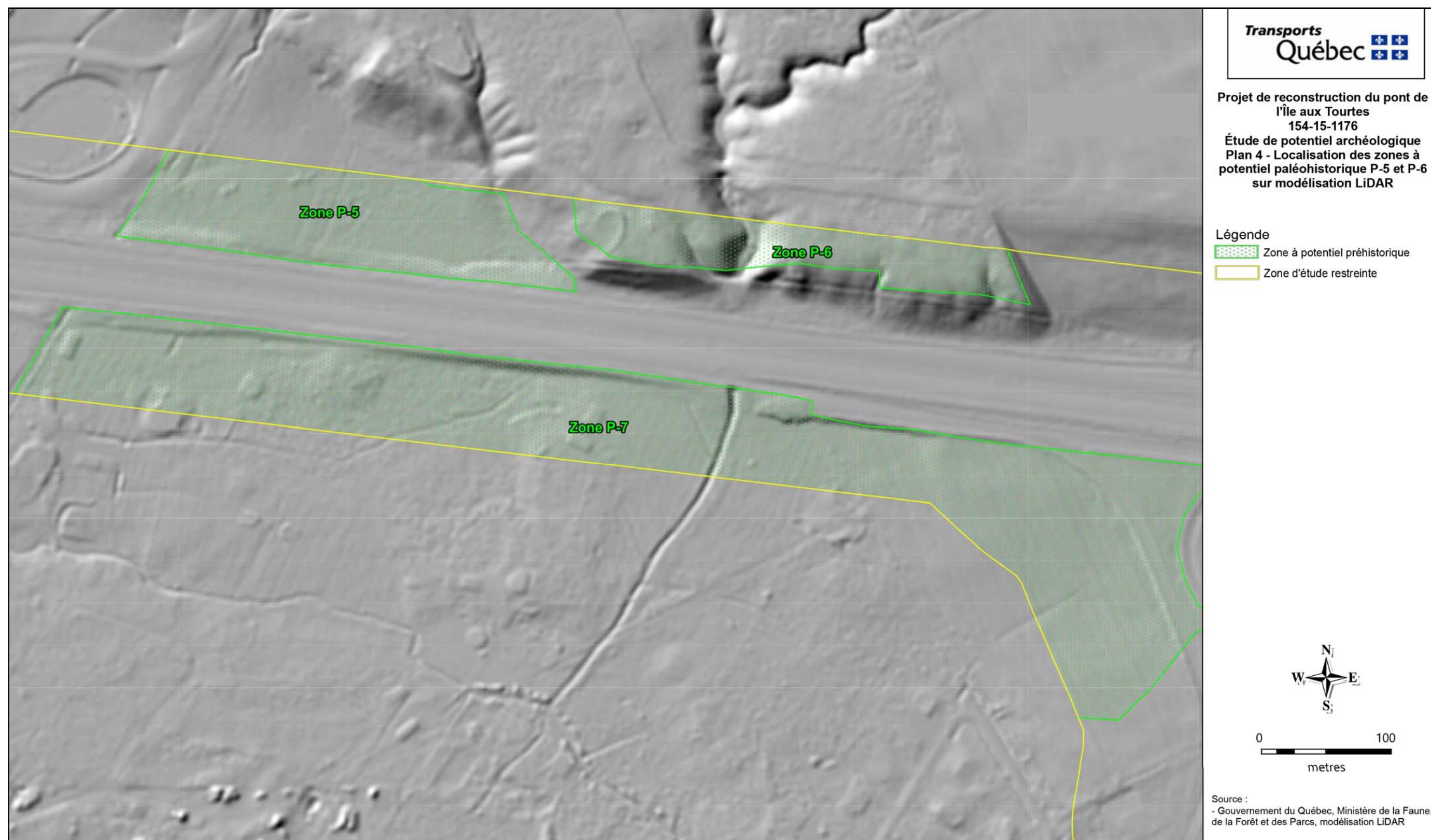


Figure 29 : Plan 4 – Localisation des zones à potentiel paléohistorique P-5 à P-7 sur modélisation LiDAR



Figure 30 : Plan 5 – Localisation des zones à potentiel paléohistorique P-7 et P-8 sur fond orthophotographique

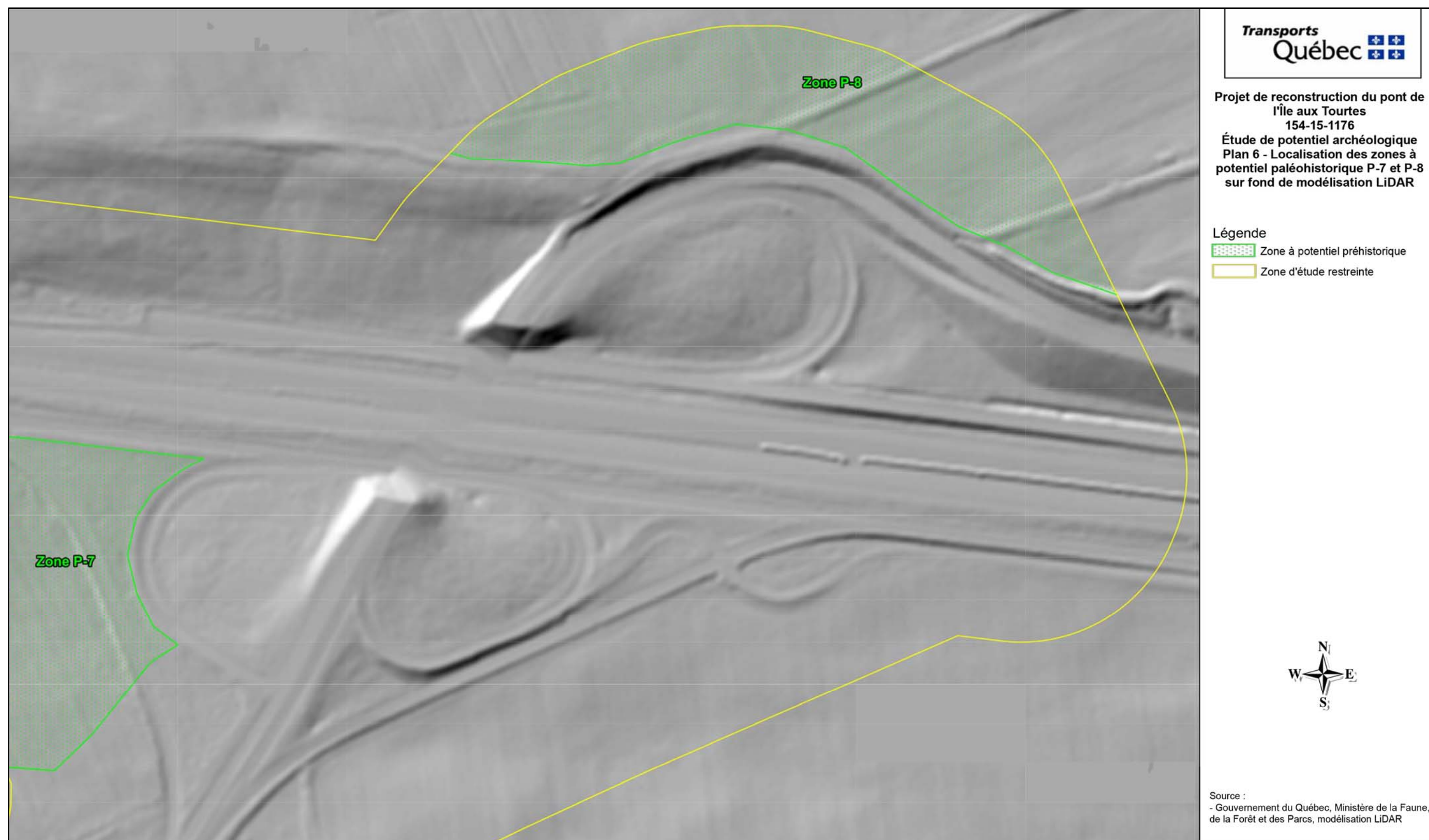


Figure 31 : Plan 6 – Localisation des zones à potentiel paléohistorique P-7 et P-8 sur modélisation LiDAR

8.3. Potentiel archéologique historique

L'examen des données historique démontre que la zone à l'étude est restée pendant longtemps libre de tout développement. L'occupation s'est surtout effectuée à partir du XIX^e siècle. Le manque de plans, ainsi que leur imprécision ne permettent pas la réalisation d'un plan polyphasé. Toutefois, nous savons grâce aux données historiques que les terrains aux abords du lac des Deux Montagnes et l'île Girwood ont été occupés dès le XIX^e siècle. Les photographies aériennes récentes, en plus des plans d'états des lieux de 2009 montrent que des bâtiments étaient encore présents en 1964 et même jusqu'en 2009. Cinq zones à potentiel historique ont été délimitées à l'intérieur desquelles il est possible de mettre au jour des éléments de nature historique.

| Zone | Localisation | Superficie (m ²) | Altitude | Éléments d'intérêts |
|------|--|------------------------------|-------------|--|
| H-1 | Île Girwood, au nord du pont de l'Île-aux-Tourtes | 2 541 m ² | 24m et 26m | Occupations de l'île par la famille Johnson (date indéterminée) Bâtiments visibles sur photographies aériennes de 1947 et 1964. Vestiges visibles sur orthophotographie. |
| H-2 | 140 chemin Senneville | 21 220 m ² | 24m et 26 m | Maison Dow construite en 1885. Bâtiments apparaissant sur état des lieux de 2009 maintenant absent. Vestiges visibles sur orthophotographie |
| H-3 | Senneville – Nord du pont | 1 294 m ² | 26m | Lot 16, coupole géodésique détruite entre 2009 et 2014. |
| H-4 | 118 chemin Senneville | 9 635 m ² | 24m | Carte de Pinsoneault 1907 montre un bâtiment au sud du tracé de l'A-40. Terrain vacant en 1947. |
| H-5 | Terrain 4884103, sur le bord de la terrasse au nord de l'A-40. | | 44-50 m | Aménagement de forme elliptique visible sur la modélisation LiDAR. Ressemble à un bourrelet aménagé. Fonction inconnue |



Figure 32 : Plan 7 – Localisation des zones à potentiel historique H-1 à H-4 sur fond orthophotographique

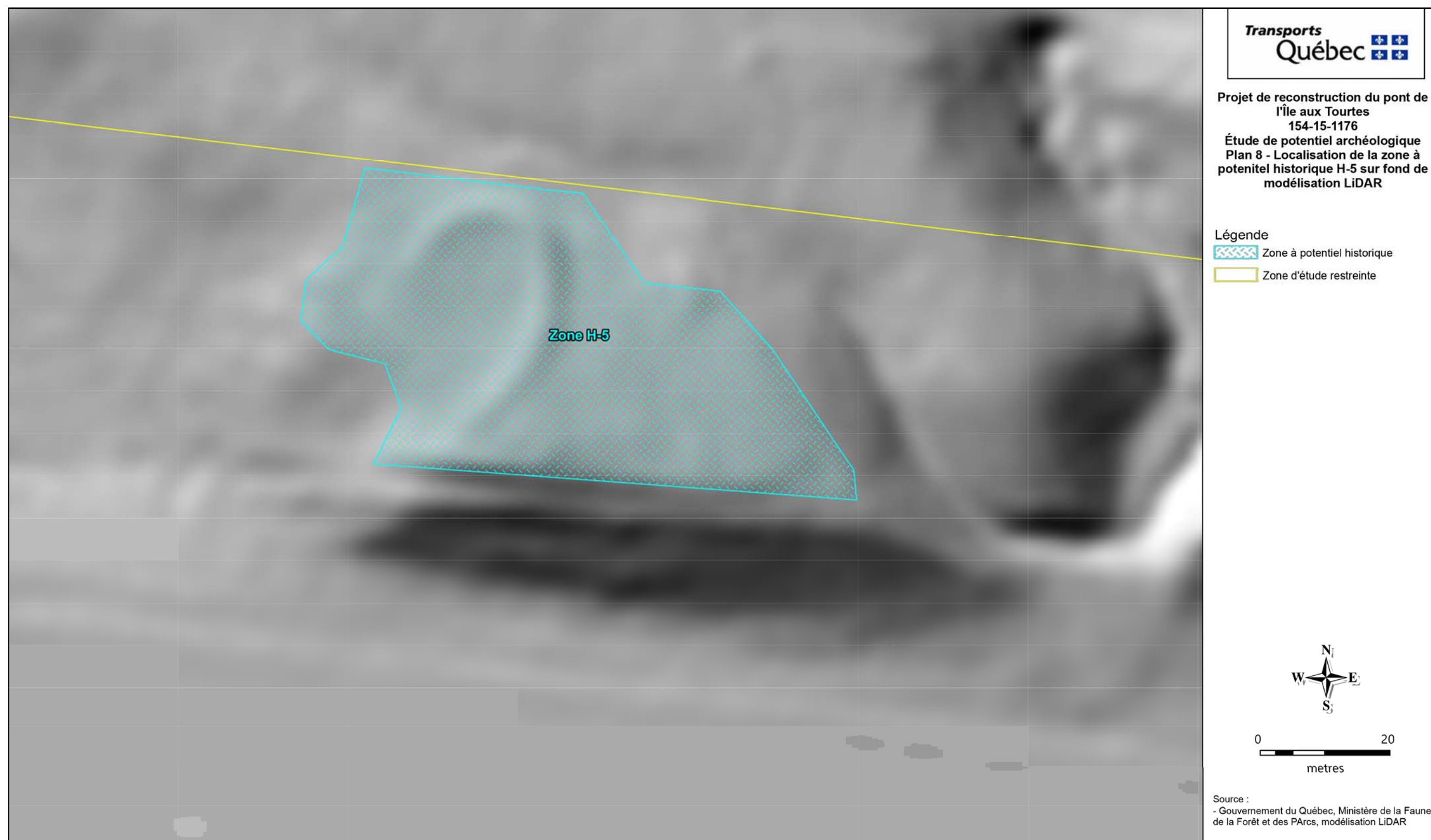


Figure 33 : Plan 8 – Localisation de la zone à potentiel historique H-5 sur modélisation LiDAR

9. Recommandations

Il est recommandé d'effectuer un inventaire archéologique à l'intérieur des zones à potentiel archéologique qui seront touchées par les travaux.

Ces recommandations devront être revues en fonction de la nature des travaux sur le terrain (réfection ou reconstruction), du tracé et de l'emprise retenue pour la réalisation du projet, des types d'interventions à réaliser et des découvertes, le cas échéant. La stratégie d'intervention sera déterminée en fonction du type de potentiel archéologique identifié et des contraintes de terrain.

Pour le lac des Deux Montagnes, il est recommandé de réaliser un inventaire subaquatique par magnétomètre et balayage multifaisceaux de la zone restreinte. Advenant la présence d'anomalie, une validation par plongée pourrait être requise afin de compléter l'inventaire.

Pour le secteur de l'île aux Tourtes, aucun autre inventaire archéologique n'est recommandé. Il est toutefois recommandé d'éviter tout travaux à l'intérieur du site patrimonial classé de l'île aux Tourtes.

BIBLIOGRAPHIE

Agin, Guy

1993 Première campagne de fouille au site du poste de traite de l'île aux Tourtes, site BiFl-5. Ministère de la Culture, rapport inédit, 70 p.

Agin, Guy et Transit analyse

1995 *Inventaire archéologique au site du poste de traite de l'île aux Tourtes (3e année), site BiFl-5.* MCCQ, rapport inédit, 41 p.

Archéotec inc.

2007 *Mission Saint-Louis de l'île aux Tourtes. Mesures de conservation de l'église et du cimetière, site BiFl-5. Rapport d'activités.* Ville de Vaudreuil-Dorion, rapport inédit, 17 p.

2007a *Découverte fortuite d'une meule préhistorique lors du remblayage et de la mise en valeur de l'église de l'Île aux Tourtes (BiFl-5).* Ville de Vaudreuil-Dorion, rapport inédit, 6 p.

2007b *Île aux Tourtes. Interventions archéologiques 2006, BiFl-5. Rapport.* MCCQ/Ville de Vaudreuil-Dorion, rapport inédit, 218 p.

2005 *Île aux Tourtes, site BiFl-5. Campagne archéologique 2004, fouille de l'église de 1710.* Société archéologique et historique de l'île aux Tourtes/MCCQ/Ville de Vaudreuil-Dorion, rapport inédit, 146 p.

2004 *Île aux Tourtes. Site BiFl-5. Fouilles archéologiques. Rapport de la campagne 2003.* Société archéologique et historique de l'Île aux Tourtes/Ville de Vaudreuil-Dorion/MCCQ, rapport inédit, 76 p.

2004a *Île aux Tourtes, campagne 2003. Inventaire archéologique.* Ville de Vaudreuil-Dorion/Société archéologique et historique de l'île aux Tourtes, rapport inédit, 43 p.

2003 *Île aux Tourtes. Site BiFl-5, interventions archéologiques.* Rapport de la campagne 2002. Société archéologique et historique de l'Île aux Tourtes/Ville de Vaudreuil-Dorion/MCCQ, rapport inédit, 121 p.

2002 *Île aux Tourtes, interventions archéologiques 2001, rapport de recherche.* MCCQ/Vaudreuil-Dorion/Société archéologique et historique de l'Île aux Tourtes, rapport inédit, 128 p.

Arkéos

- 2013 *Réparation des piles du pont Charles-de Gaulle entre Montréal et Terrebonne – Étude de potentiel archéologique*. Rapport inédit, MTQ. 87p.

Artefactuel

- 2014 *Inventaires archéologiques (2014) – Projet d'intervention majeure du pont de l'Île-aux-Tourtes*. MTQ, rapport inédit, 85p.

Bellavance, Denis

- 2012 Synthèse des événements quaternaires dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs. En ligne : ftp://ftp.mddelc.c.gouv.qc.ca/DONNEES_OUVERTES/Cadre_ecologique_reference/CERQ_Publications/Bellavance2012_Synthese_des_evenements_quaternaires_dans_les_basses_terres_du_Saint-Laurent.pdf

Claude Chapdelaine

- 2007 *Entre lac et montagnes au Méganticois : 12 000 ans d'histoire amérindienne*. Collection Paléo-Québec, no. 32, Recherches amérindiennes au Québec, Montréal, 384 p.

Chapdelaine, Claude, Jean-Marc Forget, Judith Blais et Daniel St-Arnaud

- 1996 *En remontant la rivière aux Brochets. Cinq mille ans d'histoire amérindienne dans Brome-Missisquoi*. Collection Paléo-Québec, vol. 25, Recherches amérindiennes au Québec, Montréal, 152 p.

Chapdelaine, Claude, Normand Clermont et Jacques Cinq-Mars

- 2003 *Île aux Allumettes. L'Archaïque supérieur dans l'Outaouais*. Collection Paléo-Québec vol. 30, Recherches amérindiennes au Québec et Musée canadien des civilisations, Montréal, 363 p.

Chrétien, Yves

- 1995 *Le Sylvicole inférieur dans la région de Québec et le dynamisme culturel en périphérie de la sphère d'interaction Meadowood*. Université de Montréal, Faculté des études supérieures, thèse de doctorat.

Cossette, Evelyne

- 2000 *Prélude à l'agriculture dans le nord-est américain : Le site Hector-Trudel et les stratégies de subsistance entre 500 et 100 de notre ère dans la vallée du Saint-Laurent*. BAR international series 884, Québec, Canada.

Dyke, A. S.

2005 «Late Quaternary Vegetation History of Northern North America Based on Pollen, Macrofossil, and Faunal Remains » dans *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 59, n° 2-3, 2005, p. 211-262. En ligne : <https://www.erudit.org/fr/revues/gpq/2005-v59-n2-3-gpq1624/014755ar/>

Dyke, A S; Moore, A; Robertson, L

2003 *Deglaciation of North America*. Geological Survey of Canada, fichier ouvert 1574, 2003, 2 feuillet; 1 CD-ROM. En ligne : <https://geoscan.nrcan.gc.ca/starweb/geoscan/servlet.starweb?path=geoscan/fulle.web&search1=R=214399>

Ethnoscop

2014 *Fouille archéologique du site DdEh-8 dans le cadre des travaux de contournement de la municipalité de Longue-Rive par la route 138 (2013)*. Direction territoriale de la Côte-Nord, MTQ, rapport inédit, 432 p.

2013 *Inventaires archéologiques (2010)*. Direction de l'Est-de-la-Montérégie, Direction générale des territoires, MTQ, rapport inédit.

2010 *Surveillance archéologique (2008) – Projet de reconstruction du pont Galipeault*. Direction de l'Île-de-Montréal, Direction générale de Montréal et de l'Ouest, MTQ, rapport inédit, 40p.

2010a *Surveillance archéologique (2007-2008) – Projet de reconstruction du pont Galipeault*. Direction de l'Île-de-Montréal, Direction générale de Montréal et de l'Ouest, MTQ, rapport inédit, 38p.

2006 *Site historique et archéologique classé du fort Senneville (BiFl-2). Inventaire archéologique et description architecturale effectuée en 2004 lors de la phase I des travaux de restauration des vestiges architecturaux*. MCCQ, rapport inédit.

Gates Saint-Pierre, Christian

2010 *Le patrimoine archéologique amérindien du Sylvicole moyen au Québec*. MCCCCF, rapport inédit, 59 p.

Lamarche, lise

2006 « Reconstitution géologique du lac Saint-Pierre et de ses ancêtres à l'Holocène » dans *Réunion annuelle de l'AQQUA, Excursion sur l'Histoire holocène de la région de Lanoraie-Lac St-Pierre*. 8 juin 2006. En ligne : http://www.aqqua.uqam.ca/pdf/AQQUA_guide2006.pdf

MCC

2019 *Inventaire des sites archéologiques du Québec*. Consulté le 12 décembre 2019.

2019a *Registre cartographique des sites et inventaires archéologiques du Québec*. Consulté le 12 décembre 2019.

Murray, Annie-Claude

2008 *L'île aux Tourtes (1703-1727) et les perles de traite dans l'archipel montréalais*. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal, Montréal, 151 p.

Pendergast, James F.

1965 *An archaeological reconnaissance of the eastern portion of the triangle of land between the Ottawa and St. Lawrence rivers in 1965*. Musée national de l'Homme, Ottawa, rapport inédit, 13 p.

Pintal, Jean-Yves

2007 *Domaine Longwood. Interventions archéologiques sur les sites CeEt-471 et CeEt-481. Arrondissement des Chutes-de-la-Chaudière-est, ville de Lévis*. Domaine Longwood/MCCCF/Ville de Lévis, rapport inédit, 261 p.

2006 «The Archaic sequence of the St-Lawrence Lower North Shore, Quebec.» Dans *The Archaic of the far Northeast*. Édité par David Sanger et M.A.P. Renouf, The University of Maine Press, Orono, Maine 486 p.

1998 *Projet chutes de la Chaudières. Fouilles archéologiques des sites CeEt-679a, CeEt-679b et CeEt-680*. Rapport soumis à Innergex, société en commandite.

Ramparts (Léon Robichaud et Alan M. Stewart)

2000 *Recherches documentaires sur l'île aux Tourtes. Mission, fort et poste de traite, 1704-1727*. Ministère de la Culture et des Communications/Ville de Vaudreuil-Dorion/Société archéologique et historique de l'île aux Tourtes, rapport inédit, 120 p.

Richard, Pierre J.H. 2009

Ritchie, William A.

1980 *The Archaeology of New York state*. Revised edition, Harbor Hill books, Harrison, New York, 343 p.

Robitaille et Saucier

1998 *Paysage régionaux du Québec méridional*. Québec, Publication du Québec, 213 pages.

Société archéologique et historique de l'île aux Tourtes (SAHIT),

2019 <https://ileauxtourtes.qc.ca>, Consulté en juin 2019.

Spence, Michael W., Robert H. Phil et Carl R. Murphy

1990 «Cultural complexes of the early and middle Woodland periods». In *The Archaeology of southern Ontario to A.D. 1650*, Chapitre 5, Edited by Chris J. Ellis and Neal Ferris, Occasional publications of the London chapter, Ontario Archaeological Society inc., Publication number 5, London, Ontario, 570 p.

Tâché, Karine

2010 *Le Sylvicole inférieur et la participation à la sphère d'interaction Meadowood au Québec*. MCCCCF, rapport inédit, 134 p.

Transit Analyse

1992 *Inventaire archéologique, Île aux Tourtes, comté de Vaudreuil, sites BiFm-2, BiFl-5 et BiFl-6*. MAC, rapport inédit, 140 p.

Tremblay, Roland

2007 *Les Iroquoiens du Saint-Laurent*. Les éditions de l'homme et Musée Pointe-à-Callière, Montréal, 139 p.



INVENTAIRE ARCHÉOLOGIQUE SUBAQUATIQUE (2019)
PROJET MAJEUR DU PONT DE L'ÎLE-AUX-TOURTES ENTRE
VAUDREUIL-DORION ET SENNEVILLE (Projet 154-15-1176)

DIRECTION DES GRANDS PROJETS DU PONT DE L'ÎLE-AUX-TOURTES ET DE
L'ÉCHANGEUR SAINT-PIERRE



INSTITUT DE RECHERCHE
EN HISTOIRE MARITIME
ET ARCHÉOLOGIE SUBAQUATIQUE

Avril 2020

Photo couverture : Zone à l'étude en aval du pont actuel de l'Île-aux-Tourtes (IRHMAS, Néron 2019)

INVENTAIRE ARCHÉOLOGIQUE SUBAQUATIQUE (2019)

PROJET MAJEUR DU PONT DE L'ÎLE-AUX-TOURTES ENTRE VAUDREUIL-
DORION ET SENNEVILLE (Projet 154-15-1176)

DIRECTION DES GRANDS PROJETS DU PONT DE L'ÎLE-AUX-TOURTES ET DE
L'ÉCHANGEUR SAINT-PIERRE

N° de dossier, ministère des Transports : 3116-18-AD01

Février 2020

Rapport préparé par :

IRHMAS
2019-PIT-07

8266B rue Saint-Denis
Montréal (Québec) H2P 2G6

Téléphone :
438-886-2197

Courriel : info@irhmas.com
Site web : <https://www.irhmas.com/>

Rapport préparé pour :

Ministère des Transports
Direction des grands projets du pont de l'Île-aux-Tourtes et de l'échangeur Saint-Pierre

500, boulevard René-Lévesque Ouest, 4^e étage
C.P.5 Montréal (Québec) H2Z 1W7

Permis de recherche archéologique délivré à l'IRHMAS

Numéro de permis
19-IRHM-03

Résumé

Le Ministère des Transports du Québec a mandaté l'IRHMAS afin de réaliser les expertises archéologiques en milieu subaquatique dans le cadre des études préalables au projet majeur du pont de l'Ile-aux-Tourtes (projet 154-15-1176), reliant Vaudreuil-Dorion à Senneville, incluant des inventaires archéologiques. La zone d'intervention est située sur le territoire des municipalités de la ville de Vaudreuil-Dorion et de Senneville, dans les municipalités régionales de comté (MRC) de Vaudreuil-Soulanges et de l'agglomération de Montréal, faisant partie des circonscriptions électorales provinciales de Jacques-Cartier et de Vaudreuil, des régions administratives de Montréal et de la Montérégie.

Le mandat confié à l'IRHMAS comprend un inventaire archéologique subaquatique par télédétection au moyen de trois instruments géophysiques: le sonar à balayage latéral, le sondeur multifaisceaux et le magnétomètre, qui a été réalisé au début du mois d'octobre 2019. À la suite de cette première phase terrain, il est recommandé pour quelques anomalies de nature indéterminée de faire l'objet d'un inventaire visuel en plongée autonome et de réaliser une prospection visuelle dans l'anse de la rive sud.

Table des matières

| | |
|---|------|
| Liste des figures..... | ix |
| Liste des tableaux | xi |
| Liste des participants | xiii |
| 1. Introduction | 1 |
| 1.1 Objectifs du projet | 1 |
| 1.2 Aire d'étude | 1 |
| 1.3 Contenu du rapport | 1 |
| 2. Méthodologie | 3 |
| 2.1 Système de provenance | 3 |
| 2.2 Méthodologie et équipements..... | 3 |
| 2.3 Déroulement des travaux | 4 |
| 3. État des connaissances | 5 |
| 3.1 Caractérisation du milieu naturel..... | 5 |
| 3.1.1 Environnement actuel et hydrographie..... | 5 |
| 3.1.2 Bathymétrie et nature du fond marin..... | 7 |
| 3.2 L'occupation humaine de la région de l'île-aux-Tourtes..... | 7 |
| 3.2.1 Période préhistorique..... | 8 |
| 3.2.2 Les prémices eurocanadiennes et la mission (XVIIe et XVIIIe siècles) | 8 |
| 3.2.3 L'industrie forestière et le développement de la voie maritime au XIXe siècle | 14 |
| 3.2.4 Le système routier et la navigation de plaisance au XXe siècle..... | 17 |
| 3.3 Naufrages et épaves | 23 |
| 3.4 Interventions archéologiques antérieures | 23 |
| 4. Résultats des travaux archéologiques..... | 25 |
| 4.1 Sondeur multifaisceaux | 25 |
| 4.2 Sonar à balayage latéral..... | 29 |
| 4.3 Magnétomètre..... | 34 |
| 4.4 Synthèse..... | 38 |
| 5. Conclusion et recommandations | 48 |

Annexe 1 Catalogue des photographies

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 Localisation générale de l’aire d’étude | 2 |
| Figure 2 Embarcations de travail : FJ Saucier du CIDCO (IRHMAS 2019) | 3 |
| Figure 3 Sonar à balayage latéral (gauche et magnétomètre (droite, CIDCO 2019)..... | 4 |
| Figure 4 Localisation spécifique de l’aire d’étude (CIDCO 2019) | 6 |
| Figure 5 Détail de la Carte du cours du fleuve Saint-Laurent depuis son embouchure jusques et y compris le Lac supérieur, M. de Belmont 1680 (Bibliothèque nationale de France, département Cartes et plans, GE DD-2987 (8662 B)..... | 9 |
| Figure 6 Détail de la Carte de la Louisiane, Franquelin 1684 (Bibliothèque et Archives Canada) | 10 |
| Figure 7 Détail de la Carte du fleuve Saint-Laurent depuis Montréal jusqu’au Fort Frontenac, anonyme 1740 (Bibliothèque nationale de France, département Cartes et plans, GE SH 18 PF 127 DIV 2 P 8) | 12 |
| Figure 8 Bird’s Eye View in 1720. Dr P.E. Brown, present proprietor of Isle aux Tourtes (Anonyme 1893) | 12 |
| Figure 9 Détail du Plan de l’Île de Montréal désignant les chemins publics, les paroisses, les fiefs et les villages qui s’y trouvent, le canal de Lachine, les différentes parties de l’Île qui ne sont pas encore à l’état de culture (Anonyme 1834, BANQ) | 15 |
| Figure 10 Détail du Plan of lake St.Louis and parts of Lakes of the Two Mountains & Francis, A.LaRue 1837 (BANQ) (le nord est vers le bas) | 15 |
| Figure 11 Train sur le pont traversant le canal, Sainte-Anne-de-Bellevue (Wallis 1904, Musée McCord) | 17 |
| Figure 12 Marina de Sainte-Anne-de-Bellevue, mi-XXe siècle (Sainte-Anne-de-Bellevue 2017, en ligne) | 18 |
| Figure 13 Arrivant de pêche à Sainte-Anne-de-Bellevue, XXe siècle (Sainte-Anne-de-Bellevue 2017, en ligne) | 19 |
| Figure 14 Localisation des remblais mis en place lors de la construction du pont en 1963-64 (MTQ 2019) | 20 |
| Figure 15 Détail de la Carte topographique de Lachine, Department of Defence, Canada 1935 (BANQ)..... | 21 |
| Figure 16 Photo aérienne du secteur en 1964 (Cartothèque de l’Université de Montréal) | 22 |
| Figure 17 Photos aériennes du secteur en 1971 (Cartothèque de l’Université de Montréal) | 22 |
| Figure 18 Lignes de relevés au 10 m au sondeur multifaisceaux (CIDCO 2019) | 27 |

| | |
|---|----|
| Figure 19 Synthèse des anomalies relevées au sondeur multifaisceaux sur fond bathymétrique, résolution 20 cm (CIDCO 2019) | 28 |
| Figure 20 Lignes de levés au sonar à balayage latéral au 10 m (CIDCO 2019) | 32 |
| Figure 21 Mosaïque de réflectivité de l'ensemble des anomalies relevées au sonar à balayage latéral à une résolution de 20 cm (CIDCO 2019)..... | 33 |
| Figure 22 Lignes de 10 m réalisées au magnétomètre (CIDCO 2019) | 35 |
| Figure 23 Isolignes magnétiques selon leur gradient magnétométrique (CIDCO 2019) | 36 |
| Figure 24 Synthèse des anomalies magnétiques relevées au magnétomètre (CIDCO 2019) | 37 |
| Figure 25 Synthèse des anomalies détectées lors de l'inventaire archéologique subaquatique par télédétection (CIDCO 2019)..... | 41 |
| Figure 26 Cible MBES8 (SSS28) | 44 |
| Figure 27 Cible MBES2 (SSS12) | 44 |
| Figure 28 Cible MBES7 (SSS30) | 44 |
| Figure 29 Cible MBES3 (SSS9) | 45 |
| Figure 30 MBES19 (SSS59)..... | 45 |
| Figure 31 SSS83 | 45 |
| Figure 32 Cibles à vérifier par prospection visuelle | 46 |
| Figure 33 Localisation de la zone recommandée pour une prospection visuelle..... | 47 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 Synthèse des anomalies relevées au sondeur multifaisceaux | 25 |
| Tableau 2 Synthèse des anomalies relevées au sonar à balayage latéral..... | 29 |
| Tableau 3 Synthèse des anomalies relevées au magnétomètre..... | 34 |
| Tableau 4 Synthèse de la correspondance des anomalies détectées entre instruments | 38 |

Liste des participants

Ministère des Transports

| | |
|-----------------|---|
| Frank Rochefort | Archéologue, Direction de l'environnement |
| Yann Godbout | Gérant de projets, Direction des grands projets du pont de l'Île-aux-Tourtes et de l'échangeur Saint-Pierre |

IRHMAS

| | |
|----------------|--|
| Aimie Neron | Chargée de projet, archéologue subaquatique et plongeuse professionnelle, rédaction et édition |
| Vincent Delmas | Archéologue subaquatique, recherche historique et archivistique, technicien en télédétection |

Archéo-CAD

| | |
|----------------|--------------|
| Marie Fournier | Cartographie |
|----------------|--------------|

CIDCO

| | |
|-------------------|------------------------------------|
| Sylvain Gautier | Superviseur |
| Papa Médoune Ndir | Hydrographe |
| Julien Desrochers | Hydrographe |
| Quentin Beauvais | Assistant de recherche géophysique |
| Alain St-Pierre | Capitaine |

1. Introduction

1.1 Objectifs du projet

Le Ministère des Transports du Québec (MTQ) réalise des études préalables incluant des inventaires archéologiques dans le cadre du projet majeur du pont de l'Ile d'Orléans reliant Vaudreuil-Dorion à Senneville (projet 154-15-1176). La première phase d'inventaire archéologique subaquatique a été réalisé à l'automne 2019. Il s'agissait d'établir ou non à l'aide d'instruments géophysiques, soit un sonar à balayage latéral, un sondeur multifaisceaux et un magnétomètre, la présence d'anomalies présentant un intérêt patrimonial pouvant être perturbés par les travaux majeurs du pont et de procéder à des recommandations pour le secteur à l'étude.

Le MTQ a donc mandaté l'IRHMAS afin de réaliser les expertises archéologiques en milieu subaquatique. La zone d'intervention est située sur le territoire des municipalités de la ville de de Vaudreuil-Dorion et de Senneville, dans les municipalités régionales de comté (MRC) de Vaudreuil-Soulanges et de l'agglomération de Montréal, faisant partie des circonscriptions électorales provinciales de Jacques-Cartier et de Vaudreuil, des régions administratives de Montréal (06) et de la Montérégie (16) (figure 1).

1.2 Aire d'étude

L'aire d'intervention est située au nord de la baie de Vaudreuil, à l'ouest de l'île de Montréal, dans la jonction entre le lac des Deux Montagnes et le lac Saint-Louis. Elle totalise une superficie de 495 600 mètres² parallèle au pont existant, incluant ce dernier dans son emprise, et est toujours immergée même à marée basse. Dans la zone visée, la profondeur du fond marin varie entre 0,3 mètres jusqu'à une profondeur au maximum de 13 mètres au centre du chenal.

1.3 Contenu du rapport

Suivant cette introduction, le chapitre 2 présente une description méthodologique des procédés de recherche archéologique et de l'équipement employés lors de cette première étape de l'intervention. La section 3 s'attarde, quant à elle, à broser un état des connaissances relatives à l'aire d'étude. Dans cette partie, une chronologie de l'occupation du territoire dans le contexte de l'étude du patrimoine archéologique maritime est aussi décrite. Par la suite, les résultats de l'intervention sont présentés, incluant les différentes anomalies observées lors de la télédétection dans la zone de travaux majeurs du pont de l'Ile-aux-Tourtes. Enfin, la dernière section présente une conclusion et des recommandations concernant spécifiquement la zone à l'étude.

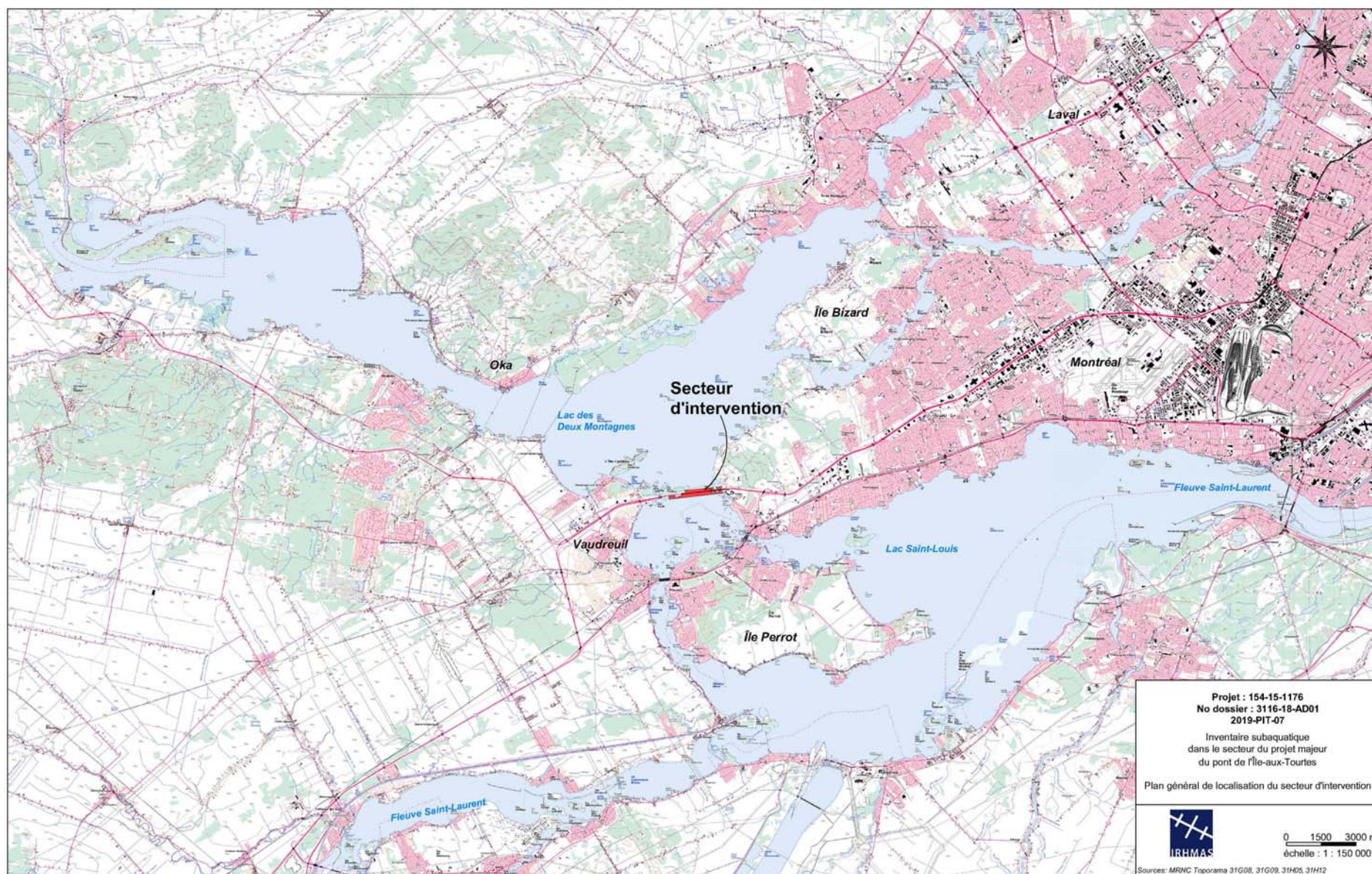


Figure 1 Localisation générale de l'aire d'étude

2. Méthodologie

2.1 Système de provenance

Les données archéologiques sont normalement consignées selon le mode d'enregistrement en vigueur en archéologie historique au Québec, soit le système de Tikal (opération, sous-opération et lot). Dans le cadre de ce mandat, les données sont consignées sous le code temporaire 2019-PIT-07. Pour l'inventaire par télédétection, les anomalies ont été identifiées selon leur type d'instrument. Ainsi, les cibles relevées au sondeur multifaisceaux se nomment MBES-1, celles au sonar à balayage latéral SSS-1 et celles au magnétomètre MAG-1.

2.2 Méthodologie et équipements

NAVIGATION ET POSITIONNEMENT

L'inventaire au sonar a été réalisé à partir de l'embarcation *FJ Saucier* du CIDCO, un bateau d'une longueur de 8,2 mètres équipé d'un système de navigation inertielle Ixblue Hydrins (figure 3). Les données géomatiques acquises sont en format de projection Universel Transverse de Mercator (UTM, zone 18), selon le système de référence NAD83 afin d'être intégrées à un système d'information géographique (SIG).



Figure 2 Embarcations de travail : FJ Saucier du CIDCO (IRHMAS 2019)

TÉLÉDÉTECTION

L'inventaire par télédétection a été réalisée à l'aide de trois instruments de prospection du CIDCO. Le sondeur multifaisceaux Teledyne Reson 7125 SV2 est monté fixe au travers de la coque du bateau. L'acquisition des données brutes a été effectuée par le logiciel d'hydrographie Qinsy QPS à l'aide d'une fréquence de 200 kHz. Le sonar à balayage latéral Starfish 990F a quant à lui réalisé la capture des données au moyen du logiciel Scanline à une fréquence de 1 MHz en suivant des lignes de levé prédéfinies espacées aux 10 mètres. Enfin, le magnétomètre de l'ISMER de marque Seaspay Marine Magnetics a été tracté et a mesuré l'intensité du champ magnétique du secteur à haute précision (0.1 nT) sur des lignes espacées au 10 mètres à une fréquence de 4Hz à l'aide du logiciel BOB de Marine Magnetics (figure 4).



Figure 3 Sonar à balayage latéral (gauche) et magnétomètre (droite), CIDCO 2019)



2.3 Déroulement des travaux

La première phase terrain du mandat a été réalisée à l'automne 2019. Les levés sur le terrain ont en effet eu lieu les 6 et 7 octobre 2019 sous le permis de recherche 19-IRHM-03 accordé par le MCCQ et l'autorisation d'accès du domaine hydrique. La prospection au sonar s'est étalée au total sur 4 jours, réalisée par l'IRHMAS et le CIDCO incluant la mobilisation, le transport, la calibration des instruments et la prise de données. La zone à l'étude n'a cependant pas été couverte en totalité par aucun des instruments, car une hauteur d'eau de moins de 0,3 mètres dans les zones près des berges n'a pas permis le passage du bateau de façon sécuritaire et l'utilisation des sonars sans risque d'atteinte à leur intégrité. Les données générées par l'inventaire archéologique ont été enregistrées numériquement ou dans des carnets de notes.

3. État des connaissances

Cette section décrit en premier lieu le cadre naturel du secteur à l'étude notamment l'hydrographie régionale, ainsi que la bathymétrie de la zone spécifique et la nature du fond marin, et les différentes espèces de faune et de flore. En deuxième lieu, la recherche documentaire réalisée dans le cadre du présent mandat s'est attardée principalement à décrire une chronologie historique des occupations en lien avec la navigation du secteur afin de mieux comprendre l'utilisation maritime de la baie de Vaudreuil, tantôt pour le transport commercial, tantôt pour une navigation de plaisance. Enfin, la dernière section présente les interventions archéologiques subaquatiques antérieures à proximité de la zone d'étude.

3.1 Caractérisation du milieu naturel

3.1.1 Environnement actuel et hydrographie

Le secteur du pont de l'Île-aux-Tourtes fait partie de la région administrative de la Montérégie et se situe dans les Basses-Terres-Saint-Laurent, à la pointe ouest de l'île de Montréal, dans la région hydrographique de l'Outaouais et de Montréal dans un domaine climatique de type tempéré nordique. La baie de Vaudreuil est partie intégrante du bassin versant de Vaudreuil-Soulanges, à la confluence de la rivière des Outaouais, qui se déverse dans le lac des Deux Montagnes au nord de l'île de Montréal, et le fleuve Saint-Laurent, qui s'écoule dans le lac Saint-François, puis dans le lac Saint-Louis, au sud de l'île de Montréal. Elle comprend quelques îles dont certaines font partie d'une réserve faunique alors que d'autres sont privées (Plante 2009). De ces îles, l'île aux Tourtes et l'île Girwood sont directement adjacentes à la zone d'étude. Plus au sud-est, des écluses et le canal historique de Sainte-Anne-de-Bellevue sont les témoins d'anciens rapides se déversant dans le lac Saint-Louis, en moyenne 1 mètre plus bas que le niveau de la baie de Vaudreuil.

La région de la baie de Vaudreuil et entourant celle-ci présente plusieurs ressources animales, notamment pour les espèces aviaires : le balbuzard pêcheur, la bernache du Canada, le canard colvert, le goéland argenté, le goéland marin, le martin pêcheur et le grand cormoran (Plante 2009); et pour les espèces aquatiques : la perchaude, le grand brochet, l'esturgeon jaune, l'achigan, la barbotte brune et le maskinonge, sans oublier plusieurs espèces diverses de reptiles et de mammifères. Quant aux spécimens d'arbres, on retrouve dans le secteur principalement l'érablière à caryer cordiforme, ainsi que le frêne de Pennsylvanie, le céphalanthe occidental et différentes variétés de chênes (COBAVER-VS 2014 : 78; Artefactuel 2014, MERN, Robitaille, 1999, Peterson 1966).

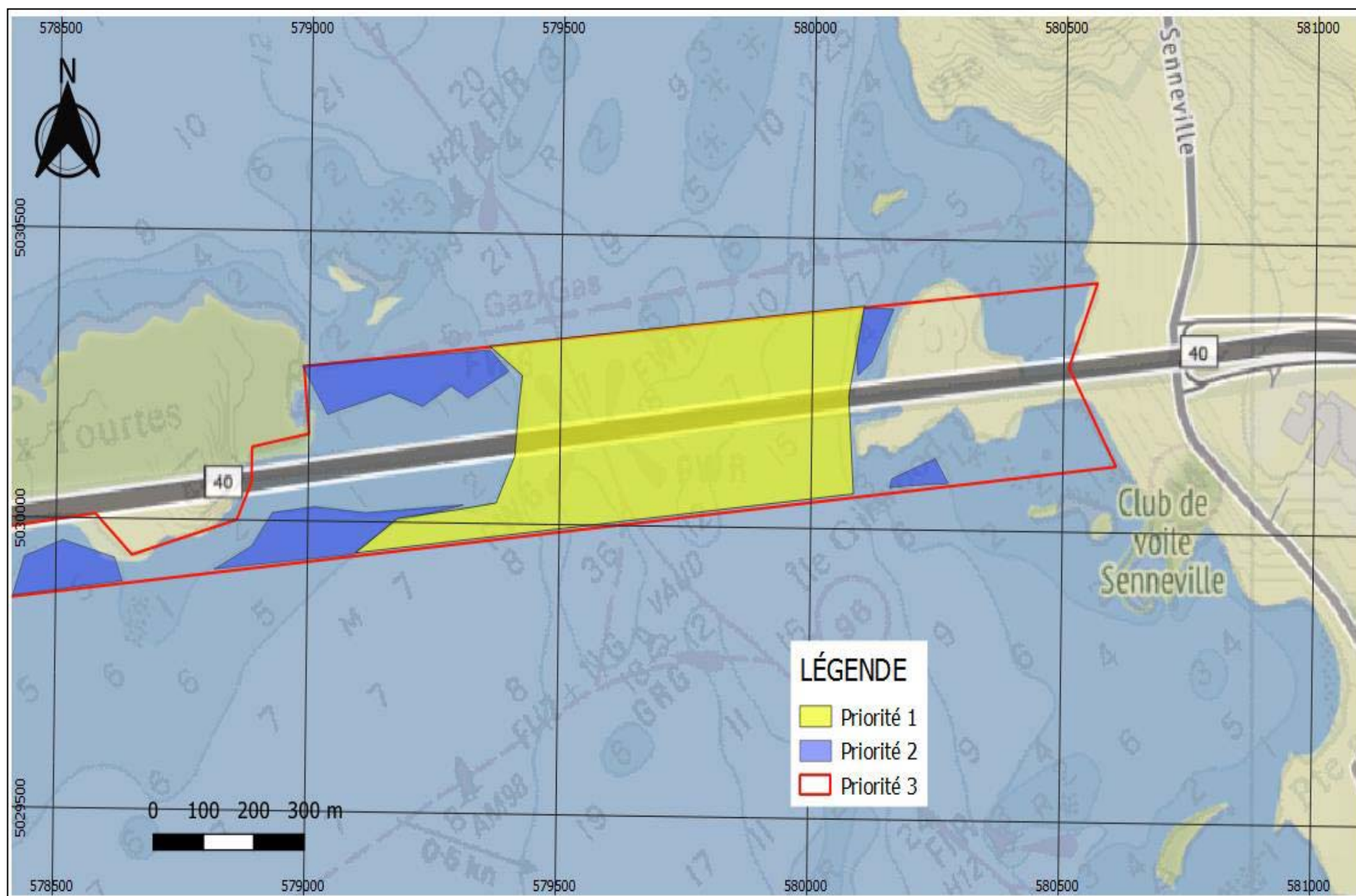


Figure 4 Localisation spécifique de l'aire d'étude (CIDCO 2019)

3.1.2 Bathymétrie et nature du fond marin

L’Île-aux-Tourtes et les environs présentent un relief très plat et la baie de Vaudreuil est un plan d’eau relativement calme, dont le niveau d’eau n’a presque pas changé depuis le retrait de la mer de Champlain, entre 21,5 et 24,8 mètres d’altitude NMM en fonction des saisons (MELCCQ 2019). La bathymétrie de la zone est cependant variable puisque la zone est parsemée de hauts fonds à plusieurs endroits. Le fond marin se situe donc entre 0,3 mètres et peut aller jusqu’à une profondeur de 13 mètres dans le centre du chenal du secteur à l’étude. De part et d’autre, le lac des Deux Montagnes plonge au point le plus profond à 50 mètres, mais la profondeur moyenne et celle des baies demeurent relativement peu profondes, autour de 2 mètres. Le lac Saint-Louis, quant à lui, possède une profondeur moyenne de 3,4 mètres, excepté dans le chenal de la voie maritime qui tourne autour de 12 mètres, une profondeur maximale de 28 mètres dans la fosse de Beauharnois, et se situe à une altitude de 19 mètres NMM (GrandQuebec 2015; La Violette 2004 : 99).

Quant à la nature du fond marin :

Le substrat rocheux formant l’assise de l’île aux Tourtes est toutefois entièrement constitué par les grès de Postdam [datant de Précambrien]. Les dépôts meubles sont dominés par un till indifférencié très pierreux d’origine glaciaire, mais qui a subséquentement été mélangé par lehaussement de la mer de Champlain. Cette dernière a également déposé sur le till, dans la majeure partie de la région, des argiles gris-bleu. Les autres types de dépôts meubles observés dans la région de Vaudreuil-Dorion sont des dépôts lacustres et marins, des dépôts alluvionnaires, ainsi que des dépôts caractéristiques d’un délavage fluvio-glaciaire (Transit Analyse, 1992 dans Artefactuel 2014; COBAVER-VS 2015).

En juin et en juillet, le fond marin près des berges se recouvrent également de végétation dense, incluant plusieurs spécimens d’algues vertes (Archéotech 2007).

3.2 L’occupation humaine de la région de l’île-aux-Tourtes

La navigation dans la baie de Vaudreuil s’inscrit dans à la fois dans l’histoire des cours d’eau qui s’y déversent, soient la rivière des Outaouais et le fleuve Saint-Laurent ainsi que leur bassin versant respectif, mais également dans celle du développement des occupations sur leurs berges, des campements temporaires autochtones notamment à l’île aux Tourtes au développement religieux, militaire, commercial et urbain des municipalités adjacentes telles que Vaudreuil-Soulanges, Senneville et Sainte-Anne-de-Bellevue.

3.2.1 Période préhistorique

Le retrait de la mer de Champlain s'effectue à partir de 10 000 ans AA, suivi de celui du lac Lampsilis. Les eaux de la région montréalaise se retirent donc graduellement jusqu'au niveau actuel entre 9000 et 8000 AA. Le secteur de la baie de Vaudreuil et de l'île aux Tourtes est à la croisée des chemins entre les eaux brunes de la rivière des Outaouais au nord et l'apport des eaux vertes des Grands Lacs via le fleuve Saint-Laurent au sud se déversant toutes dans le lac Saint-Louis. De cette confluence environnementale entre l'apport riche de particules en suspension et une diminution de l'acidité de l'eau, découle une diversité de ressources à exploiter et consommer autant dans la chasse que dans la pêche. En parallèle sur des millénaires, la zone est donc naturellement devenue une jonction entre diverses cultures et un territoire d'échanges commerciaux fructueux, particulières entre les différents groupes Algonquins et Iroquois. Plus tard, le secteur deviendra une position stratégique dans le route des fourrures entre les Autochtones et les Eurocanadiens (SAHIT 2019, en ligne; GrandQuébec 2015a, en ligne; Artefactuel 2014 : 19; Archéotec, 2002 : 24; Remparts 2000 : 17-18).

La plus ancienne occupation sur l'île aux Tourtes remonte à l'Archaïque laurentien (6 000 à 3 500 ans AA), témoignant de traces de fabrication et de modification d'outils lithiques liés à des activités de pêche et de camps de chasse temporaires de l'Archaïque post-laurentien (4000 à 3500 ans AA) sur les plateaux les plus élevés. Quant aux occupations subséquentes, des artefacts du Sylvicole inférieur (3000 à 2400 ans AA) et supérieur (1000 à 450 ans AA) ont été mis au jour entre autres dans la partie nord-est du site, dont les conditions semblent plus propices à l'accessibilité et au déplacement sur l'eau (Artefactuel 2014 : 18-19; Archéotec 2007: 153, 165).

Au cours de cette période préhistorique, les populations amérindiennes afin d'avoir accès aux rives opposées et aux différentes îles du secteur devaient réaliser leurs déplacements et leurs échanges sur les différents lacs ainsi que dans les zones de rapides de la région à l'aide d'embarcations de petit tonnage telles que des canots ou des pirogues, comme le décriront plus tard les documents historiques à l'arrivée des premiers Européens.

3.2.2 Les prémices eurocanadiennes et la mission (XVII^e et XVIII^e siècles)

Jacques-Cartier lors de ses premières visites sur le fleuve n'ira pas plus loin que l'archipel montréalais en raison de la présence de rapides dangereux. En 1603, Samuel de Champlain nomme ces rapides Sault Saint-Louis qui seront par la suite connus sous le nom des

rapides de Lachine (Murray 2008 : 24-25). Ce « sault » est inscrit sur la carte de Lescarbot en 1611 et celle de Champlain en 1632 (Trudel 1961). En 1613, Champlain visite le secteur, jusqu’aux rapides de Vaudreuil à l’embouchure de la rivière Quinchien, après avoir traversé le lac des Deux Montagnes : « nous passasmes un sault, qui est appelé (...) Quenechouan qui est remply de pierres et de rochers... » (Jeannotte 1964). L’hydronyme est d’origine algonquine selon le chanoine Adhémar Jeannotte signifiant « petit rapide » (Jeannotte 1964; Commission de toponymie du Québec 1984).

Ce n’est qu’en 1680, à l’arrivée du sulpicien François Vachon de Belmont et en 1684 sur la carte des possessions françaises de Jean Baptiste Louis Franquelin que sont indiqués pour les premières fois les lacs Saint-Pierre, Saint-Louis, Saint-François et « Long Sault-Lac des 2 montagnes » (figures 5 et 6) (Belmont 1680; Franquelin 1684; GrandQuebec 2015b, en ligne). Sur la carte de Belmont, à noter la présence d’un chapelet d’îles au « bout de l’isle » de Montréal au nord de l’Isle Perrot. Bien que ces îles ne soient pas nommées, il est logique que l’île aux Tourtes et l’île Vaudreuil (aujourd’hui l’île Cadieux) soient déjà connues à cette époque.



Figure 5 Détail de la Carte du cours du fleuve Saint-Laurent depuis son embouchure jusques et y compris le Lac supérieur, M. de Belmont 1680 (Bibliothèque nationale de France, département Cartes et plans, GE DD-2987 (8662 B))



Figure 6 Détail de la Carte de la Louisiane, Franquelin 1684 (Bibliothèque et Archives Canada)

Au cours du XVII^e siècle, le secteur voit naître les établissements des premières communautés permanentes malgré le climat instable dû aux guerres et aux raids entre les Cinq Nations et l'alliance francoamérindienne qui limitent l'expansion des occupations eurocanadiennes. À la suite du développement du fort Ville-Marie, divers établissements missionnaires et/ou commerciaux voient le jour plus à l'ouest dans l'archipel: le fort de La Prairie en 1647, la maison Saint-Gabriel en 1667, le poste d'approvisionnement de traite de Jacques Le Ber et Charles Le Moyne à Lachine en 1669 et le domaine LePailleur à Châteauguay en 1673. Senneville est également l'une des plus anciennes localités du Québec et voit le jour en 1679, lorsque Le Moyne et Le Ber deviennent propriétaires associés de la pointe ouest de l'île. Le premier moulin à vent en pierre y est construit en 1686 autour duquel s'installent les colons. Les déplacements dans la Nouvelle-France entre les installations comprennent notamment le transport de vivres, de marchandises, de matériaux et de personnes (marchands, habitants, missionnaires et militaires) par voie d'eau, étant le seul mode de transport à être utilisé dans toute la colonie, jusqu'à l'ouverture d'une route carrossable en 1735 entre Québec et Montréal (Histoire du Québec 2019, en ligne; Provencher 1988 : 13 et Hamelin 1960: 32 dans Murray 2008 : 25).

Malgré la fortification de la plupart des hameaux de la région, deux événements violents marquent la région en 1689 : le massacre de Lachine et la bataille du lac des Deux Montagnes. Dans la nuit du 4 au 5 août, des Iroquois traversent le lac Saint-Louis jusqu'à Lachine où 200 personnes sont massacrées et 120 autres sont conduites en captivité. Les Iroquois demeurés dans la région représentent toujours une menace pour les habitants de l'île de Montréal et des villages environnants et en octobre, le gouverneur Denonville dépêche donc un groupe d'éclaireurs, composé de 28 coureurs des bois sous le commandement des Sieurs Dulhut et d'Ailleboust de Manthet. Au lac des Deux Montagnes, ils tombent sur 22 Iroquois en canots dont 18 sont tués et 3 gardés prisonniers. Cet événement donna lieu à la désignation d'un lieu historique national du Canada en 1925 (CLMHC 1972; GrandQuébec 2015b, Histoire du Québec 2019b).

À la signature de la Grande Paix de 1701, les routes fluviales sont désormais libérées et l'expansion du secteur reprend. Ce traité permet l'essor du commerce des fourrures et des efforts missionnaires de la grande région montréalaise, alors que le roi concède des terres en parallèle, notamment les titres de seigneuries de Vaudreuil et de Soulanges en 1702 qui incluent le « droit de chasse, pesche et traite avec les sauvages dans toute l'étendue de la dite concession » (Bresner 2001; Transit analyse 1992 : 33). D'autres postes de traite permanents et villages voient le jour. Le fort de Senneville est érigé en 1702¹ ainsi que la mission de l'île aux Tourtes en 1703, suivi du premier domaine seigneurial à Pointe-du-Moulin dans l'île Perrot en 1705 (Artefactuel 2014; Murray 2008 : 26; Archéotec 2002; Histoire du Québec 2019, en ligne).

Philippe de Rigaud, marquis de Vaudreuil, devient aussi propriétaire de l'île aux Tourtes en 1702 et assure ainsi une mainmise commerciale sur la route des fourrures provenant des Pays d'en Haut avec une position stratégique entre le lac des Deux-Montagnes et la pointe ouest montréalaise. Le secteur de l'île aux Tourtes connaît au début du XVIII^e siècle sa période la plus intense d'occupation. Vaudreuil y permet l'installation d'un village amérindien sur l'île, qui est d'ailleurs déjà connue des Nepissingues sous le nom de *Ouanagassing* (figure 7) et d'une mission sulpicienne en 1704, dirigée par le prêtre René Charles Breslay. Un espace de six arpents est réservé au roi pour l'érection d'un fort qui sera construit cinq ans plus tard. Une église en pierre y sera aussi édifiée (SAHIT 2019, en ligne; Artefactuel 2014 : 19; Archéotec 2002; Remparts 2000). D'autres nations principalement algonquines fréquentent aussi la mission notamment des Abénaquis, des Cris, des Loups, des Machakantbis, des Mississagués, des Renards, des Saulteux et des Témiscamingues (Remparts, 2000 : 41).

¹ En 1777, le fort de Senneville est détruit par un incendie. Des vestiges du fort se trouvent sur une propriété privée (BiF1-2) et a fait l'objet d'un inventaire archéologique par Ethnoscop en 2004 (Ethnoscop 2006; Histoire du Québec 2019, en ligne).



Figure 7 Détail de la Carte du fleuve Saint-Laurent depuis Montréal jusqu'au Fort Frontenac, anonyme 1740 (Bibliothèque nationale de France, département Cartes et plans, GE SH 18 PF 127 DIV 2 P 8)

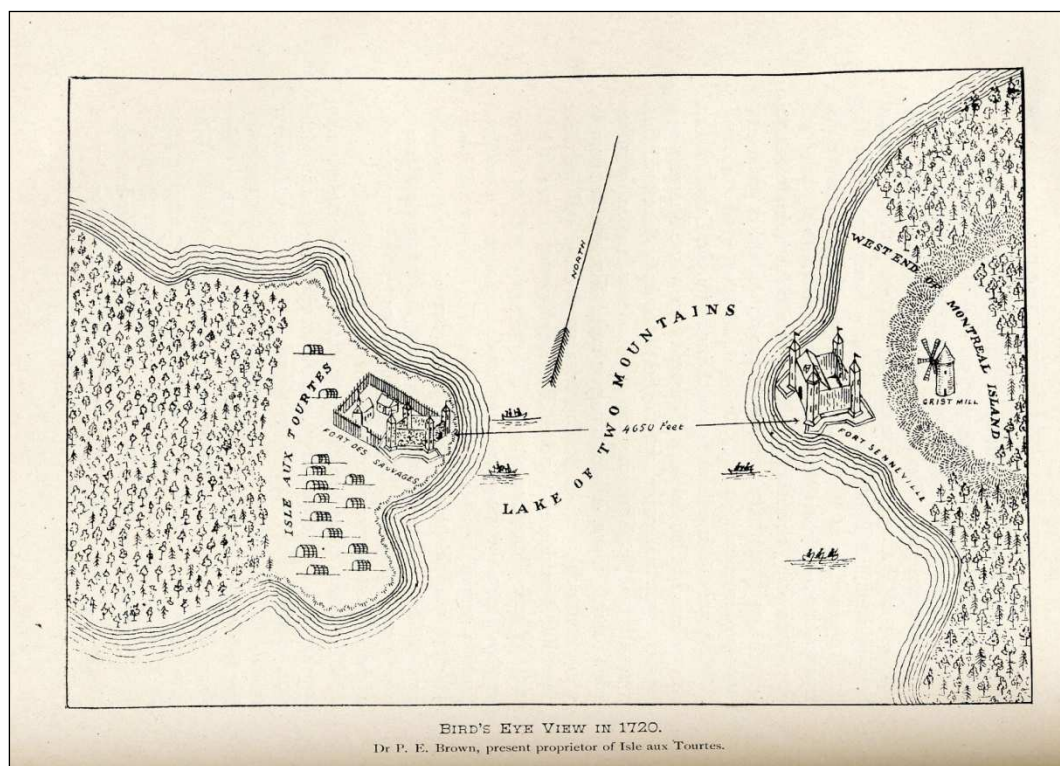


Figure 8 Bird's Eye View in 1720. Dr P.E. Brown, present proprietor of Isle aux Tourtes (Anonyme 1893)

La navigation du secteur est très active en saison estivale pour la traite, le transport de marchandises et les activités de la vie quotidienne entre les deux rives de l'île aux Tourtes et Senneville, ainsi que pour la construction des bâtiments dans les villages en développement. Par exemple en 1710, le commandant du fort, René Godefroy de Linctôt, s'établit sur l'île aux Tourtes avec sa famille (Remparts 2000 : 78) et fait transporter, par voie fluviale, une maison en pièce sur pièce pour les héberger (25 pieds sur 15 pieds). En 1720, cependant, les Sulpiciens réaménagent les missions de la région et les rassemblent entre autres à Oka. Le commerce illicite et la présence d'alcool sur l'île crée des conflits, notamment en 1723 lorsque le poste est accusé d'avoir détourné près de 80 canots de fourrures en direction de Montréal. Vaudreuil décède en 1725 et la mission de l'île aux Tourtes sera officiellement délaissée en 1727 (Artefactuel 2014 : 20; Murray 2008).

À partir de 1740, le secteur voit une augmentation de l'exploitation du bois. En effet, les forêts bordant la rivière Quinchien notamment font l'objet d'une exploitation intense par l'administration coloniale et le bois transite par la baie de Vaudreuil, puis par les rapides de Sainte-Anne jusqu'au lac Saint-Louis et enfin par les rapides de Lachine jusqu'à l'archipel montréalais. Les chênes et les pins rouges sont alors particulièrement recherchés pour la construction de bordages de navires (Ratio 2010 dans COBAVER-VS 2014 : 122).

En 1752, l'ingénieur Louis Franquet fait un voyage de Québec à Montréal, où il accoste à la Canoterie. À partir de cette intendance, il visite les différents postes le long du fleuve Saint-Laurent et relate dans ces récits son passage sur le fleuve devant certains établissements tel que la baronnie de Longueuil, le village du Sault St-Louis et celui « de la chine » à bord du « *batteau* [plat] affecté aux tournées de Mr. l'Intendant » (Franquet 1889 : 5-6). Il décrit notamment les rapides de Lachine considérés comme un passage dangereux du secteur, puis sa remontée jusqu'au lac des Deux-Montagnes :

[...] vis-à-vis l'Eglise Ste. Anne où est un petit rapide à terre avant d'y arriver; il est court, scitué entre la dite église et la dite isle à Pérot [...] Au delà de l'Eglise de Ste. Anne, traversés le fleuve. Passés devant la pointe de l'Ouest de la dite isle Pérot, laissés plusieurs petites isles scituées en avant de la dite pointe pour nous rendre dans le chenal de l'isle aux tourtes et la grande terre où est le seigneur de Vaudreuil. Parvenu à l'extrémité de cette dernière isle, apperçu le chateau de Senneville flanqué de quatre petits bastions et scitué à la pointe de l'île de Montréal. Que de l'île aux tourtes on découvre la rivière des outaouais dite la grande rivière, la terre du Nord de l'isle de Montréal, l'isle Jésus scituée dans le chenal qui sépare ces deux isles, et celle Bizarre, que l'on apperçoit en avant de cette dernière. (Franquet 1889 : 41)

Quant aux terres du secteur villageois de Vaudreuil-Dorion, des censitaires s'adonnent à l'agriculture et à l'élevage dès le XVII^e siècle et conservera cette vocation agricole jusqu'au tournant du XX^e siècle, où se développeront bon nombre de résidences liées à la villégiature (Ville de Vaudreuil-Dorion et Musée régional de Vaudreuil-Soulanges 2017, en ligne).

3.2.3 L'industrie forestière et le développement de la voie maritime au XIX^e siècle

Le régime anglais voit la continuité du commerce des fourrures avec les autochtones et une accélération du développement urbain de la grande région montréalaise au début du XIX^e siècle. À la fin des années 1780, des immigrants écossais associés à la Compagnie du Nord-Ouest s'installent à Sainte-Anne-de-Bellevue et dans d'autres municipalités de la région, notamment Simon Fraser, un marchand de fourrures. Graduellement, une vocation industrielle domine peu à peu le secteur, incluant notamment l'implantation d'un moulin à farine et plus tard la construction d'un moulin à carder sur le bord du rapide, qui deviendra bientôt le canal et l'écluse actuels (Sainte-Anne-de-Bellevue 2017, en ligne). La carte de 1834 (figure 9) indique l'emplacement du moulin dans les rapides, la localisation des ruines du fort de Senneville ainsi que les points où des traversiers ont été mis en place pour les déplacements d'une rive à l'autre.

L'exploitation forestière devient au début du XIX^e siècle la deuxième activité économique en importance dans le comté, et plusieurs chantiers situés en bordure de la rivière du Nord fournissent du travail durant la période hivernale à des journaliers pratiquant la coupe dans la région du lac des Deux-Montagnes. L'exploitation de diverses essences tel que le frêne, l'érable, l'hêtre, le chêne et le bouleau amène l'implantation de plusieurs moulins à scie (Laurin 2000 : 34; Rochon 2000, en ligne). Le plan de LaRue de 1837 (figure 10) du secteur illustre la baie de Vaudreuil et la rivière Quinchien dont les forêts sont toujours exploitées, au sud de laquelle est indiqué la présence d'un moulin à proximité de l'île Perrot. Les traversiers sont encore localisés sous l'appellation *ferry*.

À la même période, de grandes barges à voile en bois, particulièrement les bateaux « Durham » servent au transport sur la rivière des Outaouais. Elles disparaissent progressivement avec la venue du navire à vapeur, qui offre plus de vitesse, de maniabilité dans les endroits sensibles et de facilité à remonter les cours d'eau. L'essor industriel influencera la modernisation des structures et des modifications aux modes de transport des passagers et des marchandises (Piédalue 2014 : 13).



Figure 9 Détail du Plan de l'Île de Montréal désignant les chemins publics, les paroisses, les fiefs et les villages qui s'y trouvent, le canal de Lachine, les différentes parties de l'Île qui ne sont pas encore à l'état de culture (Anonyme 1834, BANQ)

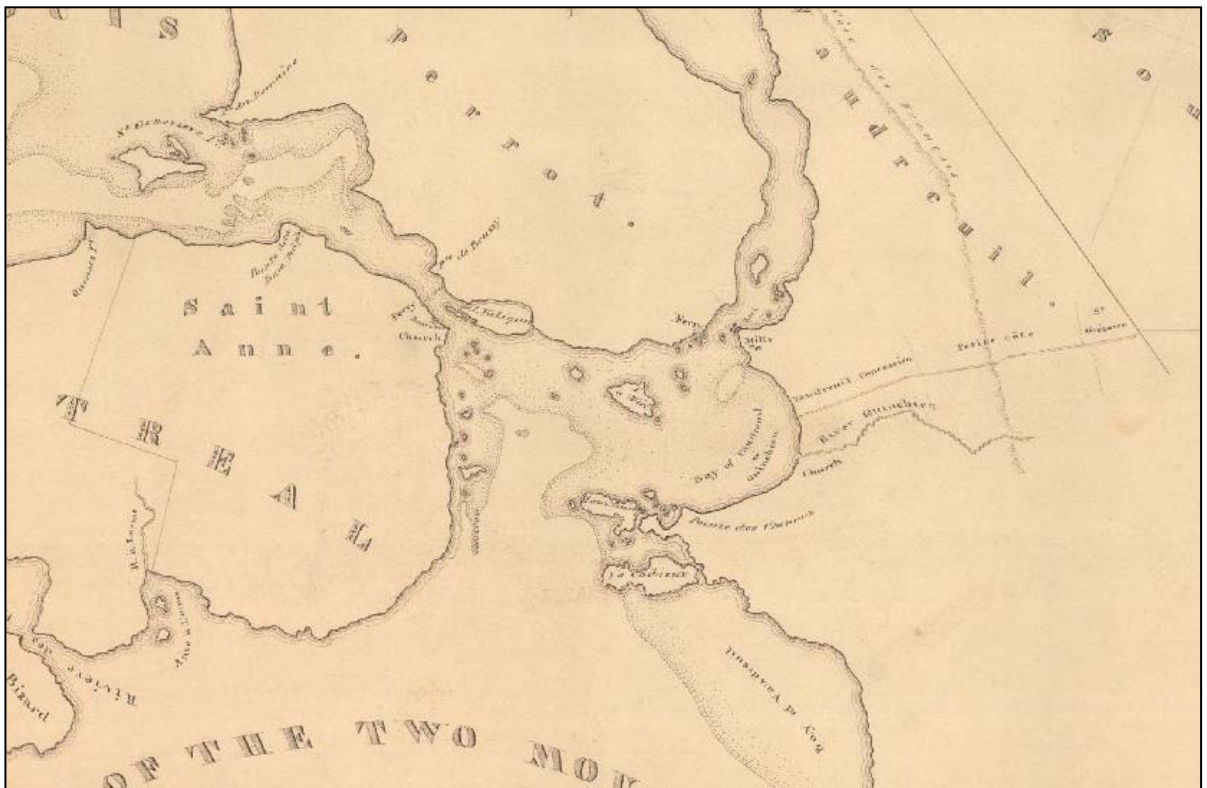


Figure 10 Détail du Plan of lake St.Louis and parts of Lakes of the Two Moutains & Francis, A.LaRue 1837 (BANQ) (le nord est vers le bas)

Outre la drave qui prend une place importante dans l'utilisation des cours d'eau, la voie navigable est aussi utilisée pour le transport grandissant d'immigrants, de marchandises, incluant le bétail destiné au marché de Montréal, et de bois de construction. Ces besoins augmentent et engendrent l'aménagement de canaux pour la navigation dont le canal de Sainte-Anne-de-Bellevue à la moitié du XIX^e siècle. En effet, le gouvernement fédéral entame à partir de 1832 la construction d'un vaste réseau de canaux reliant Montréal à New York, via le fleuve Saint-Laurent et les rivières Rideau, Cataraqui et des Outaouais, ainsi que Montréal à Ottawa, puis Kingston dans le lac Ontario. L'objectif est d'optimiser le rôle des voies navigables en permettant de contourner des obstacles naturels, ce qui aura un impact direct sur les compagnies privées et les différentes industries dépendantes du trafic maritime.

Le canal et l'écluse de Sainte-Anne-de-Bellevue sont construits en maçonnerie de pierres de 1840 à 1843 par la Commission des travaux du Canada-Uni. Ces infrastructures sont modifiées en 1879-1883, puis modernisées à de nombreuses reprises au XX^e siècle, notamment élargies pour permettre le passage de navires de plus gros tonnage. L'importance de cet ouvrage influence grandement développement de la municipalité, mais témoigne aussi de prouesses technologiques réalisées en génie maritime pour l'époque. De surcroît, le canal relie le lac Saint-Louis et lac des Deux-Montagnes par la baie de Vaudreuil et constitue de ce fait non seulement la porte d'entrée de la rivière des Outaouais, mais aussi l'unique voie d'accès vers les Grands Lacs. Le canal permettra le transit de dizaines de milliers de passagers et d'immigrants à bord de bateaux à vapeur et le transport de radeaux de bois par les cageux (Parcs Canada 2020a et 2020b, en ligne; Sainte-Anne-de-Bellevue 2017, en ligne).

Dans une autre perspective, les rives de Vaudreuil, Senneville et Sainte-Anne-de-Bellevue ont longtemps fait l'objet d'exploitation agricole, mais à la fin du XIX^e siècle, les berges montréalaises à l'aspect champêtre et pittoresque deviennent recherchées principalement par la bourgeoisie anglophone, qui en fait un lieu de villégiature par excellence. En cela, la municipalité de Sainte-Anne-de-Bellevue s'insère dans le mouvement qui touche tout l'ouest de l'île et développe des clubs nautiques, hôtels, courts de tennis et terrains de golf témoignant de l'achalandage estivale (Sainte-Anne-de-Bellevue 2017, en ligne; Ville de Montréal N/D). Des visites notamment aux ruines du fort de Senneville sont très prisées à cette époque. En 1866, Mme Girdwood, l'épouse du docteur G.P Girdwood y est prise en photo lors de la visite d'un parcours riverain. Également, un article dans le Monde Illustré le 22 juillet 1899 mentionne le fort comme attrait touristique (Lapointe 2014) :

Le 12 juin dernier, la Société des Numismates de Montréal allait visiter les ruines du Fort de Senneville. Le voyage n'est pas long, mais il est fort agréable. On va par Lachine, où l'on prend le bateau à vapeur jusqu'à Sainte-Anne de Bellevue; de là, on peut se rendre à pied, ou, en prenant une embarcation, contournant le village et se dirigeant sur la pointe de l'île; là se trouvent les ruines du Fort.

Quant à l'île aux Tourtes, elle change plusieurs fois de propriétaire tout au long du XIX^e siècle et sera transférée finalement en 1891 au docteur Peter Elie Brown, qui y fait construire des chalets afin de profiter également du potentiel de villégiature du secteur. Un muret de pierres sur les berges est également construit pour freiner l'érosion. L'anse de la partie est de l'île est ainsi aménagée pour abriter des embarcations de petit tonnage (Archéotec 2007; Artefactuel 2014; Transit analyse 1992).

3.2.4 Le système routier et la navigation de plaisance au XX^e siècle

À partir de 1886, l'industrie délaisse le bois d'œuvre, mais continue l'exploitation forestière puisque les usines de pâte et papiers prennent la relève. Les bateaux approvisionnent donc toujours les moulins, mais transportent également de l'huile et davantage de produits finis (Piédalue 2014 : 12-13).

À partir de la moitié du XIX^e siècle, le chemin de fer fait son apparition et le *Grand Tronc Railway* relie Montréal à Toronto, passant par Sainte-Anne-de-Bellevue au-dessus du canal, l'île Perrot et Vaudreuil-Soulanges. En 1891, un autre pont ferroviaire est construit en parallèle par le *Canadien Pacifique* sur le canal. Comme c'est le cas ailleurs, l'apparition du chemin de fer et le déclin de l'industrie forestière viennent graduellement modifier la vocation commerciale du canal de Sainte-Anne (figure 11). En 1924, le gouvernement du Québec y construit le pont Galipeau pour le

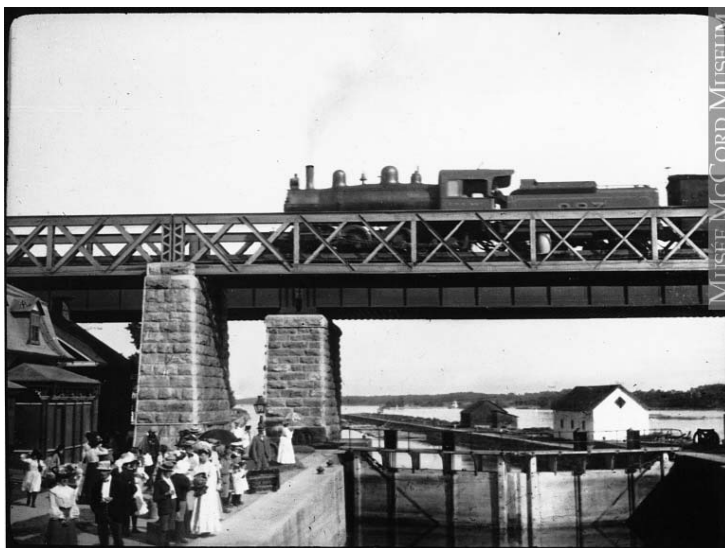


Figure 11 Train sur le pont traversant le canal, Sainte-Anne-de-Bellevue (Wallis 1904, Musée McCord)

passage des automobiles sur l'autoroute 20. Le chemin de fer supplante définitivement la navigation comme moyen de transport, le canal et les écluses changent donc de vocation et en 1963, le canal ne dessert plus que la navigation de plaisance (figure 12) (Parcs Canada 2020a et 2020b, en ligne; Sainte-Anne-de-Bellevue 2017, en ligne).



Figure 12 Marina de Sainte-Anne-de-Bellevue, mi-XXe siècle (Sainte-Anne-de-Bellevue 2017, en ligne)

Entre 1929 et 1939, la pêche commerciale est aussi une activité importante sur le fleuve Saint-Laurent, le lac des Deux-Montagnes et leurs tributaires principaux. Aujourd’hui, cette activité est toujours permise par endroits, mais son importance a grandement diminué depuis l’adoption de règlements plus sévères, la décroissance de la ressource et l’interdiction de vendre certaines espèces contaminées (Robitaille 1999; COBAVER-VS 2014 : 120-122). Aujourd’hui les habitants et les touristes pratiquent la pêche à la ligne récréative (figure 13) dans tout le secteur entre le lac des Deux Montagnes et le lac Saint-Louis lors de la saison navigable ainsi que la pêche blanche ou sur glace en hiver dans les baies de Rigaud, de Saint-Placide et de Vaudreuil ainsi que dans l’anse de Vaudreuil. Le commerce de la glace y était également pratiqué entre 1920 et 1950 (Centre d’Histoire La Presqu’île; COBAVER-VS 2-14 : 122).

Dans le secteur de l’île aux Tourtes et des rives de Senneville, les habitations seront toujours limitées et changent très peu même lorsque la région devient un lieu de villégiature. Cependant, la zone subie des changements importants impactant le cours d’eau et les rives. En effet, le transport de l’huile ne prend plus la voie maritime par bateau, mais la *Trans-Canada Pipelines* obtient la permission de construire un gazoduc qui traverse l’île aux Tourtes et le cours d’eau pour rejoindre Senneville en 1958 (Artefactuel 2014 : 22). Cette ligne est toujours en place.

Le gouvernement du Québec, quant à lui, développe le réseau routier et décide de construire le pont de l'Île-aux-Tourtes en 1963-1964 pour y faire passer l'autoroute transcanadienne 40. Pour ce faire, des remblais sont rajoutés sur les rives de l'île aux Tourtes et celles de l'île Girwood (figure 14).

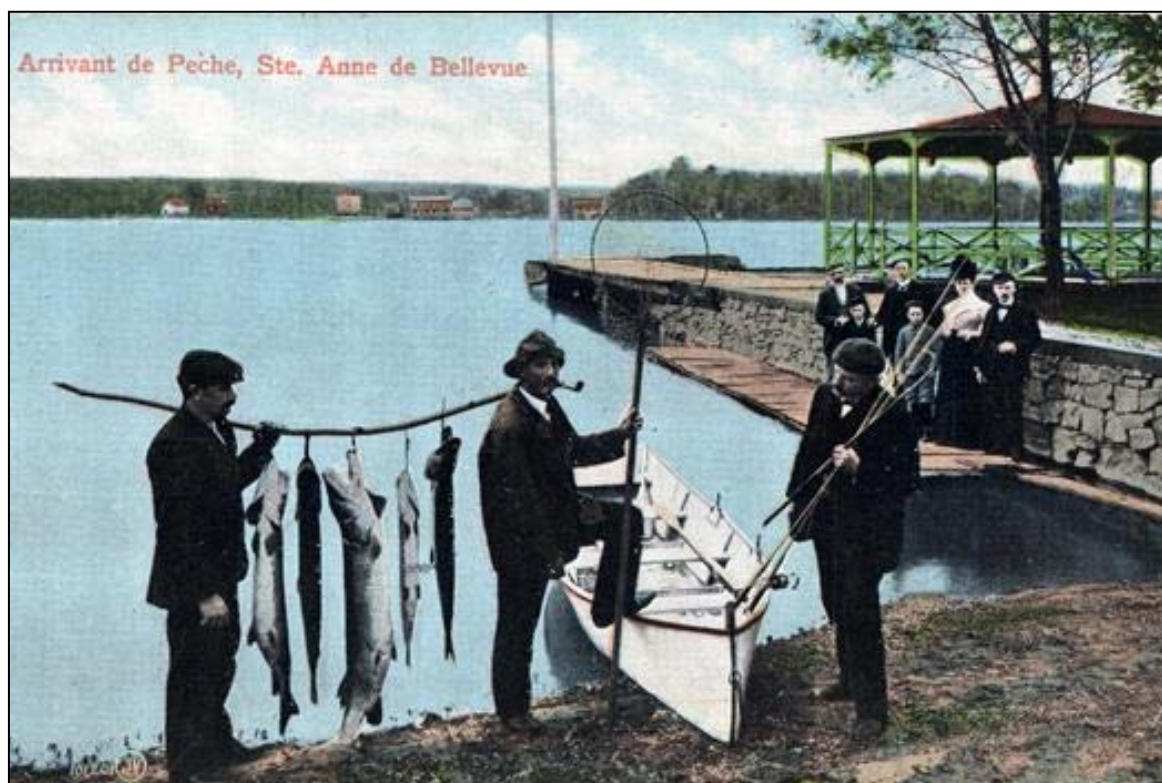


Figure 13 Arrivant de pêche à Sainte-Anne-de-Bellevue, XXe siècle (Sainte-Anne-de-Bellevue 2017, en ligne)

Afin d'accueillir les plaisanciers et les pêcheurs récréatifs, Senneville dès la première moitié du XX^e siècle procède à l'aménagement et l'ouverture du *Senneville Country Club* sous propriété privée (figure 15), une jetée y est construite en 1961 (figure 16), desservant toujours les locaux et les touristes lors de la saison estivale. La marina actuelle est visible sur des photos aériennes à partir de 1971 (figure 17). S'y trouve également un Club de voile qui offre toujours des formations et les techniques de régate (Histoire du Québec 2019, en ligne). Le club nautique de Sainte-Anne-de-Bellevue est également toujours en activité. Aucun autre aménagement n'est par la suite répertorié dans les dernières décennies.

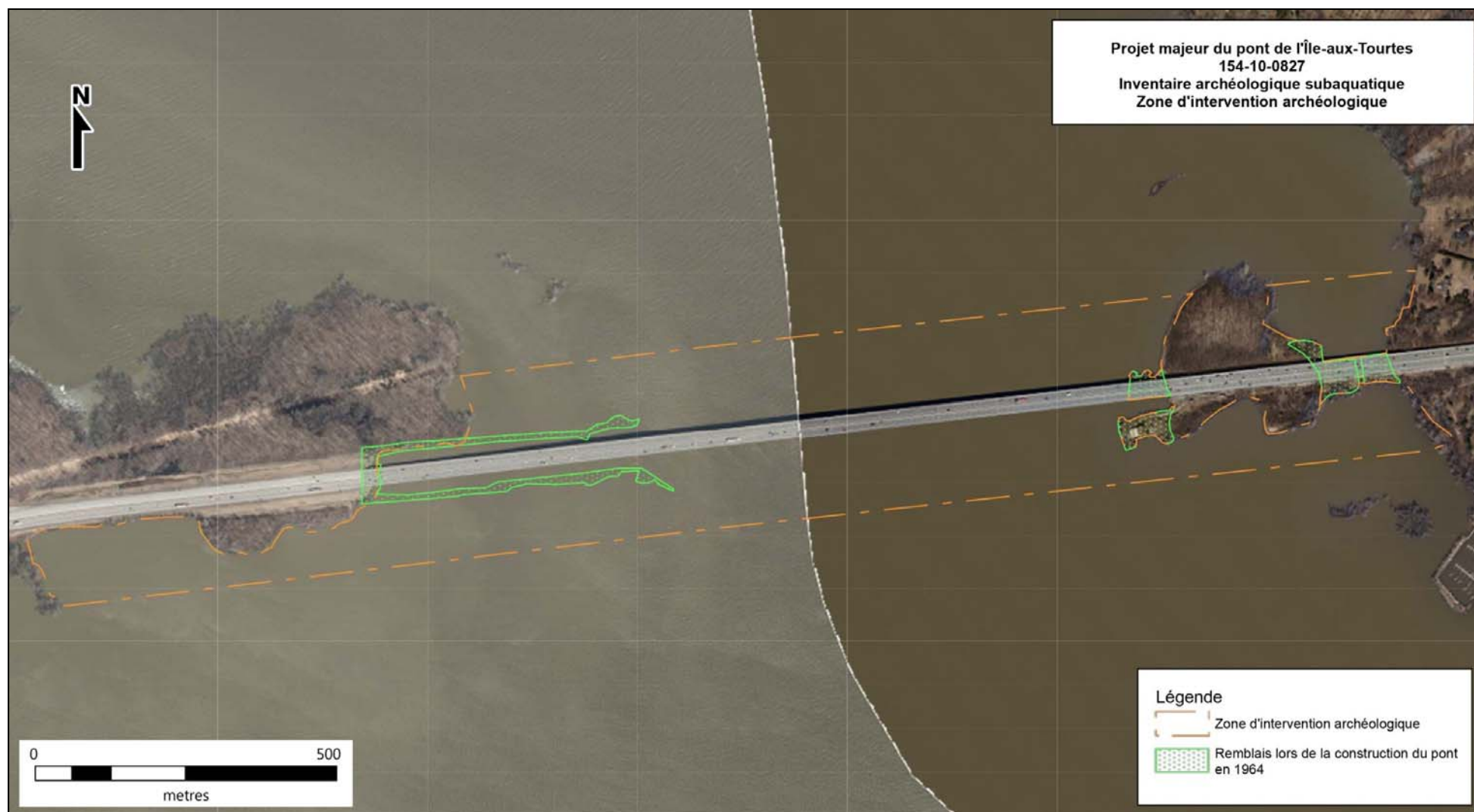


Figure 14 Localisation des remblais mis en place lors de la construction du pont en 1963-64 (MTQ 2019)

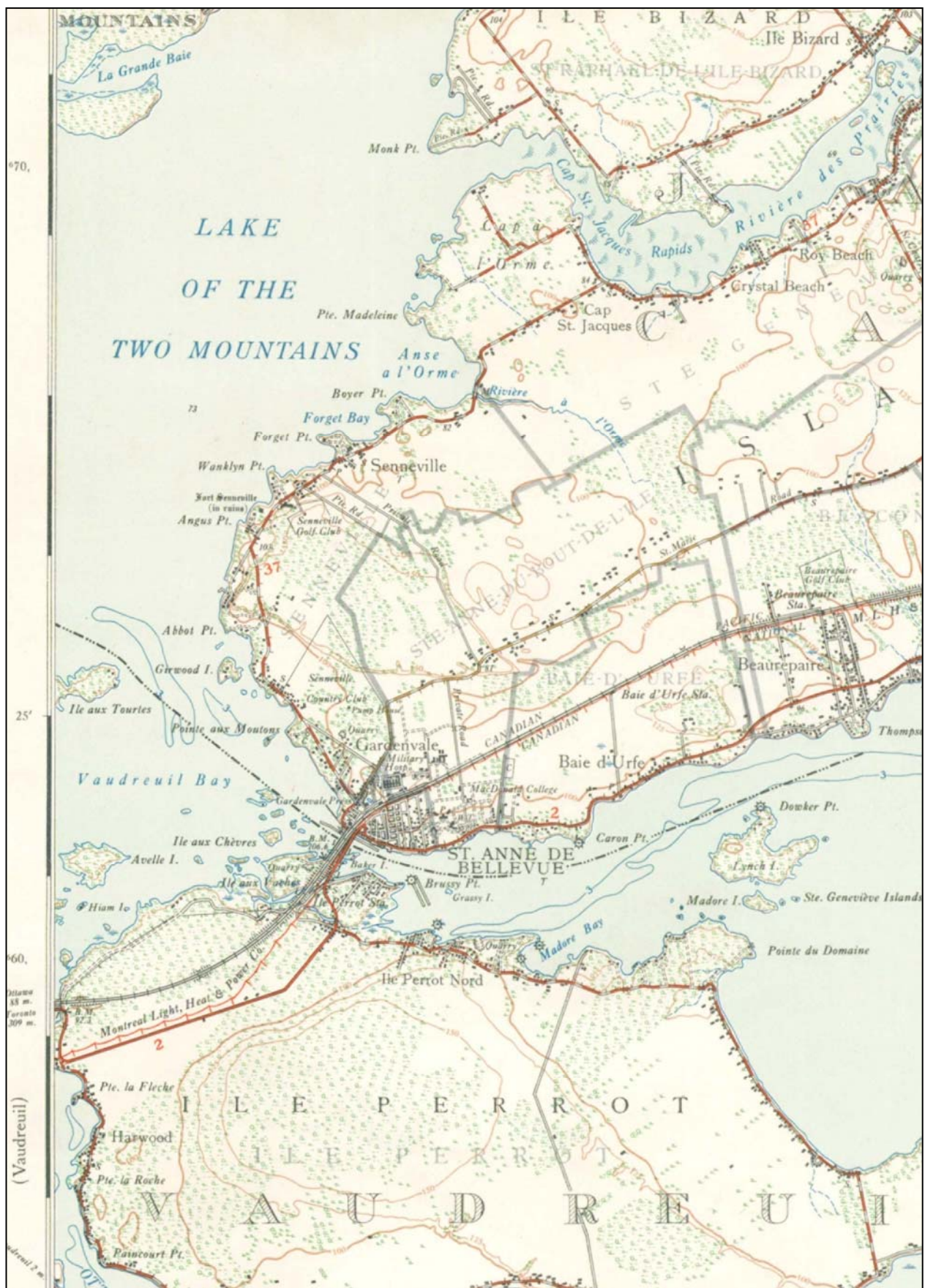


Figure 15 Détail de la Carte topographique de Lachine, Department of Defence, Canada 1935 (BANQ)



Figure 16 Photo aérienne du secteur en 1964 (Cartothèque de l'Université de Montréal)

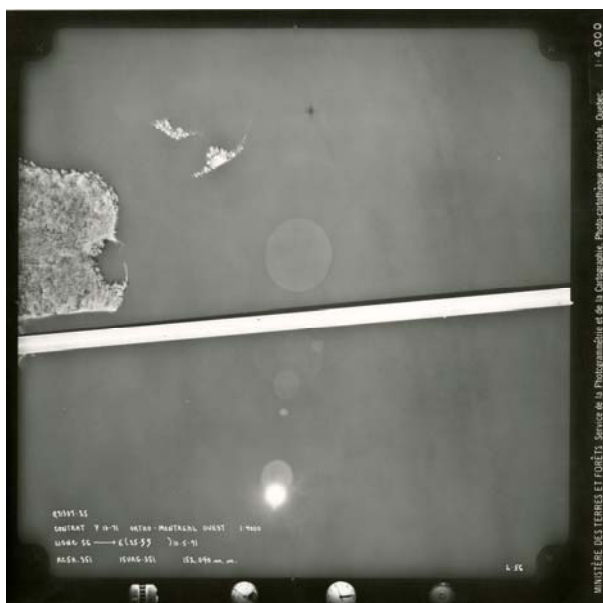


Figure 17 Photos aériennes du secteur en 1971 (Cartothèque de l'Université de Montréal)

3.3 Naufrages et épaves

Aucune épave ou naufrage n'est répertorié jusqu'à présent dans le secteur à l'étude. Néanmoins, deux épaves sont connues dans les lacs proximité, soit le *Maude* dans le lac des Deux Montagnes et le *Cecilia L.* (BiFl-9) dans le lac Saint-Louis, et dans les archives, le naufrage du vapeur *Algerian* à Pointe-des-Cascades est mentionné.

Le navire à vapeur *Algerian* de la *Richelieu and Ontario Navigation Company* s'est échoué au Rocher fendu avec à son bord des touristes principalement américains, dans les rapides de Pointe-des-Cascades en août 1875 (Bossé 2013; Lewis N /D). Le *Maude*, quant à lui, est un vapeur qui assurait le transport aller-retour deux fois par semaine entre Montréal et Ottawa avec à son bord, passagers et marchandises. Il fait naufrage en 1906 à la suite d'une collision avec un autre navire (André et Piédalue 2014 : 6; Piédalue 2014 : 12-15). Enfin, le *Cécilia L.* est un navire à vapeur en bois propulsé par hélice construit en 1910 et ayant fait naufrage en novembre 1912., dans le lac Saint-Louis, entre la pointe du Moulin et l'île à Tambault, à une profondeur d'environ 15 mètres, transportant également marchandises et passagers (MCCQ 2019).

3.4 Interventions archéologiques antérieures

Plusieurs interventions archéologiques terrestres ont eu lieu dans les abords de la zone à l'étude, notamment depuis les années 1990 sur l'île aux Tourtes, et au fort de Senneville. Néanmoins, une seule exploration subaquatique en contexte archéologique a été réalisée en 2006 par Archéotec (2007).

Trois plongées en apnée ont été effectuées sur les berges de la partie nord-est de l'île aux Tourtes afin de déceler des traces d'activités humaines liées aux occupations terrestres. Le secteur de la rive nord lors de l'installation de la prise d'eau du système de tamisage n'a révélé aucun vestige ou artefact. Le secteur de la pointe sur la rive nord a informé que la configuration des lieux pourrait permettre d'amarrer une petite embarcation à l'abri des intempéries, mais aucun vestige ou artefact n'a été observé. Enfin, le secteur des îlets et de l'anse sur la rive n'a pu être prospecté adéquatement en raison d'une visibilité réduite, mais des recommandations de prospection en plongée autonome ont été mentionnées.

L'anse naturelle aménagée par le Dr.Brown a cependant été observée. Elle est partiellement fermée par deux brises-lames de pierres, celle au nord comprend également deux pièces de bois. Une recommandation d'analyse dendrochronologique a été faite. Quant à l'intérieur de l'anse qui se

caractérise par un environnement de marais et de visibilité nulle, aucun vestige ou artefact n'a été observé, néanmoins, il a été recommandé de continuer à faire des prospections visuelles sur le pourtour de l'île (Archéotec 2007 : 194-195, 229-234).

4. Résultats des travaux archéologiques

L'inventaire archéologique subaquatique réalisé dans le cadre du projet majeur du pont de l'Ile-aux-Tourtes s'est effectué par une couverture à l'aide de trois instruments : un sondeur multifaisceaux, un sonar à balayage latéral et un magnétomètre. La section suivante présente les résultats de cet inventaire par type d'instrument. L'acquisition des données sur le terrain s'est déroulée les 6 et 7 octobre 2019 dans des conditions météorologiques clémentes, assurant des levés fiables et sans interférences causées par le vent, les vagues ou les courants. Les résultats obtenus sont présentés selon chacun des instruments.

4.1 Sondeur multifaisceaux

La prospection au sondeur multifaisceaux a été réalisée le 6 octobre 2019. La zone à l'étude n'a pas été couverte en totalité à cause d'une trop faible profondeur à plusieurs endroits, principalement les berges de part et d'autre du chenal. Au total, 46 anomalies ont été relevées. Le tableau 1 résume les cibles avec leurs coordonnées géographiques, la figure 6 les lignes de relevés aux 10 mètres et la figure 7 illustre leur position dans la zone à l'étude.

Tableau 1 Synthèse des anomalies relevées au sondeur multifaisceaux

| Anomalie | Longitude (°) | Latitude (°) | Description |
|---------------|---------------|--------------|---|
| MBES1 | -73.985 | 45.421 | Roche SSS8 |
| MBES2 | -73.985 | 45.420 | Objet indéterminé SSS12 |
| MBES3 | -73.985 | 45.422 | Objet rectangulaire, pièce de bois? SSS9 |
| MBES4 | -73.985 | 45.422 | *Hors de la zone d'étude |
| MBES5 | -73.984 | 45.420 | Roche |
| MBES6 | -73.984 | 45.419 | *Hors de la zone d'étude |
| MBES7 | -73.984 | 45.422 | Objet indéterminé de forme fuselée SSS30 |
| MBES8 | -73.984 | 45.421 | Objet enfoui? Signature magnétique possible SSS28, MAG6 ? |
| MBES9 | -73.984 | 45.421 | Roche avec affouillement SSS43 |
| MBES10 | -73.984 | 45.422 | Grosse roche SSS29 |
| MBES11 | -73.984 | 45.421 | Roche SSS27 |
| MBES12 | -73.984 | 45.420 | Objet longitudinal, tronc d'arbre ou débris de pont |
| MBES13 | -73.984 | 45.419 | N/A |
| MBES14 | -73.984 | 45.420 | Objet longitudinal, poutre? Débris de pont SSS37 |
| MBES16 | -73.984 | 45.421 | N/A |
| MBES17 | -73.984 | 45.420 | Baril moderne? Débris de pont |
| MBES18 | -73.983 | 45.421 | N/A |
| MBES19 | -73.983 | 45.420 | Objet possiblement archéologique, chaloupe? SSS59 |
| MBES20 | -73.983 | 45.420 | Câble métallique lié à la structure du pont SSS60 |
| MBES21 | -73.983 | 45.421 | N/A |
| MBES22 | -73.983 | 45.422 | Objet indéterminé, possiblement naturel SSS66 |
| MBES23 | -73.983 | 45.421 | Roche |
| MBES24 | -73.982 | 45.421 | Regroupement de roches, naturel |

| | | | |
|---------------|---------|--------|---|
| MBES25 | -73.982 | 45.420 | Probablement poutre, débris de pont SSS73 |
| MBES26 | -73.982 | 45.420 | Probablement poutre, débris de pont SSS68 |
| MBES27 | -73.982 | 45.422 | *Hors de la zone d'étude, roche |
| MBES28 | -73.981 | 45.420 | Câble métallique, débris de pont SSS77 |
| MBES29 | -73.980 | 45.419 | *Hors de la zone d'étude, N/A |
| MBES30 | -73.980 | 45.420 | Probablement poutre, débris de pont SSS80 |
| MBES31 | -73.980 | 45.421 | N/A |
| MBES32 | -73.979 | 45.421 | Objet indéterminé, possiblement naturel |
| MBES33 | -73.979 | 45.421 | N/A |
| MBES34 | -73.979 | 45.421 | Roche |
| MBES35 | -73.979 | 45.422 | *Hors de la zone d'étude, N/A |
| MBES36 | -73.978 | 45.419 | N/A |
| MBES37 | -73.978 | 45.419 | *Hors de la zone d'étude, N/A |
| MBES38 | -73.978 | 45.421 | Objet longitudinal, tronc d'arbre ou débris de pont SSS86 |
| MBES39 | -73.978 | 45.420 | N/A |
| MBES40 | -73.977 | 45.420 | Structure de bois et métal, présence d'un pneu, débris modernes SSS89 |
| MBES41 | -73.978 | 45.422 | N/A |
| MBES42 | -73.977 | 45.421 | Objet longitudinal, poutre? Débris moderne SSS98 |
| MBES43 | -73.977 | 45.421 | Objet longitudinal, poutre? Débris moderne |
| MBES44 | -73.977 | 45.420 | Objet longitudinal, poutre? Débris moderne SSS92 |
| MBES45 | -73.977 | 45.421 | Objet longitudinal, poutre? Débris moderne SSS99 |
| MBES46 | -73.977 | 45.422 | Petits troncs d'arbre ou débris modernes SSS103 |

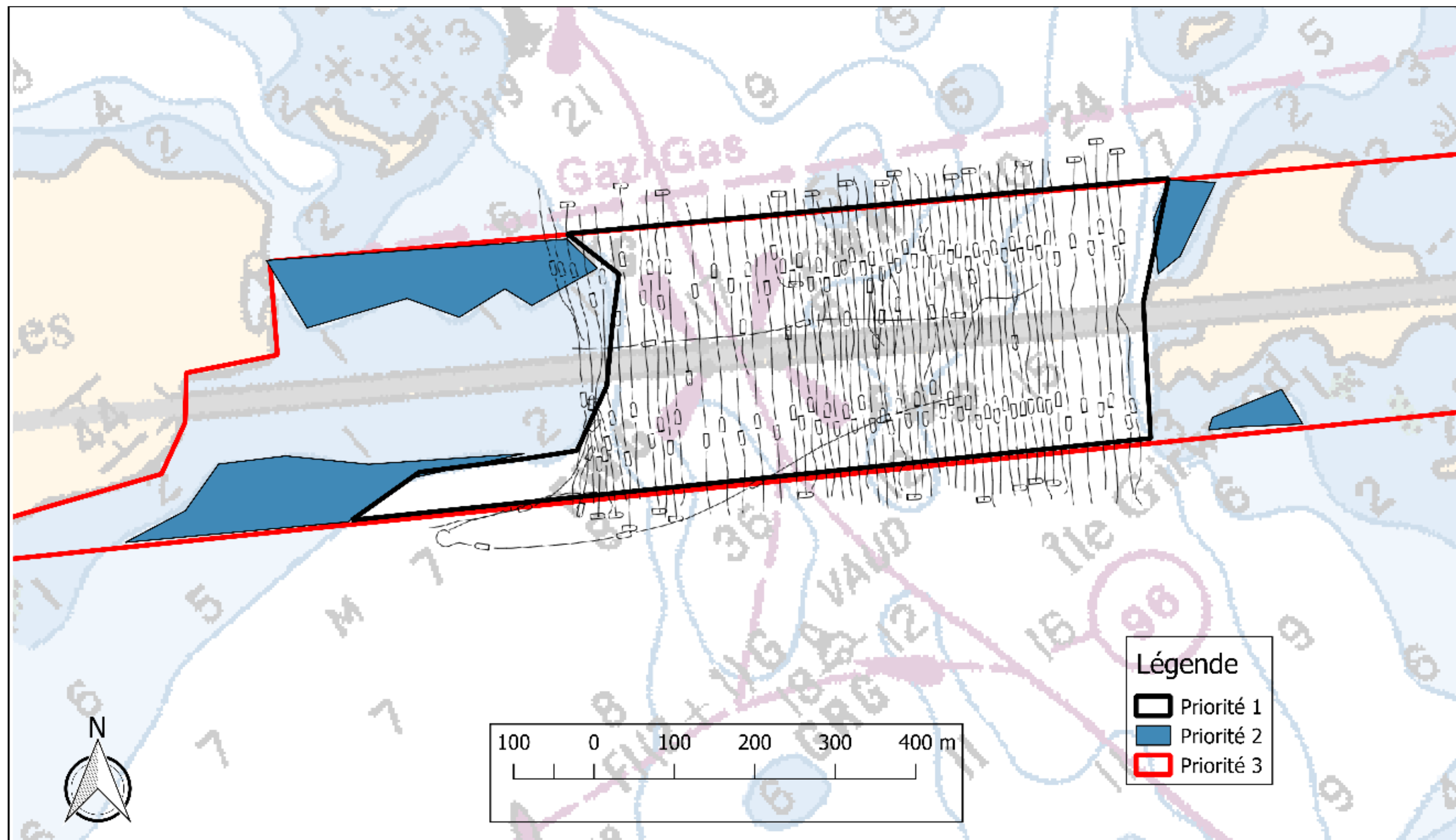


Figure 18 Lignes de relevés au 10 m au sondeur multifaisceaux (CIDCO 2019)

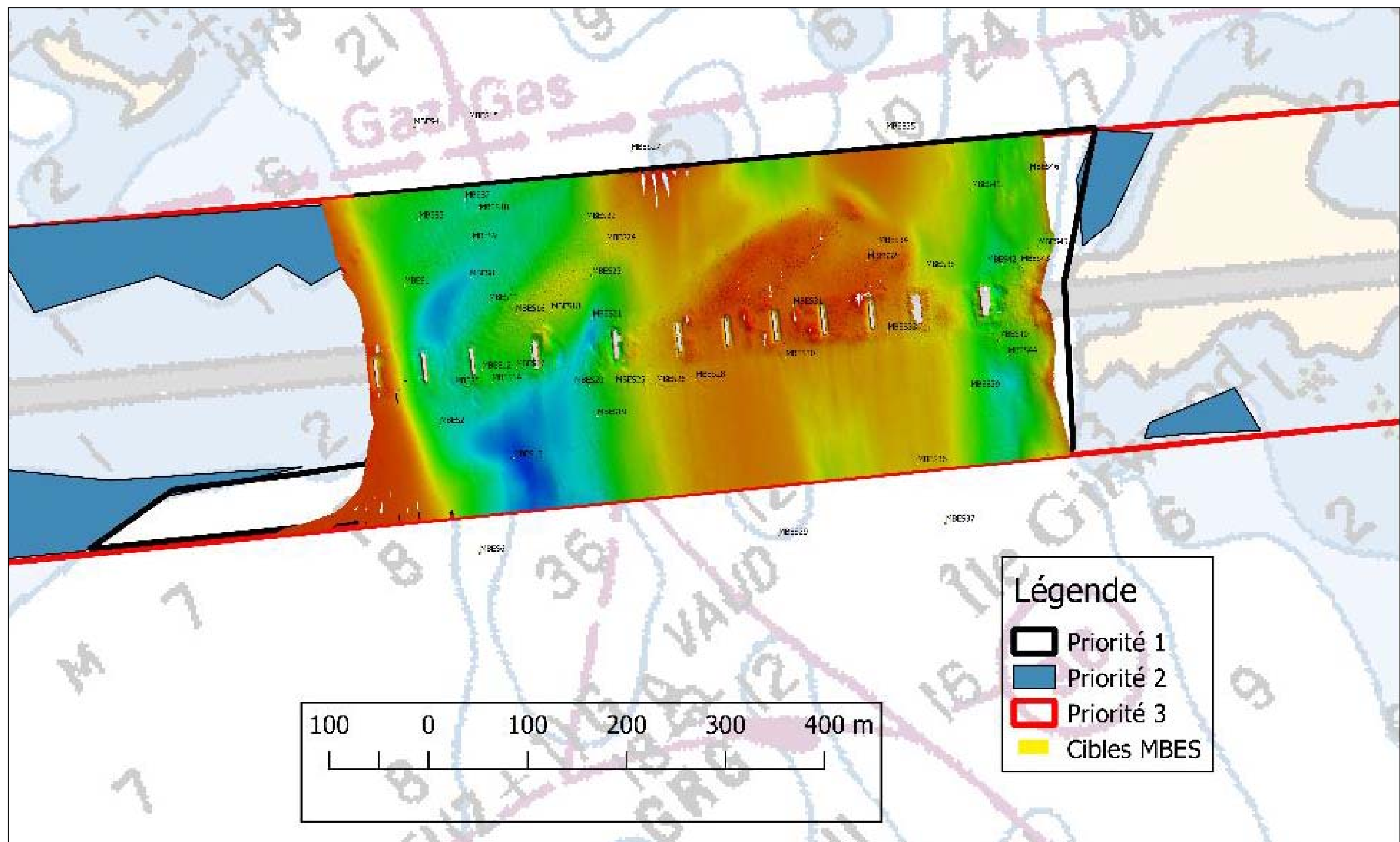


Figure 19 Synthèse des anomalies relevées au sondeur multifaisceaux sur fond bathymétrique, résolution 20 cm (CIDCO 2019)

4.2 Sonar à balayage latéral

La prospection au sonar à balayage latéral a été réalisée le 6 octobre 2019. La zone à l'étude n'a pas été couverte en totalité à cause d'une trop faible profondeur au niveau des battures. Au total, 98 anomalies ont été relevées. Le tableau 2 résume les cibles avec leurs coordonnées géographiques². La figure 8 illustre les tracés de navigation suivis aux 10 mètres et la figure 9, une mosaïque de réflectivité de l'ensemble des cibles dans la zone à l'étude à une résolution de 20 centimètres.

Tableau 2 Synthèse des anomalies relevées au sonar à balayage latéral

| Anomalie | Longitude (°) | Latitude (°) | Description |
|----------|---------------|--------------|---|
| SSS1 | -73.985 | 45.419 | Objet longitudinal, poutre ou débris de pont |
| SSS2 | -73.985 | 45.420 | Roche |
| SSS3 | -73.986 | 45.420 | Objet longitudinal, poutre ou débris de pont |
| SSS4 | -73.985 | 45.421 | Objet longitudinal, poutre ou débris de pont |
| SSS5 | -73.986 | 45.421 | Tronc d'arbres provenant de l'islet? |
| SSS6 | -73.985 | 45.421 | Roche |
| SSS7 | -73.985 | 45.421 | Roche |
| SSS8 | -73.985 | 45.421 | Roche MBES1 |
| SSS9 | -73.985 | 45.422 | Objet rectangulaire, pièce de bois? MBES3 |
| SSS10 | -73.985 | 45.419 | Deux roches |
| SSS11 | -73.984 | 45.420 | Objet rectangulaire, pièce de bois? |
| SSS12 | -73.985 | 45.420 | Objet indéterminé MBES2 |
| SSS13 | -73.984 | 45.420 | Objets longitudinaux, poutres ou débris de pont |
| SSS15 | -73.985 | 45.421 | Roches |
| SSS16 | -73.984 | 45.421 | Tronc d'arbre% |
| SSS18 | -73.985 | 45.421 | *Hors de la zone d'étude, roche |
| SSS19 | -73.985 | 45.421 | *Hors de la zone d'étude, roche |
| SSS20 | -73.984 | 45.422 | Roche |
| SSS22 | -73.984 | 45.420 | N/A |
| SSS23 | -73.984 | 45.420 | Objet indéterminé |
| SSS24 | -73.985 | 45.420 | Roche? |
| SSS25 | -73.984 | 45.420 | N/A |
| SSS26 | -73.984 | 45.421 | N/A |
| SSS27 | -73.984 | 45.422 | Roche MBES11 |
| SSS28 | -73.984 | 45.420 | Objet enfoui? Signature magnétique possible MBES8, MAG6 ? |
| SSS29 | -73.984 | 45.420 | Grosse roche MBES10 |
| SSS30 | -73.984 | 45.420 | Objet indéterminé de forme fuselé MBES7 |
| SSS31 | -73.985 | 45.421 | *Hors de la zone d'étude |
| SSS32 | -73.985 | 45.420 | *Hors de la zone d'étude |
| SSS33 | -73.985 | 45.420 | *Hors de la zone d'étude |

² Les numéros successifs manquants sont des doublons de cibles déjà relevées et inventoriées dans le tableau.

| | | | |
|-------|---------|--------|--|
| SSS34 | -73.984 | 45.422 | N/A |
| SSS35 | -73.984 | 45.420 | Troncs d'arbres |
| SSS36 | -73.984 | 45.420 | N/A |
| SSS37 | -73.984 | 45.421 | Objet longitudinal, poutre? Débris de pont MBES14 |
| SSS38 | -73.984 | 45.421 | Objet longitudinal, poutre? Débris de pont |
| SSS39 | -73.984 | 45.422 | Objet longitudinal, poutre? Débris de pont |
| SSS40 | -73.984 | 45.421 | Objet longitudinal, poutre? Débris de pont |
| SSS42 | -73.984 | 45.421 | N/A |
| SSS43 | -73.984 | 45.421 | Roche avec affouillement MBES9 |
| SSS46 | -73.984 | 45.421 | *Hors de la zone d'étude |
| SSS47 | -73.983 | 45.421 | Roche |
| SSS48 | -73.983 | 45.420 | Roche |
| SSS49 | -73.983 | 45.421 | Roche |
| SSS50 | -73.983 | 45.420 | Cadre de construction du pont? |
| SSS51 | -73.983 | 45.420 | N/A |
| SSS52 | -73.983 | 45.421 | N/A |
| SSS53 | -73.983 | 45.421 | N/A |
| SSS54 | -73.984 | 45.421 | Roche |
| SSS55 | -73.983 | 45.421 | N/A |
| SSS56 | -73.983 | 45.421 | N/A |
| SSS57 | -73.984 | 45.421 | *Hors de la zone d'étude |
| SSS58 | -73.983 | 45.421 | N/A |
| SSS59 | -73.983 | 45.422 | Objet possiblement archéologique, chaloupe? MBES19 |
| SSS60 | -73.982 | 45.419 | Câble métallique lié à la structure du pont MBES20 |
| SSS61 | -73.983 | 45.421 | N/A |
| SSS62 | -73.983 | 45.422 | Objet indéterminé, débris de pont |
| SSS63 | -73.981 | 45.512 | N/A |
| SSS64 | -73.981 | 45.512 | Roche |
| SSS65 | -73.981 | 45.512 | Roche |
| SSS66 | -73.981 | 45.512 | Objet indéterminé, possiblement naturel MBES22 |
| SSS67 | -73.981 | 45.513 | N/A |
| SSS68 | -73.980 | 45.513 | Probablement poutre, débris de pont MBES26 |
| SSS69 | -73.981 | 45.506 | Probablement poutre, débris de pont |
| SSS70 | -73.980 | 45.525 | Probablement poutre, débris de pont |
| SSS71 | -73.980 | 45.525 | Roche? |
| SSS72 | -73.980 | 45.525 | *Hors de la zone d'étude |
| SSS73 | -73.980 | 45.525 | Probablement poutre, débris de pont MBES25 |
| SSS74 | -73.980 | 45.525 | Probablement poutre, débris de pont |
| SSS75 | -73.980 | 45.526 | N/A |
| SSS76 | -73.980 | 45.525 | Objet indéterminé, débris de pont |
| SSS77 | -73.979 | 45.527 | Câble métallique, débris de pont MBES28 |
| SSS78 | -73.979 | 45.527 | Probablement poutre, débris de pont |
| SSS79 | -73.979 | 45.527 | Objet indéterminé, roche? |
| SSS80 | -73.978 | 45.527 | Probablement poutre, débris de pont MBES30 |

| | | | |
|---------------|---------|--------|--|
| SSS81 | -73.978 | 45.527 | Roche |
| SSS82 | -73.977 | 45.527 | Objet longitudinal, débris de pont |
| SSS83 | -73.977 | 45.529 | Objet indéterminé, extrémité en pointe |
| SSS84 | -73.977 | 45.529 | Roche |
| SSS85 | -73.977 | 45.529 | Probablement poutre, débris de pont |
| SSS86 | -73.976 | 45.529 | Objet longitudinal, tronc d'arbre ou débris de pont MBES38 |
| SSS87 | -73.977 | 45.529 | N/A |
| SSS88 | -73.976 | 45.528 | N/A |
| SSS89 | -73.975 | 45.528 | Structure de bois et métal, présence d'un pneu, débris modernes MBES40 |
| SSS90 | -73.976 | 45.528 | Probablement poutre, débris de pont |
| SSS91 | -73.975 | 45.535 | N/A |
| SSS92 | -73.975 | 45.535 | Objet longitudinal, poutre? Débris moderne MBES44 |
| SSS93 | -73.975 | 45.535 | Probablement poutre, débris de pont ou moderne |
| SSS94 | -73.975 | 45.536 | Probablement poutre, débris de pont ou moderne |
| SSS95 | -73.975 | 45.536 | Structures de plusieurs pièces de bois, débris modernes |
| SSS96 | -73.975 | 45.536 | Structures de plusieurs pièces de bois, débris modernes |
| SSS97 | -73.975 | 45.536 | Structures de plusieurs pièces de bois, débris modernes |
| SSS98 | -73.975 | 45.536 | Objet longitudinal, poutre? Débris moderne MBES42 |
| SSS99 | -73.975 | 45.536 | Objet longitudinal, poutre? Débris moderne MBES45 |
| SSS100 | -73.975 | 45.536 | N/A |
| SSS101 | -73.975 | 45.537 | *Hors de la zone d'étude |
| SSS102 | -73.974 | 45.537 | Indéterminée, débris moderne |
| SSS103 | -73.975 | 45.537 | Petits troncs d'arbres ou débris modernes MBES46 |

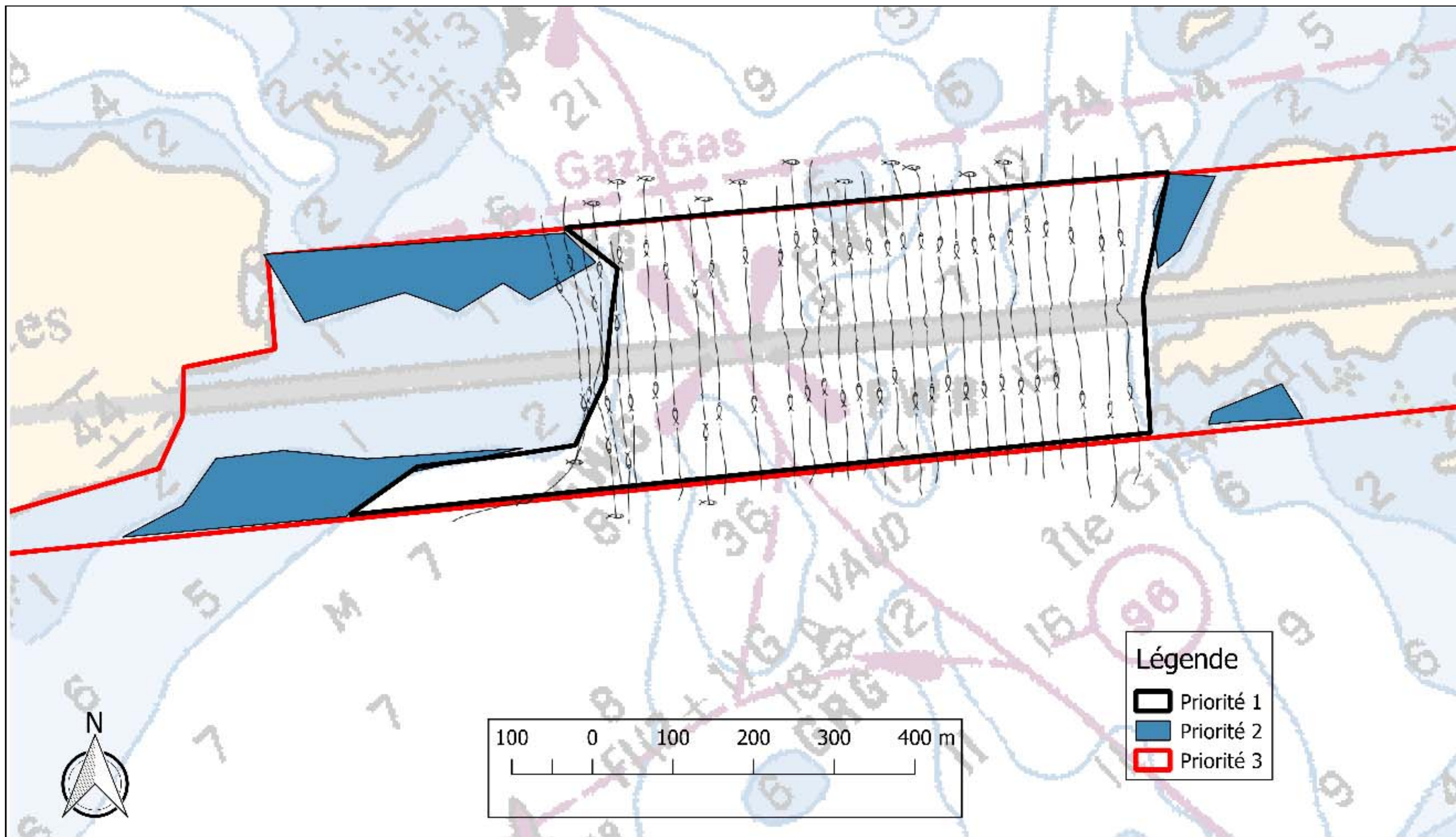


Figure 20 Lignes de levés au sonar à balayage latéral au 10 m (CIDCO 2019)

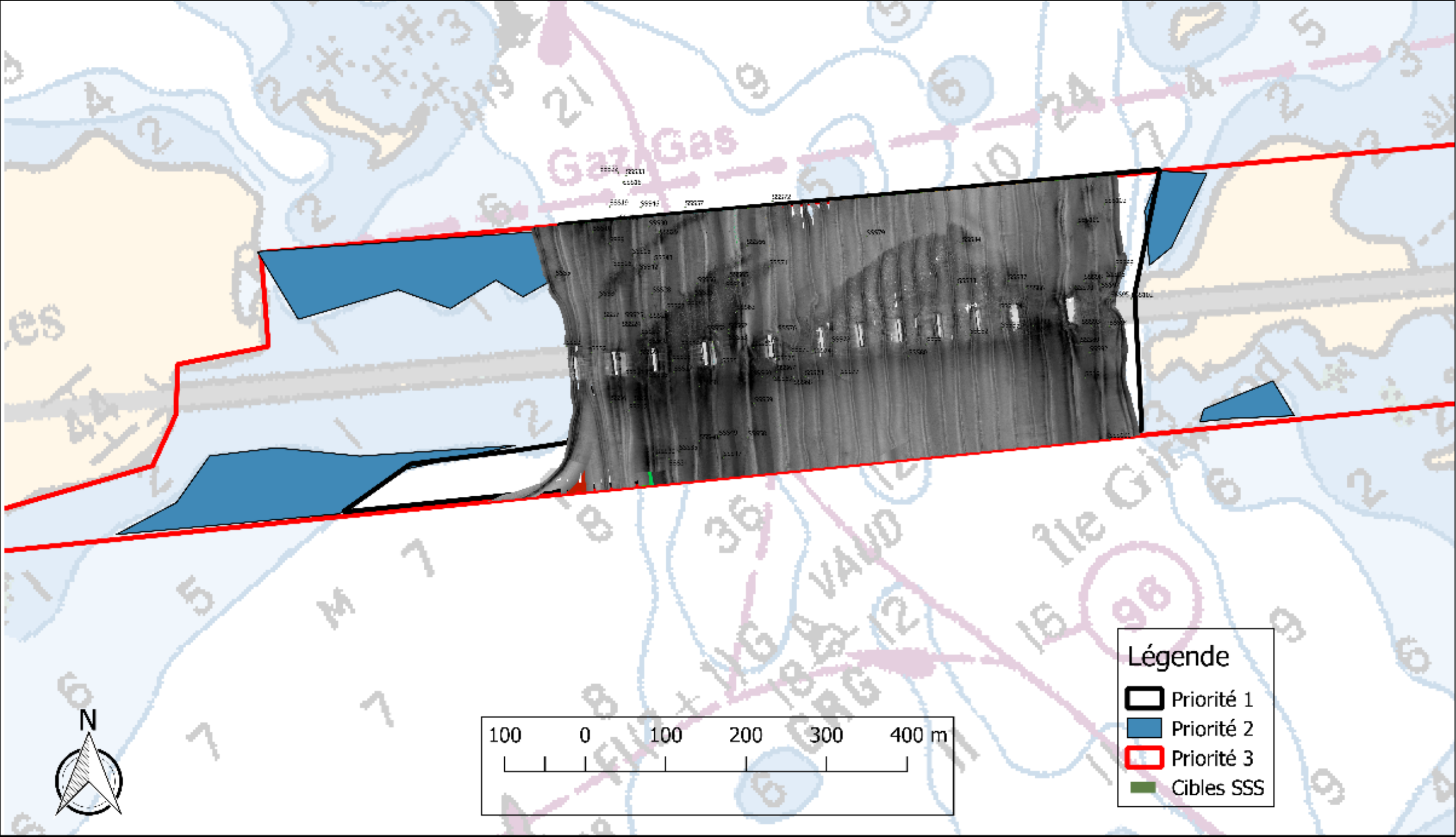


Figure 21 Mosaïque de réflectivité de l'ensemble des anomalies relevées au sonar à balayage latéral à une résolution de 20 cm (CIDCO 2019)

4.3 Magnétomètre

La couverture au magnétomètre a été réalisée le 7 octobre 2019. Il n'a pas été possible de réaliser les mesures sur les battures au même titre que le sonar à balayage latéral, car la profondeur n'était pas suffisante pour déployer un instrument tracté, ni naviguer de façon sécuritaire. Des lignes perpendiculaires aux levés nord-sud ont été effectuées afin d'améliorer le positionnement de chaque anomalie, mais la précision des données magnétométriques demeure aux 5 mètres près. Également, les interférences avec les composantes métalliques du pont, de la ligne de gazoduc au nord de la zone, et un « câble » au sud ont nui à la prise de données ne permettant pas de déterminer avec certitude la présence de signature magnétique sur les anomalies détectées à proximités de ces structures. Néanmoins, au total, 13 anomalies magnétiques ont été relevées en dehors de ces zones problématiques dont 2 ont trouvé correspondance. La cible MAG5 est associée à l'anomalie MBES28 (SSS77) qui s'apparente vraisemblablement à des débris de construction ou de réparation du pont actuel. Quant à la cible MAG6, elle demeure éloignée de la cible MBES8 (SSS28) qui n'est pas apparente sur le fond marin et pourrait témoigner d'un objet enfoui présentant possiblement une signature magnétique.

Le tableau 3 présente une synthèse des anomalies magnétiques en fonction de leur gradient d'intensité (nT/m); la figure 10, les lignes réalisées au magnétomètre; la figure 11, les isolignes magnétiques en fonction de leur gradient; ainsi que la figure 12 qui illustre l'ensemble des anomalies magnétiques relevées.

Tableau 3 Synthèse des anomalies relevées au magnétomètre

| Anomalie | Longitude (°) | Latitude (°) | Valeur maximale (en nT) |
|----------|---------------|--------------|-------------------------|
| Mag01 | -73.979 | 45.420 | 24.52 |
| Mag02 | -73.979 | 45.420 | 13.98 |
| Mag03 | -73.981 | 45.420 | 19.87 |
| Mag04 | -73.982 | 45.419 | 18.72 |
| Mag05 | -73.981 | 45.420 | 24.79 |
| Mag06 | -73.984 | 45.421 | 12.36 |
| Mag07 | -73.981 | 45.421 | 11.90 |
| Mag08 | -73.981 | 45.421 | 15.92 |
| Mag09 | -73.981 | 45.421 | 12.72 |
| Mag10 | -73.979 | 45.421 | 9.31 |
| Mag11 | -73.978 | 45.422 | 12.05 |
| Mag12 | -73.980 | 45.421 | 9.98 |
| Mag13 | -73.980 | 45.420 | 38.35 |

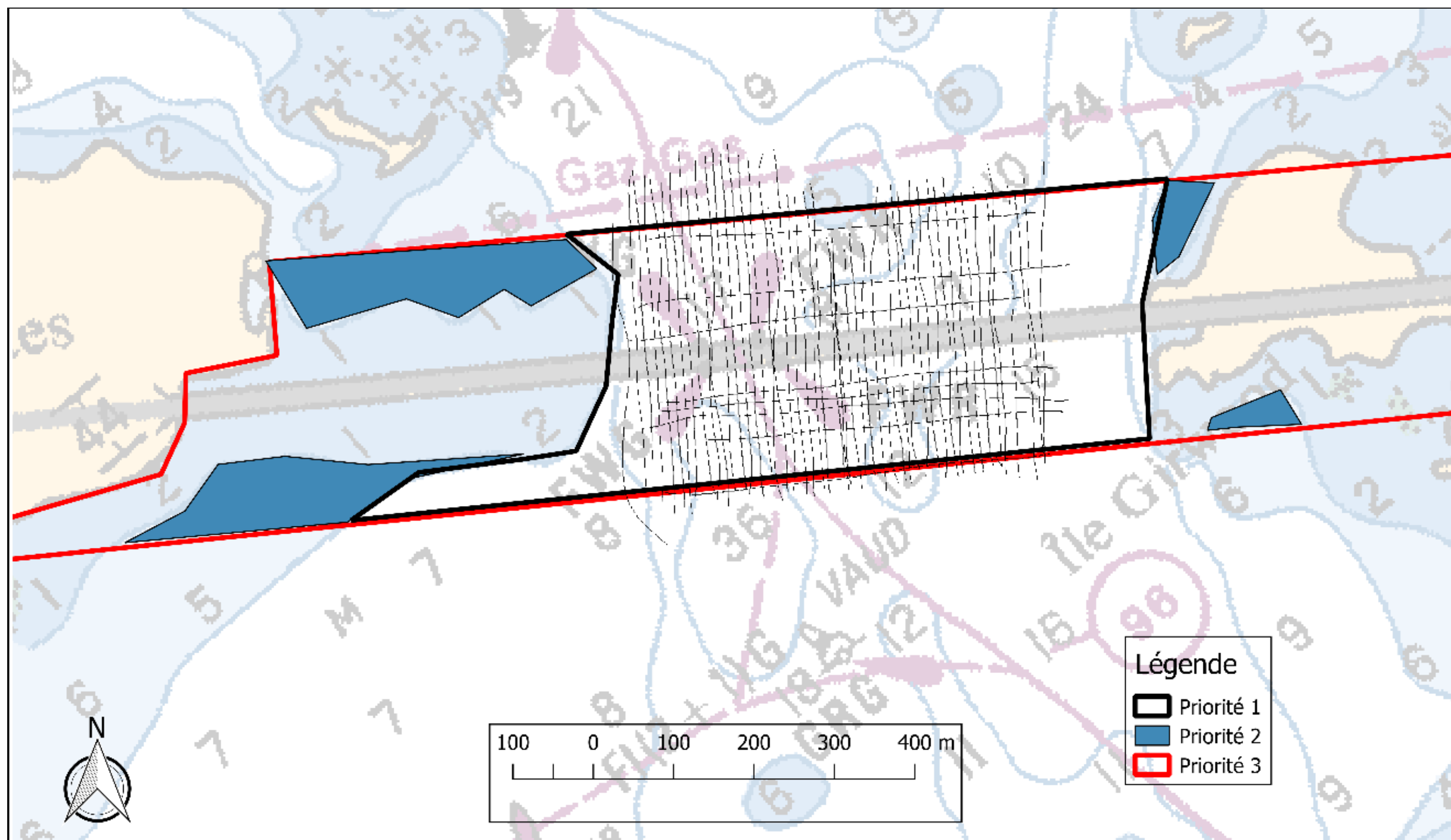


Figure 22 Lignes de 10 m réalisées au magnétomètre (CIDCO 2019)

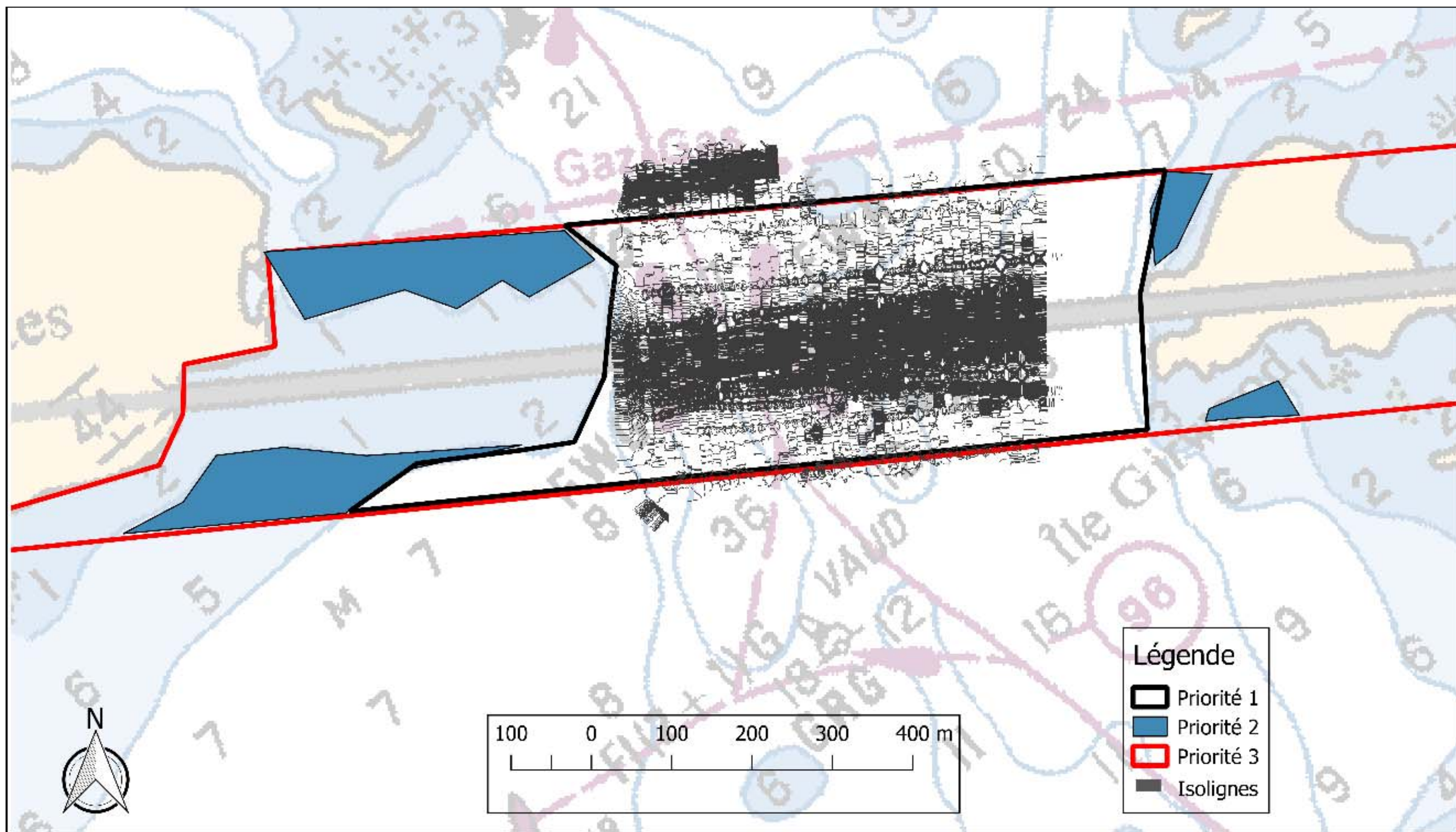


Figure 23 Isolignes magnétiques selon leur gradient magnétométrique (CIDCO 2019)

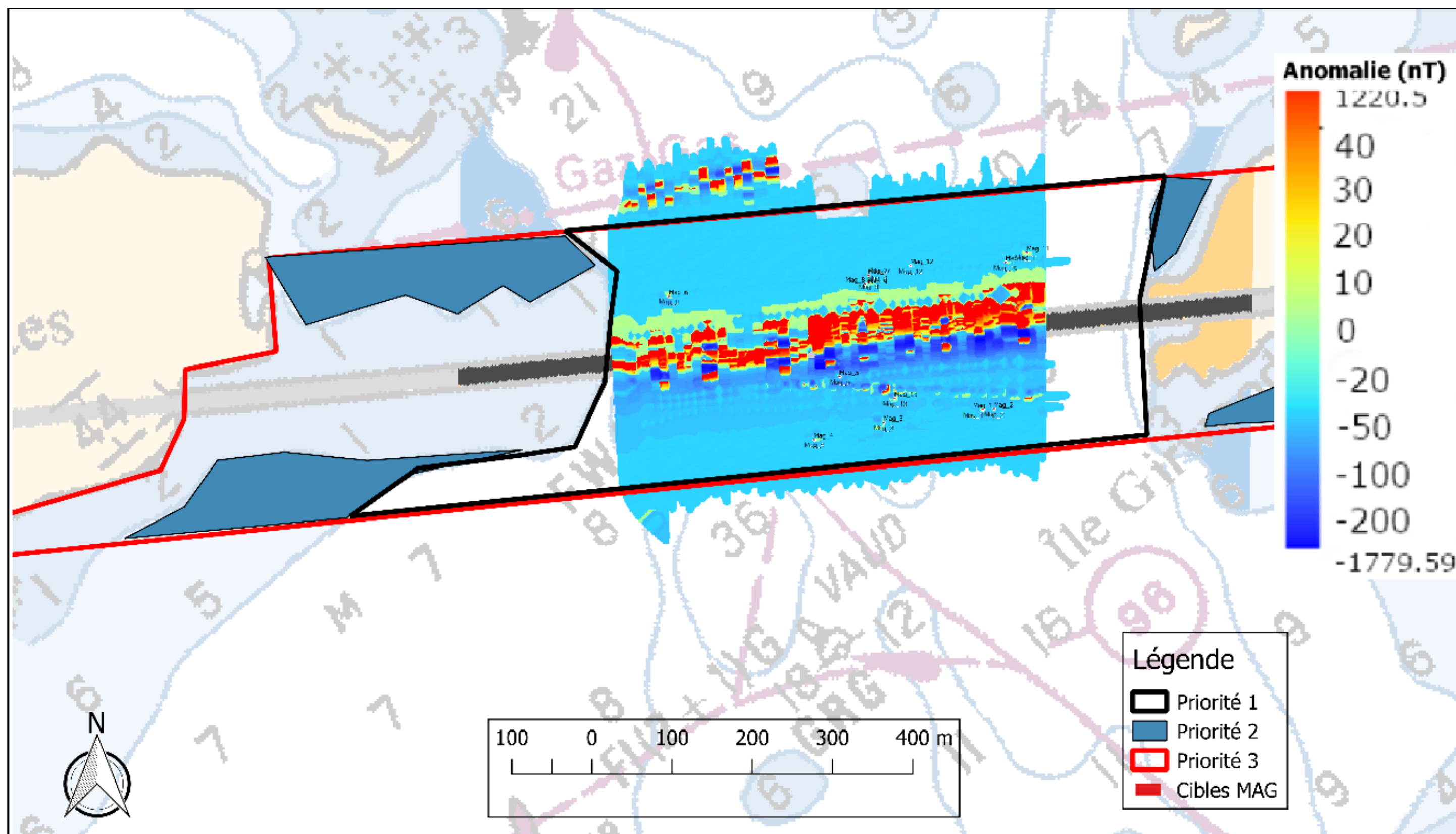


Figure 24 Synthèse des anomalies magnétiques relevées au magnétomètre (CIDCO 2019)

4.4 Synthèse

Le tableau 4 présente une synthèse de toutes les anomalies relevées dans le cadre de ce mandat en réalisant une correspondance de cibles entre les différents instruments lorsqu'applicable. La figure 13, quant à elle, présente une carte synthèse de l'ensemble des cibles à partir des données multifaisceaux, des données sonar latéral et des données magnétiques. Il faut rappeler qu'il y a une incertitude de $\pm 5\text{m}$ sur le positionnement des cibles (marqueurs vs objets). Cependant, on constate qu'il y a une bonne superposition des données sonar latéral et des données multifaisceaux (incertitude de géoréférencement entre 20 et 50cm). Cela permet de confirmer que le positionnement des cibles détectées au sonar latéral est bien maîtrisé. L'incertitude de géoréférencement de la carte magnétométrique est cependant entre 1 et 3 mètres environ (CIDCO 2019).

Tableau 4 Synthèse de la correspondance des anomalies détectées entre instruments

| SSS | Longitude (°) | Latitude (°) | MBES | MAG |
|-------|---------------|--------------|--------|------|
| SSS1 | -73.985 | 45.419 | | |
| SSS2 | -73.985 | 45.420 | | |
| SSS3 | -73.986 | 45.420 | | |
| SSS4 | -73.985 | 45.421 | | |
| SSS5 | -73.986 | 45.421 | | |
| SSS6 | -73.985 | 45.421 | | |
| SSS7 | -73.985 | 45.421 | | |
| SSS8 | -73.985 | 45.421 | MBES1 | |
| SSS9 | -73.985 | 45.422 | MBES3 | |
| SSS10 | -73.985 | 45.419 | | |
| SSS11 | -73.984 | 45.420 | | |
| SSS12 | -73.985 | 45.420 | MBES2 | |
| SSS13 | -73.984 | 45.420 | | |
| SSS15 | -73.985 | 45.421 | | |
| SSS16 | -73.984 | 45.421 | | |
| SSS18 | -73.985 | 45.421 | | |
| SSS19 | -73.985 | 45.421 | | |
| SSS20 | -73.984 | 45.422 | | |
| SSS22 | -73.984 | 45.420 | | |
| SSS23 | -73.984 | 45.420 | | |
| SSS24 | -73.985 | 45.420 | | |
| SSS25 | -73.984 | 45.420 | | |
| SSS26 | -73.984 | 45.421 | | |
| SSS27 | -73.984 | 45.422 | MBES11 | |
| SSS28 | -73.984 | 45.420 | MBES8 | MAG6 |
| SSS29 | -73.984 | 45.420 | MBES10 | |
| SSS30 | -73.984 | 45.420 | MBES7 | |
| SSS31 | -73.985 | 45.421 | | |
| SSS32 | -73.985 | 45.420 | MBES4 | |
| SSS33 | -73.985 | 45.420 | | |
| SSS34 | -73.984 | 45.422 | | |

| | | | | |
|-------|---------|--------|--------|------|
| SSS35 | -73.984 | 45.420 | | |
| SSS36 | -73.984 | 45.420 | MBES5 | |
| SSS37 | -73.984 | 45.421 | MBES14 | |
| SSS38 | -73.984 | 45.421 | | |
| SSS39 | -73.984 | 45.422 | | |
| SSS40 | -73.984 | 45.421 | | |
| SSS42 | -73.984 | 45.421 | | |
| SSS43 | -73.984 | 45.421 | MBES9 | |
| SSS46 | -73.984 | 45.421 | | |
| SSS47 | -73.983 | 45.421 | | |
| SSS48 | -73.983 | 45.420 | | |
| SSS49 | -73.983 | 45.421 | | |
| SSS50 | -73.983 | 45.420 | | |
| SSS51 | -73.983 | 45.420 | | |
| SSS52 | -73.983 | 45.421 | | |
| SSS53 | -73.983 | 45.421 | | |
| SSS54 | -73.984 | 45.421 | | |
| SSS55 | -73.983 | 45.421 | | |
| SSS56 | -73.983 | 45.421 | | |
| SSS57 | -73.984 | 45.421 | | |
| SSS58 | -73.983 | 45.421 | | |
| SSS59 | -73.983 | 45.422 | MBES19 | |
| SSS60 | -73.982 | 45.419 | MBES20 | |
| SSS61 | -73.983 | 45.421 | | |
| SSS62 | -73.983 | 45.422 | | |
| SSS63 | -73.981 | 45.512 | | |
| SSS64 | -73.981 | 45.512 | | |
| SSS65 | -73.981 | 45.512 | | |
| SSS66 | -73.981 | 45.512 | MBES22 | |
| SSS67 | -73.981 | 45.513 | | |
| SSS68 | -73.980 | 45.513 | MBES26 | |
| SSS69 | -73.981 | 45.506 | | |
| SSS70 | -73.980 | 45.525 | | |
| SSS71 | -73.980 | 45.525 | | |
| SSS72 | -73.980 | 45.525 | | |
| SSS73 | -73.980 | 45.525 | MBES25 | |
| SSS74 | -73.980 | 45.525 | | |
| SSS75 | -73.980 | 45.526 | | |
| SSS76 | -73.980 | 45.525 | | |
| SSS77 | -73.979 | 45.527 | MBES28 | MAG5 |
| SSS78 | -73.979 | 45.527 | | |
| SSS79 | -73.979 | 45.527 | | |
| SSS80 | -73.978 | 45.527 | MBES30 | |
| SSS81 | -73.978 | 45.527 | | |
| SSS82 | -73.977 | 45.527 | | |
| SSS83 | -73.977 | 45.529 | | |
| SSS84 | -73.977 | 45.529 | | |
| SSS85 | -73.977 | 45.529 | | |
| SSS86 | -73.976 | 45.529 | MBES38 | |
| SSS87 | -73.977 | 45.529 | | |

| | | | | |
|---------------|---------|--------|--------|--|
| SSS88 | -73.976 | 45.528 | | |
| SSS89 | -73.975 | 45.528 | MBES40 | |
| SSS90 | -73.976 | 45.528 | | |
| SSS91 | -73.975 | 45.535 | | |
| SSS92 | -73.975 | 45.535 | MBES44 | |
| SSS93 | -73.975 | 45.535 | | |
| SSS94 | -73.975 | 45.536 | | |
| SSS95 | -73.975 | 45.536 | | |
| SSS96 | -73.975 | 45.536 | | |
| SSS97 | -73.975 | 45.536 | | |
| SSS98 | -73.975 | 45.536 | MBES42 | |
| SSS99 | -73.975 | 45.536 | MBES45 | |
| SSS100 | -73.975 | 45.536 | | |
| SSS101 | -73.975 | 45.537 | | |
| SSS102 | -73.974 | 45.537 | | |
| SSS103 | -73.975 | 45.537 | MBES46 | |

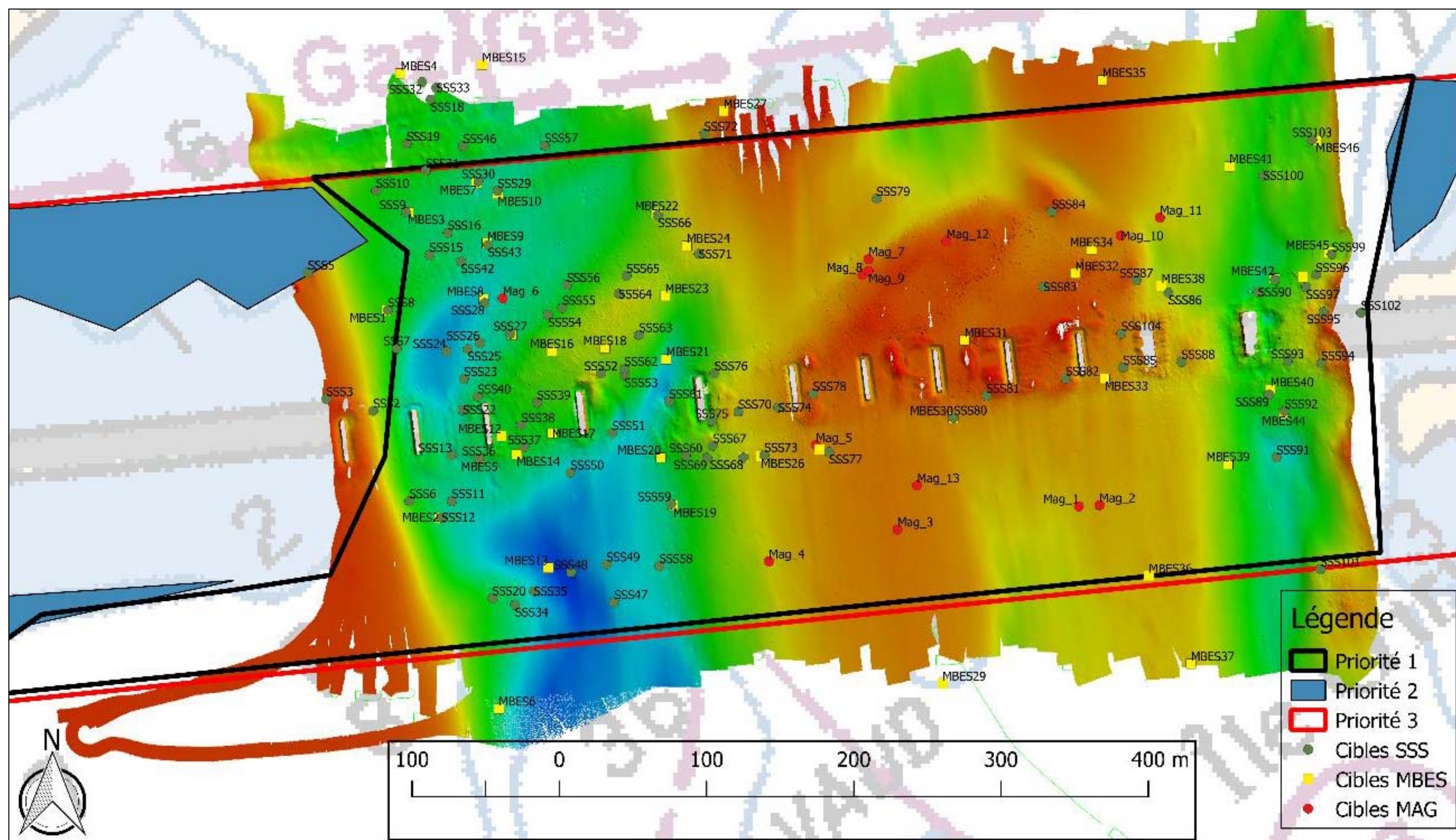


Figure 25 Synthèse des anomalies détectées lors de l'inventaire archéologique subaquatique par télédétection (CIDCO 2019)

La grande majorité des anomalies se situent à proximité du pont actuel de l'Île-aux-Tourtes où s'accumulent naturellement les débris à chaque année en fonction des courants, des glaces, des débâcles et de la configuration naturelle du fleuve à cet endroit. Si beaucoup de formes observées peuvent s'apparenter à des roches singulières de forme allongée ou ovale ou qu'il semble s'agir de troncs d'arbres, d'autres anomalies ont été discriminées soit par le manque de précision des relevées ou l'impertinence d'une valeur archéologique potentielle. Certaines anomalies ont cependant pu être identifiées.

En effet, les cibles MBES12, MBES14 (SSS37), MBES17, MBES20 (SSS60), MBES25 (SSS73), MBES26 (SSS68), MBES28 (SSS77, MAG5), MBES30 (SSS80), MBES38 (SSS86), SSS1, SSS3, SSS4, SSS13, SSS22, SSS37 à 40, SSS69, SSS70, SSS74, SSS76, SSS82 et SSS93 sont associées à des débris liés à la construction en 1964 ou à des réparations ultérieures du pont de l'Île-aux-Tourtes. De même, les cibles MBES40 (SSS89), MBES42 (SSS98), MBES43, MBES44 (SSS92), MBES45 (SSS99), SSS95 à 97 et SSS102 témoignent d'un champ de débris modernes à proximité des remblais mis en place en 1964 sur la rive ouest de l'île Girwood. Quant aux anomalies SSS90 et SSS93, elles peuvent être associées à l'un ou l'autre de ces contextes modernes. Aucune recommandation n'est faite à cet égard.

La cible MBES8 (SSS28) (figure 14) n'a pu être identifiée puisqu'elle n'est pas apparente sur le fond marin autre que par un léger monticule, mais sa correspondance possible à MAG6 pourrait indiquer la signature magnétique d'un objet enfoui, il est suggéré de réaliser une prospection visuelle pour écarter toute incertitude.

Les cibles MBES2 (SSS12) (figure 15) et MBES7 (SSS30) (figure 16) semblent être des objets possiblement naturels, mais leur valeur archéologique ne peut être écarté hors de tout doute. Il est recommandé de réaliser une vérification visuelle sur ces deux anomalies.

Enfin, les cibles MBES3 (SSS9) (figure 17), MBES19 (SSS59) (figure 18) et SSS83 (figure 19) présentent dans le premier cas un aspect rectangulaire de dimensions appréciables et dans les deux derniers cas, des formes fuselées qui pourraient être des vestiges anthropiques, possiblement de petites embarcations. La cible la plus identifiable est la MBES19 (SSS59) qui présente des caractéristiques pouvant s'apparenter à une chaloupe. Il est donc recommandé de procéder à une prospection visuelle de ces trois cibles (figure 20).

Également, une prospection visuelle est recommandée pour un secteur limité de la rive sud de l'Île-aux-Tourtes (figure 21) qui n'a pu être couverte par la prospection au sonar en vertu de l'état des

connaissances sur les sites terrestres expertisés à proximité et la stabilité environnementale du secteur, indiquant le potentiel de traces archéologiques immergées encore en place.



Figure 26 Cible MBES8 (SSS28)

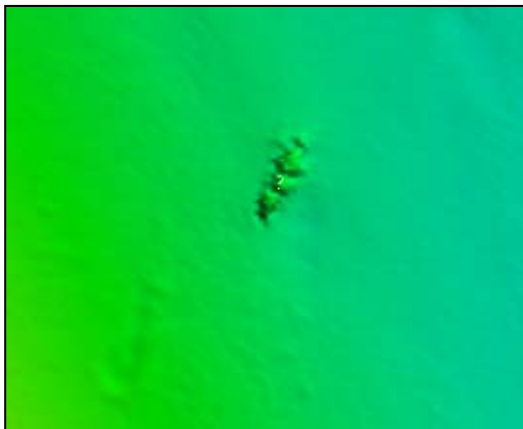
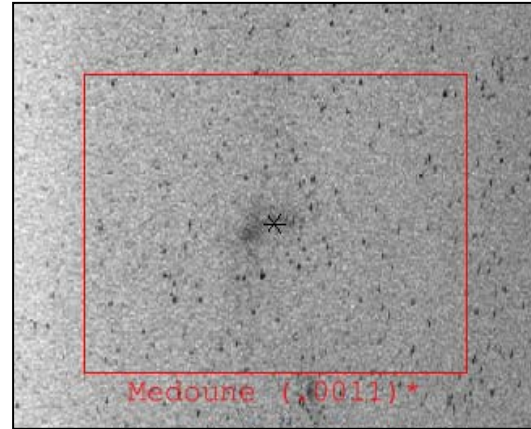


Figure 27 Cible MBES2 (SSS12)

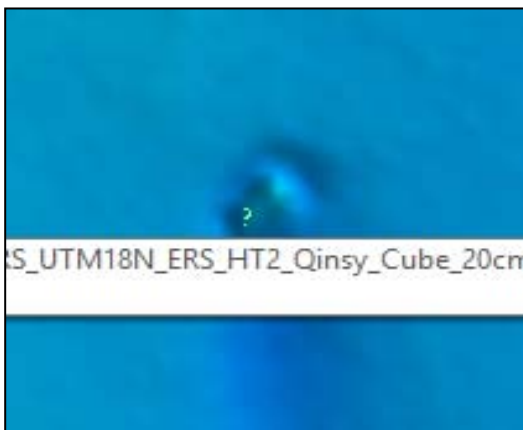
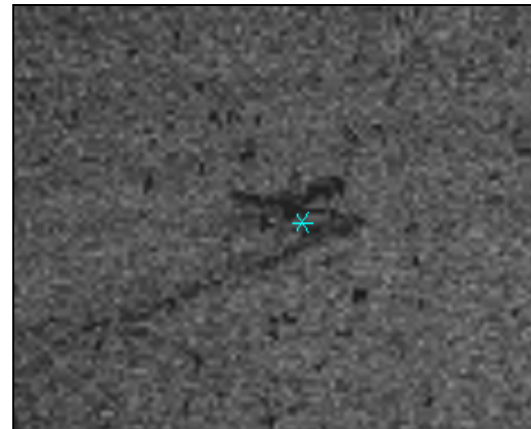


Figure 28 Cible MBES7 (SSS30)

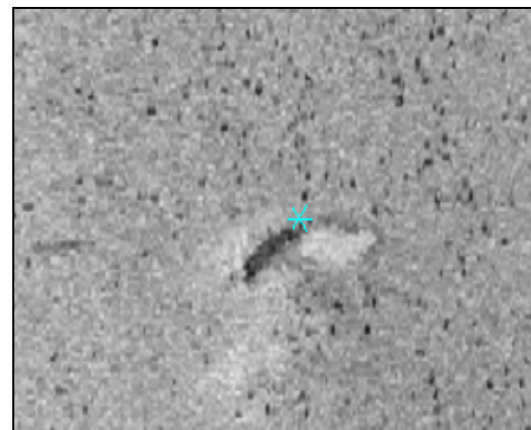




Figure 29 Cible MBES3 (SSS9)



Figure 30 MBES19 (SSS59)

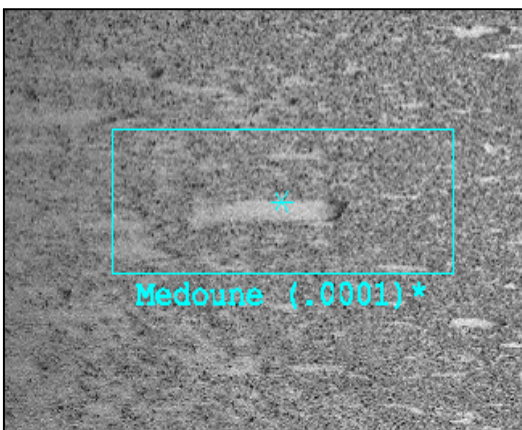
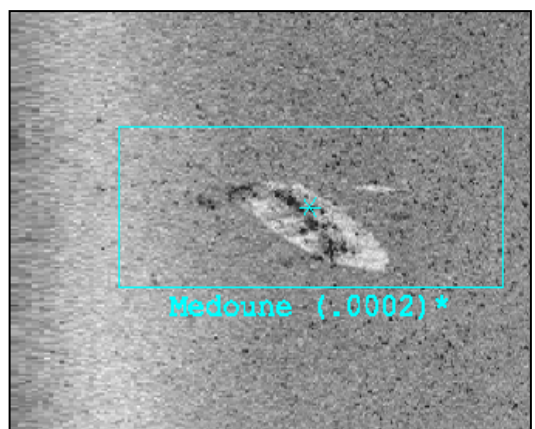


Figure 31 SSS83

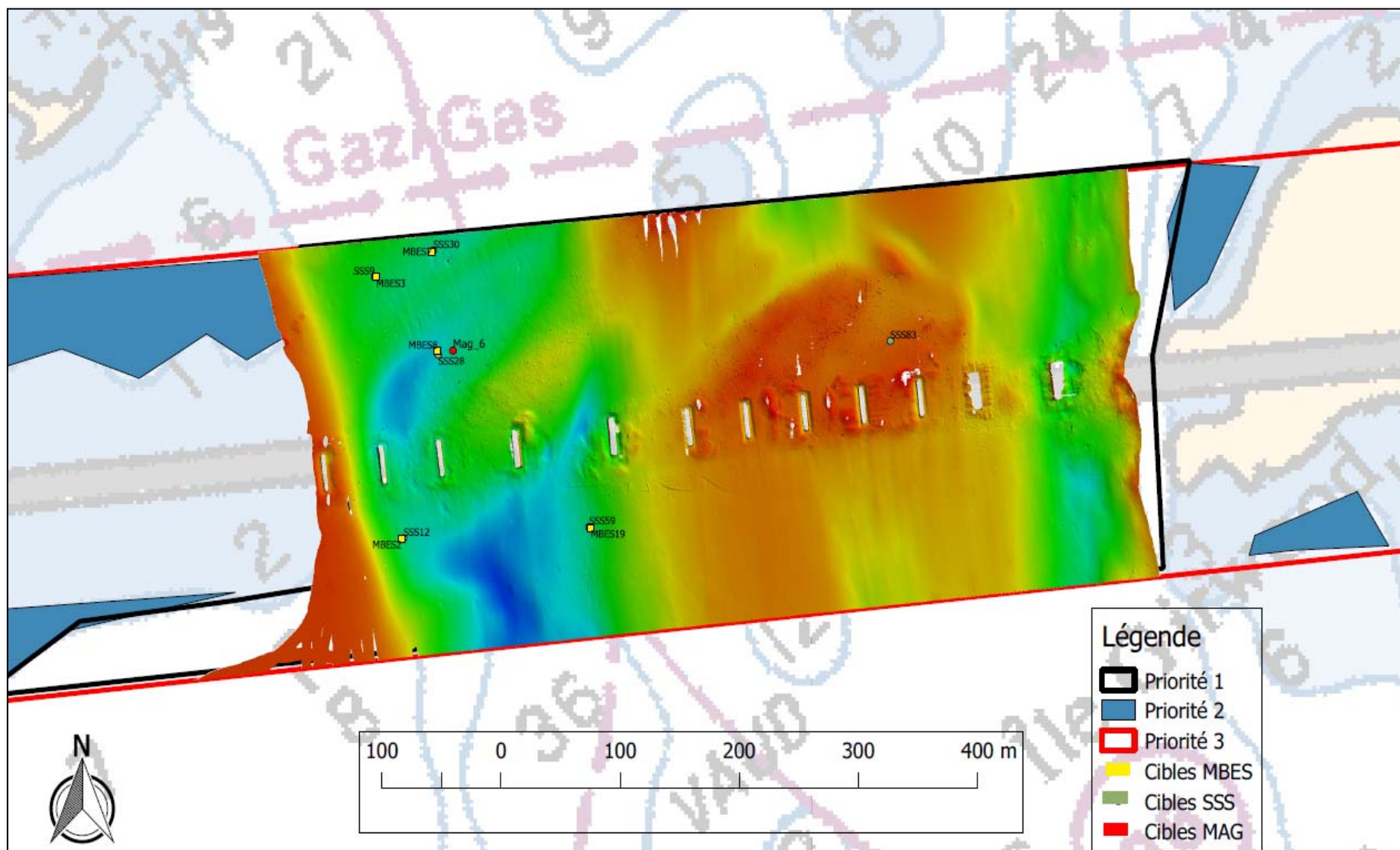


Figure 32 Cibles à vérifier par prospection visuelle

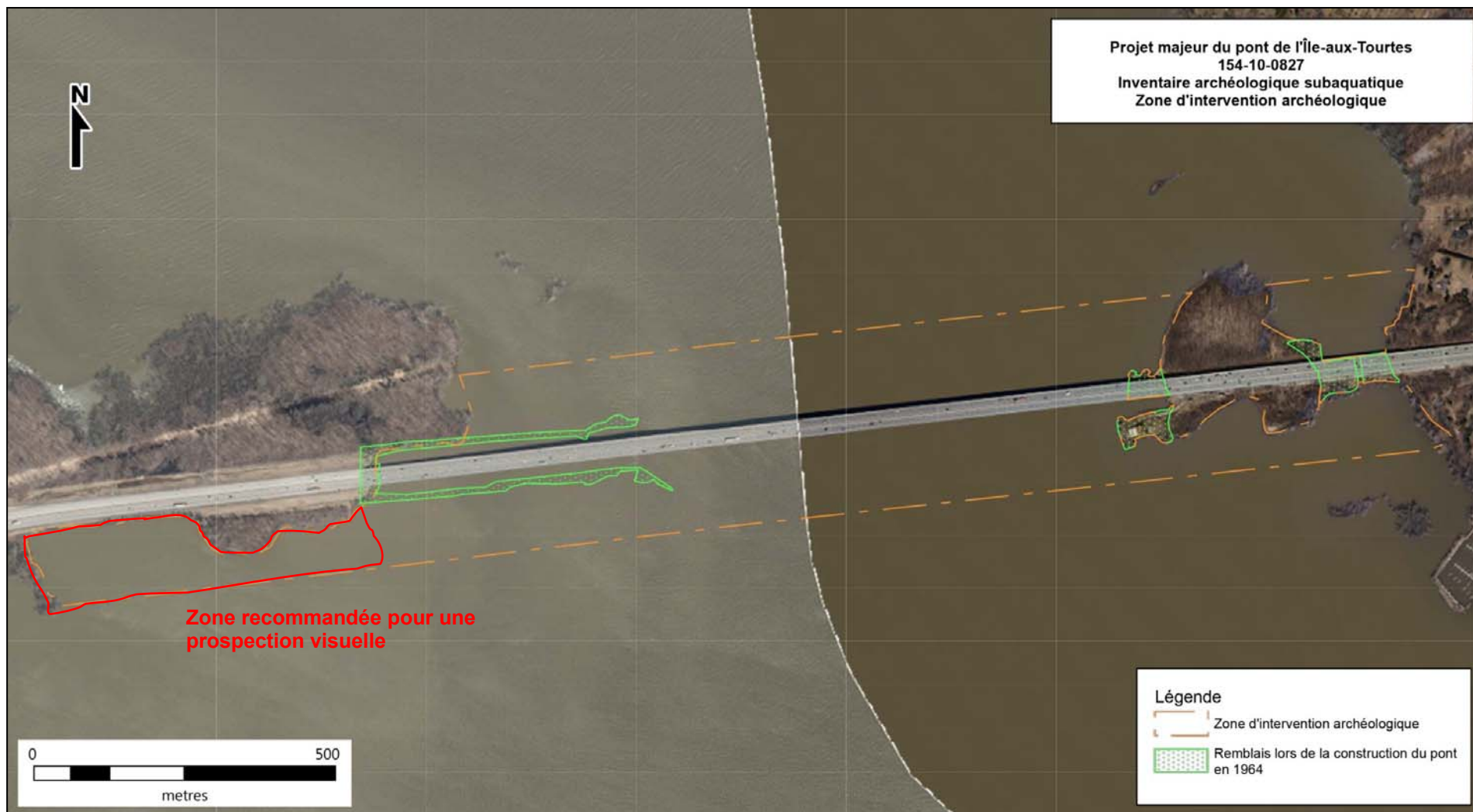


Figure 33 Localisation de la zone recommandée pour une prospection visuelle

5. Conclusion et recommandations

Le Ministère des Transports du Québec a procédé aux études préalables d'inventaires archéologiques dans le cadre de la planification et d'éventuels travaux du pont de l'Ile-aux-Tourtes, reliant Vaudreuil-Dorion à Senneville. L'intervention menée par l'IRHMAS consistait à réaliser une prospection au sonar à l'aide de trois instruments pour la première phase terrain.

Lors des activités de télédétection réalisées en octobre 2019, les premiers traitements des données sur le terrain au sondeur multifaisceaux et au sonar à balayage latéral n'ont pas indiqué la présence de structures archéologiques complexes significatives dans la zone à l'étude. À la suite du traitement des données ainsi que celles du magnétomètre, la plupart des anomalies ont été discriminées, mais dans le cas de quelques cibles, leurs caractéristiques n'ont pas permis de se prononcer définitivement, exceptées deux structures qui pourraient s'apparenter à de petites embarcations. Il est donc recommandé de procéder à une vérification en plongée sur les cibles concernées. Également, il est recommandé de réaliser une prospection visuelle subaquatique dans une zone immergée limitée de la rive sud de l'île aux Tourtes qui n'a pu être couverte par les sonars en fonction de la faible profondeur du secteur et du potentiel archéologique de traces d'activités d'occupations anciennes.

Bibliographie

- André, Marjolaine et Gilles Piédalue, 2014. « Le naufrage du vapeur Maude au lac des Deux-Montagnes en septembre 1906, quelques témoignages », *Okami-Le naufrage du Maude*, Journal de la société d'histoire d'Oka, volume 27 (1) : 6-9
- Artefactuel, 2014. *Inventaires archéologiques (2014). Projet d'intervention majeure du pont de l'Île-aux-Tourtes*. Ministère des Transports du Québec, Québec.
- Archéotec 2007. *Intervention archéologique 2006 BiFl-5*. Société archéologique et historique de l'Île-aux-Tourtes, Ville de Vaudreuil-Dorion, Ministère de la Culture et des Communications du Québec, Montréal. Base de données Parcs Canada.
- Archéotec, 2002. *Île aux Tourtes, interventions archéologiques 2001, rapport de recherche*. MCCQ/Vaudreuil-Dorion/Société archéologique et historique de l'île aux Tourtes, rapport inédit.
- Bibliothèque et Archives Canada, en ligne. [<http://www.bac-lac.gc.ca/>]
- Bibliothèque et Archives nationales du Québec, en ligne. [<http://www.banq.qc.ca/>]
- Bibliothèque nationale de France, en ligne. [<http://catalogue.bnf.fr/>]
- Bossé, Gilbert. R. 2013. *Navigating the St. Lawrence*. Métis-sur-mer.
- Campeau, Charles Vianney 2002. *Navires venus en Nouvelles-France. Gens de mer et passagers. Des origines à 1699*. [en ligne] <http://naviresnouvellefrance.net/html>
- Cartothèque Université de Montréal, en ligne. [<http://www.bib.umontreal.ca/cartotheque/>]
- CIDCO, 2019. *Inventaire subaquatique par télédétection, pont de l'Île-aux-Tourtes*. Rapport inédit présenté à l'IRHMAS, Rimouski.
- COBAVER-VS, 2014. *Portrait de la zone de gestion intégrée de l'eau de Vaudreuil-Soulanges*. Plan directeur de l'eau, Conseil du bassin versant de la région de Vaudreuil-Soulanges, Rigaud.
- Commission de toponymie du Québec, 1984. *Itinéraire toponymique du Saint-Laurent : ses rives et ses Îles*. Études et recherches du ministère des Communications, Gouvernement du Québec
- Commission des lieux et monuments historiques du Canada, Procès-verbal, 1925, Texte de plaque, 1928; 1972.
- Desjardins, Robert, 2012. *Les voitures d'eau. Le cabotage artisanal sur le Saint-Laurent*. [en ligne] <http://www.goelettesduquebec.ca>
- Ethnoscop, 2006. *Site historique et archéologique classé du fort Senneville (BiFl-2). Inventaire archéologique et description architecturale effectuée en 2004 lors de la phase I des tra-*

- vaux de restauration des vestiges architecturaux*. Rapport présenté au ministère de la Culture et des Communications du Québec.
- Franquet, Louis, 1889. *Voyages et mémoires sur le Canada*. Institut canadien du Québec, collection BANQ [<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2022902>]
- GrandQuebec, 2015a. « Lac Saint-Louis », *Les eaux du Québec*, en ligne [<https://grandquebec.com/eaux-du-quebec/>]
- GrandQuebec, 2015b. « Lac des Deux-Montagnes », *Les eaux du Québec*, en ligne [<https://grandquebec.com/eaux-du-quebec/lac-des-deux-montagnes/>]
- Histoire du Québec, 2019a. « Senneville ». *Les municipalités du Québec*, en ligne [<https://histoire-du-quebec.ca/senneville>]
- Histoire du Québec, 2019b. « La bataille du lac des Deux Montagnes », en ligne [<https://histoire-du-quebec.ca/bataille-du-lac-de-deux-montagnes/>]
- Jeanotte Adhémar, 1964, *Vaudreuil : notes historiques*. 119 p
- Lapointe, Vicky, 2014. « Le fort de Senneville », *Patrimoine, histoire et multimédia*, en ligne [<https://tolkien2008.wordpress.com/2014/02/06/le-fort-senneville/>]
- La Violette, Nathalie, 2004. « Les lacs fluviaux du Saint-Laurent : Hydrologie et modifications humaines », *Le naturaliste canadien*, La société Provancher d'histoire naturelle du Canada, volume 128, numéro 1 : 98-104
- Lewis, Walter, N/D. « Algerian (Steamboat), C71609, aground, 1 Aug 1875 », *Maritime History of the Great Lakes*, en ligne [<http://images.maritimehistoryofthegreatlakes.ca/52453/data>]
- MCCQ, Répertoire du patrimoine culturel du Québec (RPCQ), 2019. *Cecilia L.* en ligne [<http://patrimoine-culturel.gouv.qc.ca/rpcq/detail.do?methode=consulter&id=210459&type=bien#.Xm68KqgVZnK>]
- MELCCQ 2019. « Niveau d'eau à la station Sainte-Anne-de-Bellevue », *Expertise hydrique et barrages*, en ligne [<https://www.cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/graphique.asp?NoStation=043116>]
- MERN 2002. *Carte géologique du Québec*. Édition 2002. Échelle 1: 2 000 000. Ministère des Ressources naturelles.
- Murray, Annie-Claude, 2008. *L'île aux Tourtes (1703-1727) et les perles de traite de l'archipel montréalais*. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal, Montréal
- Musée McCord, en ligne. [<http://collections.musee-mccord.qc.ca/>]
- Parcs Canada, 2020a. « Lieu historique national du Canal-de-Sainte-Anne-de-Bellevue », *Lieux historiques nationaux*, Gouvernement du Canada, Ottawa.

- Parcs Canada, 2020b. « LHNC du Canal-de-Sainte-Anne-de-Bellevue », *Lieux patrimoniaux du Canada*, en ligne [<https://www.lieuxpatrimoniaux.ca/fr/rep-reg/place-lieu.aspx?id=7842>]
- Parcs Canada, 2019. « LHNC de la bataille du lac des Deux Montagnes », *Lieux patrimoniaux du Canada*, en ligne [<https://www.historicplaces.ca/fr/rep-reg/place-lieu.aspx?id=15608>]
- Piédalue, Gilles, 2014. « Dernier épisode du trafic maritime sur l’Outaouais au début du XXe siècle », *Okami-Le naufrage du Maude*, Journal de la société d’histoire d’Oka, volume 27 (1) : 12-15
- Plante, Josué, 2009. « Baie de Vaudreuil », *Plein-air Québec*, en ligne [<http://www.pleinair-qc.com/node/33>]
- Ratio, Pierre-Jacques, 2010. *Le bassin versant de la rivière Rigaud*. Première Édition
- Remparts 2000. *Recherches documentaires sur l’île aux Tourtes. Mission, fort et poste de traite, 1704-1727*. Ministère de la Culture et des Communications/Ville de Vaudreuil-Dorion/Société archéologique et historique de l’île aux Tourtes, rapport inédit, 120 pages.
- Rochon, Marie-France, 2000. « Le comté de Deux-Montagnes vers 1837 », *Les patriotes de 1837 à 1838 : Les Rébellions du Bas-Canada*, en ligne [<http://www.1837.qc.ca/1837.pl?out=article&pno=atlas17>]
- Sainte-Anne-de-Bellevue, 2017. « Historique », *Sainte-Anne-de-Bellevue, La municipalité en bref*, en ligne [<https://www.ville.sainte-anne-de-bellevue.qc.ca/fr/205/historique>]
- Société archéologique et historique de l’île aux Tourtes, 2019. « Histoire de l’île aux Tourtes », *Historique*, en ligne [<https://ileauxtourtes.qc.ca/index.php?page=histoire>]
- Transit analyse 1992. *Inventaire archéologique, île aux Tourtes, comté de Vaudreuil, sites BiFm-2, BiFl-5 et BiFl-6*. Ministère des Affaires culturelles, rapport inédit.
- Ville de Montréal N/D. « Territoire riverain : Senneville, Sainte-Anne-Bellevue et Baie-D’Urfé », *Le parcours riverain : Histoire des territoires riverains*, Ville de Montréal, en ligne [https://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=8817,99646060&_dad=portal&_schema=PORTAL#attrait_berges] (consulté en 2020)
- Ville de Vaudreuil-Dorion et Musée régional de Vaudreuil-Soulanges, 2017. « Baie de Vaudreuil et campus de la Cité-des-Jeunes », *Et si les bâtiments se racontaient*. Circuit historique et architectural de Vaudreuil-Dorion, en ligne [<https://circuitvd.ca/circuit/secteurs/baie-de-vaudreuil-et-campus-de-la-cite-des-jeunes>]

ANNEXE

4-21 *ÉTUDE DES BESOINS - VOLET CLIMAT SONORE EXISTANT (MTQ, 2021)*

Étude de besoins – Volet climat sonore

Climat sonore existant

Pont de l'île-aux-Tourtes – Autoroute 40

Janvier 2021
Version révisée

Avertissement

Le présent rapport constitue une version révisée du document intitulé « Étude de besoins – Volet Climat sonore, Pont de l'île-aux-Tourtes, Autoroute 40 » réalisé en mars 2015 par le Service des inventaires et du plan de la Direction de l'île-de-Montréal¹.

Cette nouvelle version intègre les résultats des relevés sonores réalisés en 2015 sur l'île-aux-Tourtes, détaillés à l'étude réalisée par la Direction de l'environnement et de la recherche².

¹ Ce service a été remplacé par la Direction de la Planification et de la mobilité durable

² *Étude des besoins – Projet du pont de l'île-aux-Tourtes – Évaluation sommaire du climat sonore – Autoroute 40 – secteur de l'île-aux-Tourtes*, Direction de l'environnement et de la recherche, décembre 2015

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| 1. Contexte et problématique | 4 |
| 2. Description du milieu avoisinant le pont..... | 4 |
| 3. Inventaire du climat sonore existant | 5 |
| 3.1 SECTEUR DE SENNEVILLE | 5 |
| 3.1.1 Influence du vent au point de relevé n° 5 – 108 Chemin Senneville | 6 |
| 3.1.2 Influence du vent au point de relevé n° 6 – 140 Chemin Senneville | 7 |
| 3.2 QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT SONORE EXISTANT | 8 |
| 3.3 SECTEUR DE L'ÎLE-AUX-TOURTES | 8 |
| 4. Modélisation du climat sonore existant | 9 |
| 4.1 VÉRIFICATION DU MODÈLE DE CALCUL | 10 |
| 4.2 CALCUL DU CLIMAT SONORE EXISTANT | 11 |
| 4.2.1 Secteur de Senneville | 11 |
| 4.2.2 Secteur de l'île-aux-Tourtes..... | 12 |
| 5. Identification des contraintes pour le volet sonore..... | 15 |
| 5.1 MILIEU RÉSIDENTIEL | 15 |
| 5.2 AIRE DE CONCENTRATION D'OISEAUX AQUATIQUES (ACOA)..... | 15 |
| Annexe : Résultats détaillés des relevés sonores..... | 16 |

1. Contexte et problématique

Le projet d'intervention majeure au pont de l'île-aux-Tourtes de l'autoroute 40 qui relie l'ouest de l'île-de-Montréal à Vaudeuil-Dorion, pourrait entraîner la reconstruction complète du pont au nord ou au sud de la localisation actuelle.

Du côté de l'île-de-Montréal, sur le territoire de la Ville de Senneville, on retrouve à proximité du pont quelques habitations isolées en bordure du chemin Senneville. Au nord du pont, on note également la présence d'une aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA).

La présence d'habitations et de l'ACOA, sensibles au bruit en période d'exploitation du pont et également pendant la période de travaux, nécessite une attention particulière. L'objectif du présent document est de présenter l'analyse du climat sonore existant, les contraintes liées à la réfection majeure ou à la reconstruction du pont et de formuler des recommandations pour en atténuer l'impact sur le climat sonore le cas échéant.

2. Description du milieu avoisinant le pont

La zone d'étude s'étend jusqu'à 300 mètres au nord et au sud du pont de l'autoroute 40 et elle comprend les habitations situées entre le chemin Senneville et le lac des Deux-Montagnes. La principale source de bruit provient de la circulation sur l'autoroute 40 et le pont. On note la présence au nord du pont, d'une aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA), tel qu'illustré à la figure suivante.

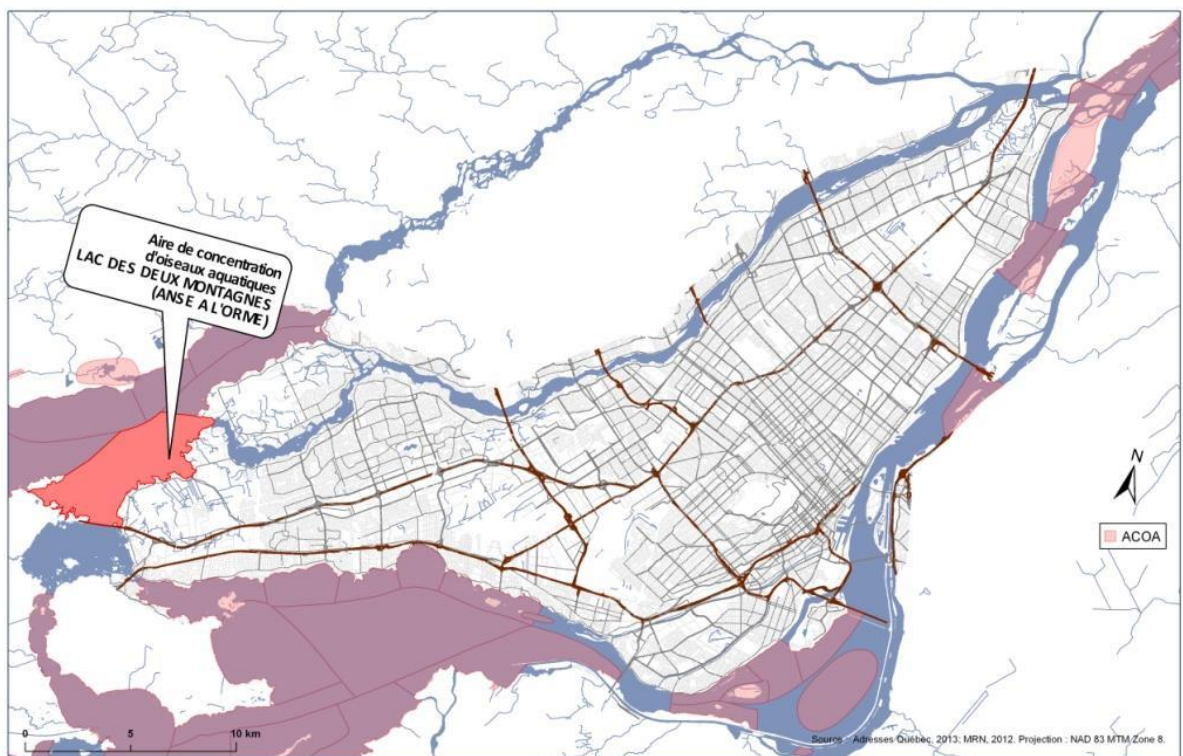


Figure 1 : Localisation de l'ACOA à proximité du pont de l'autoroute 40

Une partie de l'ACOA de l'Anse à l'Orme est située en bordure du pont de l'île-aux-Tourtes. Généralement, les ACOA sont de deux types dépendamment de leur utilisation, soit la migration ou la reproduction. Dans le cas présent, il s'agit d'une ACOA utilisée pour la migration selon les informations obtenues du Ministère du Développement durable et de l'Environnement.

3. Inventaire du climat sonore existant

Un échantillonnage sonore a été réalisé en 2014 du côté de Senneville et en 2015 sur l'île-aux-Tourtes.

3.1 SECTEUR DE SENNEVILLE

L'échantillonnage sonore réalisé en septembre 2014 comprenait six sites de relevés de courte ou de longue durée soit quatre relevés d'environ 3 heures et deux relevés réalisés en continu pendant 15 jours. Les relevés effectués sur une période de 15 jours ont été réalisés à l'aide de stations autonomes et les relevés de quelques heures à l'aide d'appareils portatifs.

Des sonomètres de classe 1 ont été utilisés pour tous les relevés sonores (tolérance de ± 0.5 dB). Tous les sonomètres et calibrateurs utilisés dans le cadre de cette étude ont été étalonnés annuellement par une firme indépendante. Par ailleurs, les sonomètres portatifs ont été calibrés avant chaque séance de mesure et vérifiés ensuite à l'aide d'un calibrateur afin de s'assurer d'obtenir un écart d'au plus 0.5 dBA. La cartouche des microphones a été munie d'une boule antivent tout au long des relevés sonores.

La position approximative des points de mesure est indiquée à la figure 2. Les résultats de l'inventaire sonore sont présentés au tableau suivant et de façon plus détaillée, en annexe.

Tableau 1 : Niveaux sonores mesurés en septembre 2014 (Senneville)

| N° | Localisation du relevé | Niveau sonore en dBA | |
|----|---|----------------------|---------------|
| | | $L_{eq,durée}$ | Durée (heure) |
| 1 | 102 chemin Senneville (sud du pont) | 57.6 | 3 |
| 2 | Île Girwood (nord du pont) | 62.6 | 3 |
| 3 | Avant du 140 chemin Senneville (nord du pont) | 60.8 | 2h 30 |
| 4 | 150 chemin Senneville (nord du pont) | 62.3 | 3 |
| 5 | 108 chemin Senneville (sud du pont) | 63 à 65 | 24 (15 jours) |
| 6 | Arrière du 140 chemin Senneville (nord du pont) | 58 à 63 | 24 (15 jours) |



Figure 2 : Localisation des relevés sonores de 2014 – Secteur de Senneville

Dans l'ensemble, les niveaux sonores mesurés sont inférieurs à 65 dBA. La source principale de bruit dans le secteur à l'étude provient de la circulation sur l'autoroute 40 et le pont de l'île-aux-Tourtes. Le chemin Senneville est une source de bruit peu importante, car le débit de véhicules y est faible.

Les relevés sonores de longue durée ont permis de mettre en évidence la grande variabilité des niveaux sonores mesurés en fonction de la direction et de la vitesse du vent. L'élévation du pont, la présence d'un plan d'eau, la faible densité du milieu bâti ainsi que la distance des habitations par rapport à l'infrastructure routière sont des facteurs qui contribuent à cette grande variabilité.

3.1.1 Influence du vent au point de relevé n° 5 – 108 Chemin Senneville

Le relevé n°5 réalisé devant le 108 chemin Senneville est localisé à près de 55 mètres au sud du pont. La station était en place du 16 au 30 septembre 2014, toutefois seulement cinq journées de mesures ont été retenues, soit des journées sans pluie et avec des vents inférieurs à 20 km/h et sans travaux réalisés à proximité. À partir du 23 septembre, des travaux sur le réseau municipal étaient réalisés le jour à proximité de la station ce qui a perturbé les mesures. Les résultats des mesures effectuées du 23 au 30 septembre n'ont donc pas été utilisés lors de l'analyse du climat sonore.

Au sud du pont, le vent est porteur lorsqu'il souffle du nord, nord-est ou nord-ouest alors qu'il est contraire lorsqu'il souffle du sud, sud-est ou sud-ouest. Par vent porteur, le $L_{eq,24h}$ mesuré est de près de 65 dBA alors que par vent contraire, le $L_{eq,24h}$ mesuré est d'environ 63 dBA. Selon la direction et la vitesse des vents, une variation de 2 à 4 dBA des niveaux sonores horaires a été observée. La figure 3 montre la variation des niveaux sonores horaires selon la direction des vents dominants.

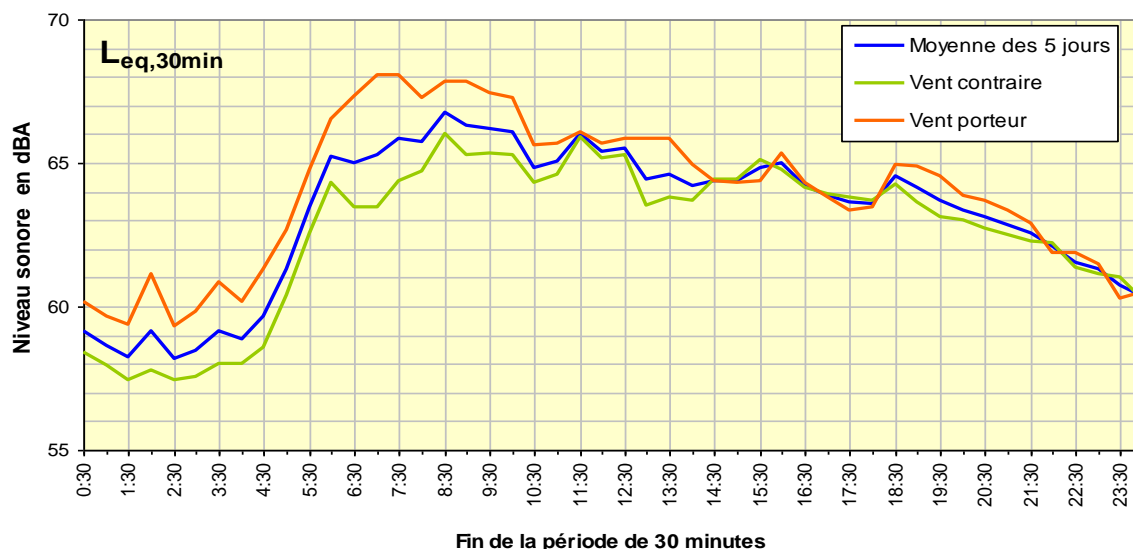


Figure 3 : Variation journalière des niveaux sonores mesurés – 108 Chemin Senneville
Influence de la direction du vent

3.1.2 Influence du vent au point de relevé n° 6 – 140 Chemin Senneville

Le relevé n°6 réalisé sur le terrain arrière du 140 chemin Senneville est localisé à près de 100 mètres au nord du pont. La station était en place du 16 au 30 septembre 2014, toutefois seulement sept journées de mesures ont été retenues, soit des journées sans pluie et avec des vents inférieurs à 20 km/h.

Pour ce point de mesure situé à proximité du lac des Deux Montagnes, la direction du vent influence notablement les niveaux sonores mesurés. Le vent y est porteur lorsqu'il souffle du sud, sud-ouest alors qu'il est contraire lorsqu'il souffle du nord, nord-est ou nord-ouest. Par vent porteur, le $L_{eq,24h}$ mesuré varie de 62 à 63 dBA alors que par vent contraire, le $L_{eq,24h}$ mesuré varie de 58 à 59 dBA. Selon la direction et la vitesse des vents, une variation de 4 à 5 dBA des niveaux sonores horaires a été observée. La figure 4 montre la variation des niveaux sonores horaires selon la direction des vents dominants.

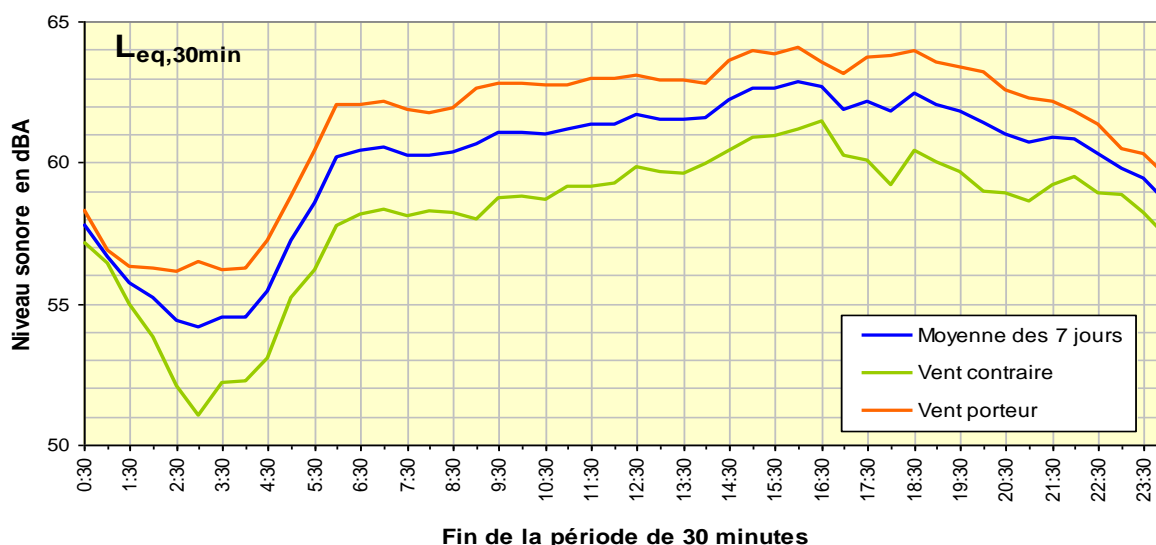


Figure 4 : Variation journalière des niveaux sonores mesurés – 140 Chemin Senneville
Influence de la direction du vent

3.2 QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT SONORE EXISTANT

Selon la grille d'évaluation de la qualité de l'environnement sonore utilisée par le ministère des Transports (tableau 2), les niveaux sonores mesurés en septembre 2014 représentent un niveau de gêne faible ou moyen à proximité des habitations riveraines de l'autoroute 40 et du pont de l'île-aux-Tourtes.

Tableau 2 : Grille d'évaluation de la qualité de l'environnement sonore

| Zone de climat sonore | | | | | Niveau de gêne |
|-----------------------|--------|--------------|--------|--------|----------------|
| | | $L_{eq,24h}$ | \geq | 65 dBA | fort |
| 60 dBA | \leq | $L_{eq,24h}$ | $<$ | 65 dBA | moyen |
| 55 dBA | $<$ | $L_{eq,24h}$ | $<$ | 60 dBA | faible |
| | | $L_{eq,24h}$ | \leq | 55 dBA | acceptable |

3.3 SECTEUR DE L'ÎLE-AUX-TOURTES

L'échantillonnage sonore réalisé en juillet 2015 comprenait quatre sites de relevés de courte ou de longue durée soit deux relevés de 2 heures et deux relevés réalisés en continu pendant 24 heures. Tous les sites sont situés au nord de l'autoroute 40. Les résultats détaillés de même que la méthodologie et l'équipement utilisé sont détaillés au rapport de décembre 2015³.

La position approximative des points de mesure est indiquée à la figure 5 et les résultats de l'inventaire sonore sont présentés au tableau suivant.

Tableau 3 : Niveaux sonores mesurés en juillet 2015 (Île-aux-Tourtes)

| N° | Localisation du relevé | Niveau sonore en dBA | |
|----|---|----------------------|---------------|
| | | $L_{eq,durée}$ | Durée (heure) |
| T1 | À environ 75m de la chaussée nord de l'A40 | 63.1 | 24 |
| T2 | À environ 70m de la chaussée nord de l'A40 | 61.9 | 24 |
| T3 | À environ 167m de la chaussée nord de l'A40 | 56.8 | 2 |
| T4 | À environ 140m de la chaussée nord de l'A40 | 57.6 | 2 |

La source principale de bruit dans le secteur de l'île-aux-Tourtes est la circulation sur l'autoroute 40. La distance par rapport à l'autoroute, la densité du couvert végétal ainsi que l'élévation du pont sont les principaux facteurs expliquant la variation des niveaux sonores mesurés.

³ Étude des besoins – Projet du pont de l'île-aux-Tourtes – Évaluation sommaire du climat sonore – Autoroute 40 – secteur de l'île-aux-Tourtes, Direction de l'environnement et de la recherche, décembre 2015



Figure 5 : Localisation des relevés sonores de 2015 – Secteur de l’île-aux-Tourtes

Selon la grille d’évaluation de la qualité de l’environnement sonore présentée au tableau 2, les niveaux sonores mesurés en juillet 2015 représentent un niveau de gêne faible aux sites T3 et T4 et un niveau de gêne moyen aux sites T1 et T2.

4. Modélisation du climat sonore existant

Le climat sonore existant est évalué en se basant sur des relevés sonores, mais également à l’aide d’un modèle de calcul afin d’évaluer la propagation du bruit provenant de l’autoroute 40 et du pont de l’île-aux-Tourtes.

Puisqu’il n’est pas possible d’évaluer le climat sonore à tous les endroits de la zone d’étude à l’aide de relevés sonores, un logiciel de simulation est utilisé afin d’obtenir une carte illustrant la contribution de l’autoroute au climat sonore existant. Le logiciel de simulation sonore utilisé est TNM⁴ (Traffic Noise Model) du Federal Highway Administration (FHWA) des États-Unis.

À l’aide de la simulation par ordinateur et en utilisant des données sur la topographie de la route, le volume de circulation et sa composition, la présence d’obstacles naturels, la distance des maisons par rapport à la route et la vitesse des véhicules, il est possible d’évaluer le niveau sonore généré par la circulation.

Les données de circulation utilisées pour calculer la contribution de l’autoroute 40 au climat sonore ambiant proviennent de compteurs permanents. Il s’agit de débits journaliers moyens estivaux (DJME). Pour le secteur de Senneville, le DJME de 2014 a

⁴ TNM 2.5 (Traffic Noise Model) du Federal Highway Administration (FHWA) des États-Unis : décrit au document FHWA-PD-96-010 « FHWA Traffic Noise Model, version 1.0, Technical Manual », MENGE C.W. et al., 1998.

été utilisé (83 000 véhicules/jour) et le DJME de 2015 (89 000) a été utilisé pour le secteur de l'île-aux-Tourtes. Ces débits journaliers comprennent 10% de camions toutes catégories. La vitesse affichée est de 100 km/h et la surface de roulement est constituée de béton bitumineux. La présence des glissières latérales et centrales a également été prise en compte.

4.1 VÉRIFICATION DU MODÈLE DE CALCUL

Un premier calcul a été effectué en comparant les niveaux sonores mesurés et calculés afin de valider le modèle de calcul. Le tableau 3 montre les résultats obtenus. Il est à noter que des ajustements ont été faits en prenant en considération la direction et la vitesse des vents pour le secteur de Senneville, car dans le cas présent, ce facteur affecte les niveaux sonores mesurés à certains sites. Le logiciel utilisé, TNM, considère par défaut des conditions météo neutres (vent calme). Le facteur de correction utilisé dans le cas d'un vent porteur ou contraire est tiré du chapitre 11 du document suivant : *NCHRP Report 791 Supplemental Guidance of the Application of FHWA's Traffic Noise Model (TNM)*, 2014. Les niveaux sonores calculés représentent un $L_{eq,24h}$ ⁵ car les calculs ont été réalisés à partir d'un DJME.

Tableau 3 : Comparaison des niveaux sonores mesurés et calculés

| Pt | Localisation | Niveau sonore en dBA | | | |
|----|------------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| | | Mesuré | $L_{eq,24h}$ extrapolé ¹ | $L_{eq,24h}$ extrapolé (vent neutre) | $L_{eq,24h}$ calculé |
| 1 | 102 ch. Senneville | 57.6 (3h) | 57 | 60 | 60.3 |
| 2 | Île Girwood | 62.6 (3h) | 62 | 64 | 63.3 |
| 3 | 140 ch. Senneville (avant) | 60.8 (3h) | 60 | 63 | 62.9 |
| 4 | 150 ch. Senneville | 62.3 (3h) | 60 | 63 | 62 |
| 5 | 108 ch. Senneville | 63 à 65 (24h) | --- | 65 | 64.2 |
| 6 | 140 ch. Senneville (arrière) | 58 à 63 (24h) | --- | 61 | 62.3 |
| T1 | 75m au nord A40 | 63.1 (24h) | --- | --- | 62.5 |
| T2 | 70m au nord A40 | 61.9 (24h) | --- | --- | 62.3 |
| T3 | 167m au nord A40 | 56.8 (2h) | 55.4 | --- | 58.5 |
| T4 | 140m au nord A40 | 57.6 (2h) | 56.9 | --- | 56.4 |

¹ : Évalué en se basant sur les résultats d'un relevé sonore de 24 heures effectué à proximité

⁵ $L_{eq,24h}$: Indicateur qui exprime, en décibels pondérés A (dBA), l'énergie sonore intégrée sur une période de 24 heures. Il correspond au niveau sonore continu qui aurait la même énergie pendant la durée de 24 heures que le niveau sonore fluctuant observé pendant cet intervalle de temps. C'est le niveau qui correspond à l'ensemble des variations de niveaux sonores observés durant 24 heures.

Du côté de Senneville, par vent calme ou neutre, il y a peu d'écart entre les niveaux sonores mesurés et calculés. L'autoroute 40 est la source principale de bruit pour les habitations situées à moins de 300 mètres de cette dernière.

En ce qui concerne l'île-aux-Tourtes, il y a peu d'écart entre les niveaux sonores mesurés et calculés sur une base de 24 heures à l'exception du point T3 où l'écart entre le niveau calculé et le niveau 24 heures estimé à partir des relevés sonores de 2015 est de 3.1 dBA. Plusieurs sources d'imprécisions peuvent expliquer cet écart.

Pour le calcul des niveaux sonores, une zone boisée est identifiée sur l'île-aux-Tourtes, toutefois la végétation dans toute la zone n'est pas d'une densité et d'une hauteur homogène, mais il n'est pas possible de spécifier ce niveau de détail pour le calcul, il est probable qu'en réalité il y ait une variation de l'atténuation sonore procurée par le couvert végétal. La topographie de l'île n'est pas précise ce qui peut aussi entraîner des écarts entre la mesure et le calcul. Finalement, il faut souligner que le logiciel utilisé a tendance à sous-estimer l'atténuation procurée par le couvert végétal avec la distance par rapport à la source de bruit, les niveaux sonores calculés peuvent donc être plus élevés qu'en réalité pendant l'été.

4.2 CALCUL DU CLIMAT SONORE EXISTANT

La contribution sonore de l'autoroute a été évaluée à l'aide du DJME de 2019 (93 000 véhicules/jour). L'autoroute 40 et le pont de l'île-aux-Tourtes ont été considérés dans le modèle de même que la topographie, la présence des glissières de béton, d'un plan d'eau et de végétation. Les niveaux sonores à 1.5 m au-dessus du sol (au niveau du rez-de-chaussée) ont été calculés pour deux secteurs, soit le secteur de Senneville sur l'île de Montréal incluant l'ACOA et, à titre indicatif, le secteur de l'île-aux-Tourtes où un parc nature pourrait être envisagé dans le futur.

Les résultats du calcul de la contribution de l'autoroute 40 au climat sonore existant sont présentés aux figures 6 et 7 sous forme d'isophones, soit des courbes unissant des points de même intensité sonore. L'analyse de la cartographie du climat sonore existant permet de faire ressortir les points suivants.

4.2.1 Secteur de Senneville

Dans l'ensemble, le bruit émanant de l'autoroute 40 et du pont est assez constant, il n'y a pas de variation brusque du niveau sonore sauf à l'occasion du passage d'un véhicule particulièrement bruyant. Pour les habitations situées jusqu'à 300 mètres de part et d'autre du pont, le bruit de la circulation routière est dominant. En s'éloignant davantage, le bruit de voisinage, de la circulation locale et de sources naturelles prend de l'importance. Selon la grille d'évaluation de la qualité de l'environnement sonore du tableau 2, le niveau de gêne de la zone étudiée est moyen jusqu'à environ 200 mètres du pont et faible par la suite.

Au sud du pont, l'habitation la plus rapprochée, soit le 108 chemin Senneville (point n°5) est situé à environ 30 mètres de ce dernier. Le niveau sonore $L_{eq,24h}$ y est de près de 65 dBA et diminue à près de 60 dBA à proximité du 102 chemin Senneville (point n°1). Dans le cas présent, compte tenu de l'élévation de la structure du pont, le bruit de la circulation se propage sur une plus longue distance que dans le cas d'une route située au même niveau que les habitations. À près de 300 mètres du pont, la contribution sonore de ce dernier est d'environ 57 dBA.

Au nord du pont, l'habitation la plus rapprochée, soit le 140 chemin Senneville (point n°3) est située à environ 85 mètres de ce dernier. Le niveau sonore $L_{eq,24h}$ y est de près de 63 dBA. Ici aussi l'élévation de la structure permet de propager le bruit de la

circulation autoroutière sur une plus longue distance, À près de 300 mètres du pont, la contribution sonore de ce dernier au climat sonore existant est de 57 dBA. Le niveau sonore dans le secteur de l'ACOA est de 65 dBA à proximité du pont et diminue progressivement à 57 dBA à environ 300 mètres de ce dernier.

4.2.2 Secteur de l'île-aux-Tourtes

À la hauteur de l'île-aux-Tourtes, l'autoroute 40 n'est plus en structure et le niveau sonore en bordure de l'autoroute est relativement élevé, soit entre 60 et 65 dBA jusqu'à environ 75 mètres de l'autoroute. Dans l'ensemble, le bruit émanant de l'autoroute 40 est assez constant et pour la plus grande partie de l'île, le niveau sonore se situe entre 55 et 65 dBA ce qui représente un niveau sonore faiblement à moyennement perturbé.



Figure 6 : Climat sonore existant – Secteur Senneville sur l'île de Montréal

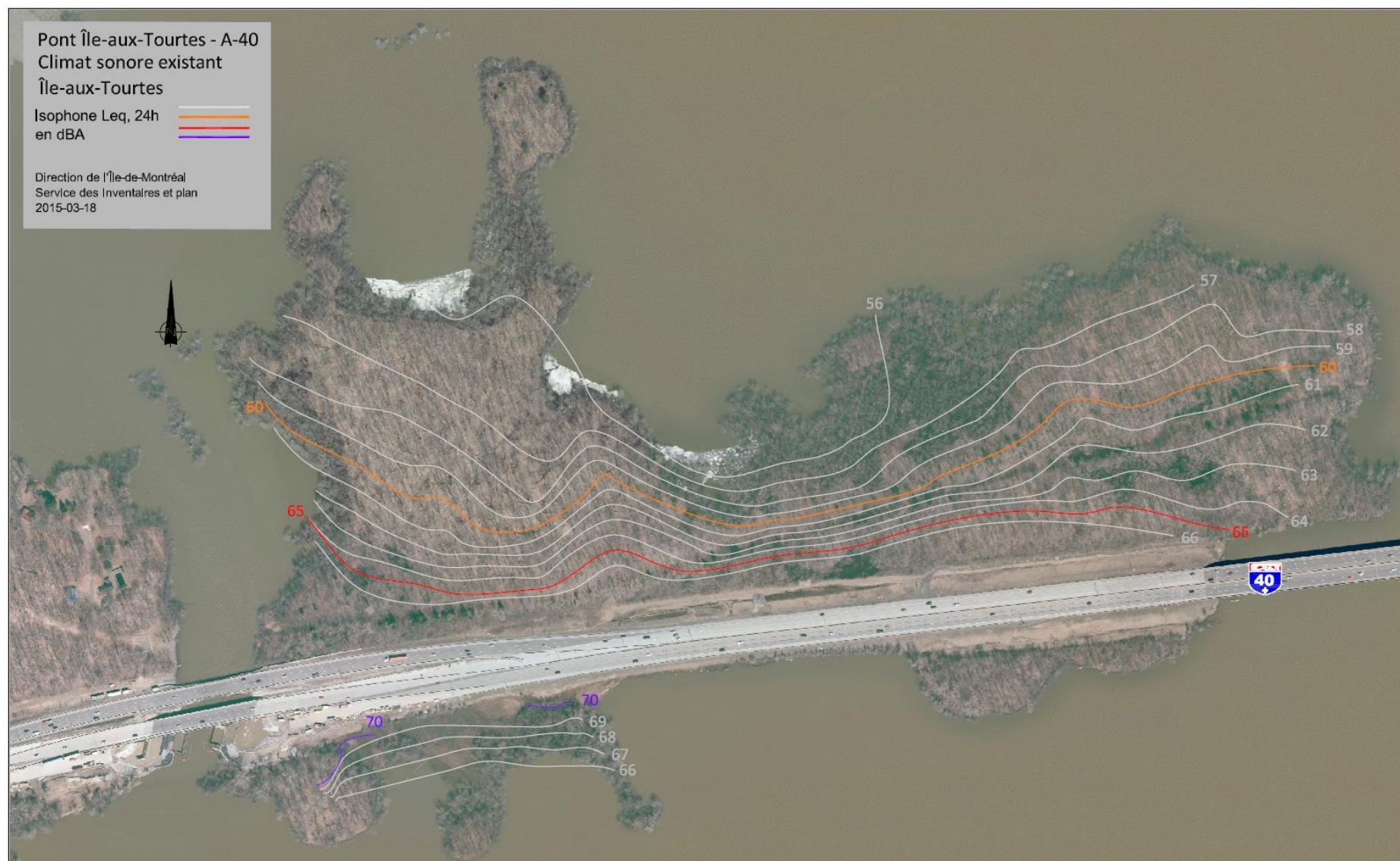


Figure 7 : Climat sonore existant – Secteur de l'île-aux-Tourtes

5. Identification des contraintes pour le volet sonore

Dans le cadre du projet d'intervention majeure au pont de l'île-aux-Tourtes, les éléments suivants doivent être pris en considération en ce qui concerne le milieu résidentiel et l'aire de concentration d'oiseaux aquatiques.

5.1 MILIEU RÉSIDENTIEL

Le climat sonore à proximité des habitations situées en bordure du pont est de l'ordre de 60 à 63 dBA, $L_{eq,24h}$. Il s'agit d'un niveau de gêne sonore moyen. Toutefois, à certains moments, en fonction de la direction et de la vitesse du vent, le niveau de gêne devient fort, car le niveau sonore atteint alors 65 dBA aux premières habitations. Lors de la recherche de solutions et du choix d'une solution à privilégier, il serait souhaitable d'intégrer des mesures de réduction du bruit au projet afin de ne pas détériorer la situation existante. Également, l'impact sonore du déplacement du pont devra être évalué et, s'il est significatif, des mesures d'atténuation devront être élaborées.

Cependant, compte tenu de l'élévation du pont, il y a relativement peu de mesures d'atténuation, outre l'installation d'un écran antibruit sur le pont, qui peuvent être envisagées. Les glissières latérales existantes, d'une hauteur d'environ un mètre procurent une certaine réduction du bruit, le rehaussement de ces glissières, par exemple de 0.5 m, serait une mesure à considérer.

Le choix du type de revêtement de chaussée est également un élément qui peut contribuer à détériorer le climat sonore existant. Ainsi un revêtement en béton de ciment pourrait entraîner une légère hausse des niveaux sonores (1 à 2 dBA) ou modifier le contenu fréquentiel du spectre du bruit routier et augmenter ainsi la gêne sonore perçue. Il serait préférable de conserver un revêtement en béton bitumineux sur l'autoroute 40 et le pont de l'île-aux-Tourtes.

Lors de la préparation des travaux, un devis de gestion du bruit devra être élaboré. Ce devis devra spécifier les niveaux sonores autorisés à proximité des habitations pendant les travaux, le contenu du programme de gestion du bruit que l'entrepreneur devra élaborer et mettre en place ainsi que les mesures d'atténuation obligatoires pendant les travaux. Un suivi acoustique devra également être réalisé pendant les travaux.

5.2 AIRE DE CONCENTRATION D'OISEAUX AQUATIQUES (ACOA)

L'ACOA située au nord du pont de l'île-aux-Tourtes est utilisée pour la migration selon les informations obtenues du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). En période d'exploitation, même en considérant un déplacement du pont, le niveau sonore demeurera relativement constant et ne devrait pas occasionner d'impact significatif pour l'ACOA.

Cependant, la gestion du bruit pendant les travaux devra faire l'objet d'une attention particulière. Ainsi, certains types de travaux susceptibles de causer un dérangement seront à éviter au printemps entre le 1^{er} avril et le 15 mai et à l'automne entre le 15 septembre et le 15 novembre, la période du 1^{er} octobre au 1^{er} novembre étant la période la plus critique (plus grande densité d'oiseaux présents). Il faudra principalement éviter les bruits forts et soudains comme le battage des palplanches ou encore le dynamitage.

Le devis de gestion du bruit qui doit être élaboré devra spécifier les mesures d'atténuation particulières concernant l'ACOA. Un suivi acoustique devra être réalisé pendant les travaux.

Annexe

Résultats détaillés des relevés sonores

| | | | | | |
|---|---------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|
| PROJET | | | DATE : 17 septembre 2014 | | |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | | RELEVÉ NO : 1 | |
| 102 chemin Senneville (terrain avant) | | | | | |
| DURÉE DE L'ÉCHANTILLONNAGE : 3 heures | | | | | |
| Début: | 11:43 | heures | | | |
| Fin: | 14:45 | heures | | | |
| APPAREIL | LD 814A0298 | ÉTALON NO : 1199 | | | |
| CALIBRATION | 94.0 | dBA | VÉRIFICATION | 94.0 | dBA |
| PONDÉRATION | | | | | |
| Temporelle | | F <input checked="" type="checkbox"/> | S <input type="checkbox"/> | | |
| Fréquentielle | | A <input checked="" type="checkbox"/> | L <input type="checkbox"/> | | |
| DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES | 11:43 à 12:15 | 12:15 à 12:45 | 12:45 à 13:15 | 13:15 à 13:45 | 13:45 à 14:15 |
| Humidité relative (%) | 57 | 50 | 63 | 53 | 69 |
| Température (°C) | 16 | 19.9 | 18.9 | 18.1 | 16.4 |
| Vitesse des vents (km/h) | SO 1.4 | SO 3.2 | SO 3.6 | SO 3.6 | SO 1.8 |

CROQUIS:



| NOM DES OPÉRATEURS | PÉRIODE |
|--------------------------|---------|
| Catherine Levert-Chénier | |
| | |
| | |
| | |

| PROJET | | | | | | DATE : 17 septembre 2014 | |
|---|----------------------|---|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | | | | RELEVÉ NO : 1 | |
| 102 chemin Senneville (terrain avant) | | | | | | | |
| RÉSULTATS | | | | | | | |
| Heure (Début) | Niveau sonore en dBA | | | | | | Durée (heure) |
| | L _{eq} | L ₁ | L ₁₀ | L ₅₀ | L ₉₀ | L ₉₉ | |
| 11:41 | 58.1 | 68.0 | 59.5 | 55.1 | 52.0 | 49.5 | 48 minutes |
| 12:29 | 57.1 | 67.0 | 58.5 | 54.2 | 51.0 | 49.1 | 48 minutes |
| 13:17 | 57.5 | 67.3 | 59.0 | 54.6 | 51.9 | 50.2 | 48 minutes |
| L _{eq,3h} = 57.6 dBA | | | | | | | |
| ÉVÈNEMENTS SONORES | | | | | | | |
| HEURE | DURÉE | COMMENTAIRES | | | | | |
| | | Le sonomètre a été programmé par erreur pour un intervalle de 48 minutes, la donnée est toutefois représentative d'une heure. | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| COMPTAGE DE VÉHICULES | | | | | | | |
| Route | Type de véhicules | | | | | Débit total | |
| | Autos | Camions 2 essieux | Camions lourds | Autobus | Motos | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|-------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------|--------------------------|
| PROJET | | DATE : 18 septembre 2014 | | | |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | | RELEVÉ NO : 2 | |
| Île Girwood | | | | | |
| DURÉE DE L'ÉCHANTILLONNAGE : 3 heures | | | | | |
| Début: | 11:30 | heures | | | |
| Fin: | 14:30 | heures | | | |
| APPAREIL | LD 814A0298 | ÉTALON NO : 1199 | | | |
| CALIBRATION | 93.9 | dB | VÉRIFICATION | 93.8 | dB |
| PONDÉRATION | | | | | |
| Temporelle | | F | <input checked="" type="checkbox"/> | S | <input type="checkbox"/> |
| Fréquentielle | | A | <input checked="" type="checkbox"/> | L | <input type="checkbox"/> |
| DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES | 11h30 à 12h | 12h à 12h30 | 12h30 à 13h | 13h à 13h30 | 13h30 à 14h30 |
| Humidité relative (%) | 45 | 43 | 51 | 49 | 47 |
| Température (°C) | 10.8 | 10.3 | 10.8 | 10.6 | 10.2 |
| Vitesse des vents (km/h) | N 14.4 | NE 9.2 | ONO 12.1 | ONO 10.1 | NNO 12 |

CROQUIS:

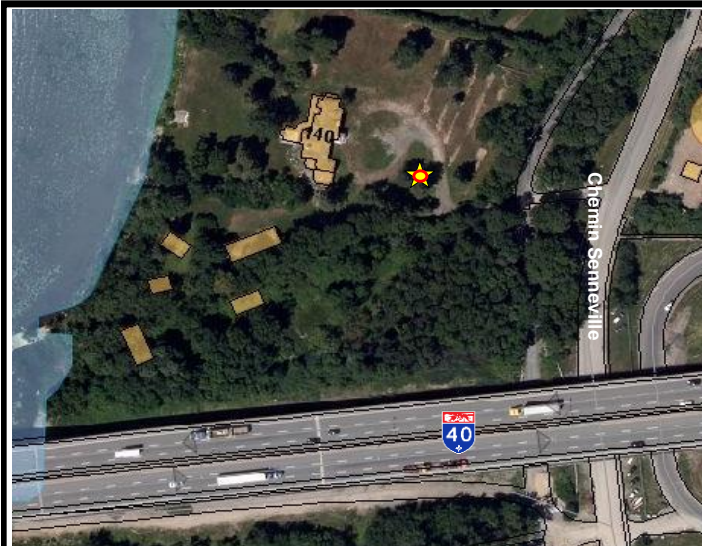


| NOM DES OPÉRATEURS | PÉRIODE |
|--------------------------|---------|
| Catherine Levert-Chénier | |
| | |
| | |
| | |

| PROJET | | | | | | DATE : 18 septembre 2014 | |
|---|----------------------|---|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|------------|
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | | | | RELEVÉ NO : 2 | |
| Île Girwood | | | | | | | |
| RÉSULTATS | | | | | | | |
| Heure (Début) | Niveau sonore en dBA | | | | | | Durée |
| | L _{eq} | L ₁ | L ₁₀ | L ₅₀ | L ₉₀ | L ₉₉ | |
| 11:30 | 62.5 | 68.0 | 64.9 | 61.7 | 58.4 | 55.5 | 30 minutes |
| 12:00 | 61.6 | 67.2 | 64.5 | 60.7 | 56.9 | 53.5 | 30 minutes |
| 12:30 | 62.3 | 67.9 | 64.8 | 61.3 | 58.4 | 56.2 | 30 minutes |
| 13:00 | 62.5 | 68.1 | 65.2 | 61.7 | 58.2 | 53.8 | 30 minutes |
| 13:30 | 62.8 | 68.6 | 65.3 | 61.8 | 58.9 | 56.7 | 30 minutes |
| 14:00 | 63.7 | 69.2 | 65.9 | 63.0 | 60.4 | 58.2 | 27 minutes |
| L _{eq,3h} = 62.6 dBA | | | | | | | |
| ÉVÈNEMENTS SONORES | | | | | | | |
| HEURE | DURÉE | COMMENTAIRES | | | | | |
| | | Des travaux peu perceptibles étaient effectués sous le pont pendant le relevé sonore. | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| COMPTAGE DE VÉHICULES | | | | | | | |
| Route | Type de véhicules | | | | | Débit total | |
| | Autos | Camions 2 essieux | Camions lourds | Autobus | Motos | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|-------------|---------------------------------------|----------------------------|------|-----|
| PROJET | | | DATE : 19 septembre 2014 | | |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | RELEVÉ NO : 3 | | |
| 140 Chemin Senneville (terrain avant) | | | | | |
| DURÉE DE L'ÉCHANTILLONNAGE : 2h 30 min | | | | | |
| Début: | 10:25 | heures | | | |
| Fin: | 12:55 | heures | | | |
| APPAREIL | LD 824A0154 | ÉTALON NO : 1200 | | | |
| CALIBRATION | 94.0 | dBA | VÉRIFICATION | 94.0 | dBA |
| PONDÉRATION | | | | | |
| Temporelle | | F <input checked="" type="checkbox"/> | S <input type="checkbox"/> | | |
| Fréquentielle | | A <input checked="" type="checkbox"/> | L <input type="checkbox"/> | | |
| DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES | 10h25 à 11h | 11h à 12h | 12h à 13h | | |
| Humidité relative (%) | 51 | 41 | 36 | | |
| Température (°C) | 8.8 | 9.6 | 10.8 | | |
| Vitesse des vents (km/h) | NE 10 | N 12 | ENE 12 | | |

CROQUIS:

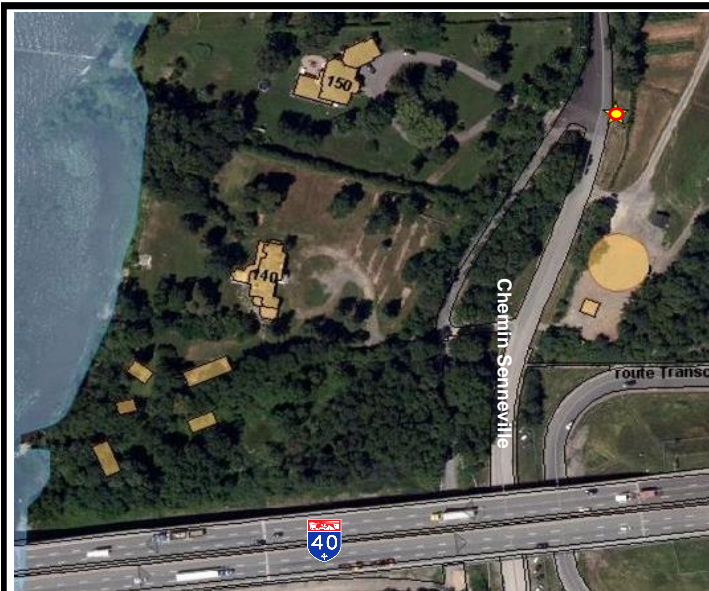


| NOM DES OPÉRATEURS | PÉRIODE |
|--------------------------|---------|
| Catherine Levert-Chénier | |
| | |
| | |
| | |

| | | | | | | | |
|---|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| PROJET | | | | | | DATE : 19 septembre 2014 | |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | | | | RELEVÉ NO : 3 | |
| 140 Chemin Senneville (terrain avant) | | | | | | | |
| RÉSULTATS | | | | | | | |
| Heure (Début) | Niveau sonore en dBA | | | | | | Durée (minutes) |
| | L _{eq} | L ₁ | L ₁₀ | L ₅₀ | L ₉₀ | L ₉₉ | |
| 10:30 | 60.8 | 65.1 | 62.9 | 60.3 | 57.8 | 55.9 | 30 |
| 11:00 | 60.9 | 64.6 | 62.9 | 60.5 | 58.1 | 56.6 | 30 |
| 11:30 | 61.0 | 66.2 | 63.1 | 60.5 | 58.2 | 56.4 | 30 |
| 12:00 | 61.2 | 65.9 | 63.3 | 60.7 | 58.3 | 56.9 | 30 |
| 12:30 | 61.4 | 65.8 | 63.6 | 60.8 | 58.5 | 57.0 | 25 |
| L _{eq,2h30} = 60.8 dBA | | | | | | | |
| ÉVÈNEMENTS SONORES | | | | | | | |
| HEURE | DURÉE | COMMENTAIRES | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Niveaux sonores mesurés par bande de fréquence | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------|-----|
| PROJET | | | DATE : 23 septembre 2014 | | |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | RELEVÉ NO : 4 | | |
| En face du 150 Chemin Senneville | | | | | |
| DURÉE DE L'ÉCHANTILLONNAGE : 3 heures | | | | | |
| Début: | 10:15 | heures | | | |
| Fin: | 13:15 | heures | | | |
| APPAREIL | LD 814A0298 | ÉTALON NO : 1199 | | | |
| CALIBRATION | 94.0 | dBa | VÉRIFICATION | 94.0 | dBa |
| PONDÉRATION | | | | | |
| Temporelle | F <input checked="" type="checkbox"/> | S <input type="checkbox"/> | | | |
| Fréquentielle | A <input checked="" type="checkbox"/> | L <input type="checkbox"/> | | | |
| DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES | 10h à 11h | 11h à 12h | 12h à 13h | 13h à 14h | |
| Humidité relative (%) | 86 | 76 | 75 | 75 | |
| Température (°C) | 10 | 14 | 14 | 14 | |
| Vitesse des vents (km/h) | OSO 13 | SO 17 | SO 18 | SO 18 | |

CROQUIS:



| NOM DES OPÉRATEURS | PÉRIODE |
|--------------------------|---------|
| Catherine Levert-Chénier | |
| | |
| | |
| | |

| PROJET | | | | | | DATE : 23 septembre 2014 | |
|---|----------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | | | | RELEVÉ NO : 4 | |
| En face du 150 Chemin Senneville | | | | | | | |
| RÉSULTATS | | | | | | | |
| Heure (Début) | Niveau sonore en dBA | | | | | | Durée (minute) |
| | L _{eq} | L ₁ | L ₁₀ | L ₅₀ | L ₉₀ | L ₉₉ | |
| 10:15 | 63.0 | 70.1 | 64.4 | 61.3 | 59.3 | 58.1 | 15 |
| 10:30 | 62.6 | 71.0 | 63.6 | 60.6 | 58.4 | 57.2 | 30 |
| 11:00 | 61.3 | 66.9 | 62.8 | 60.8 | 59.0 | 57.4 | 30 |
| 11:30 | 62.3 | 69.8 | 63.8 | 60.9 | 59.0 | 57.4 | 30 |
| 12:00 | 62.3 | 69.6 | 64.3 | 61.0 | 58.7 | 56.6 | 30 |
| 12:30 | 62.3 | 68.4 | 64.0 | 61.6 | 59.2 | 57.1 | 30 |
| 13:00 | 63.0 | 68.5 | 64.4 | 62.0 | 60.2 | 58.9 | 15 |
| L _{eq,3h} = 62.3 dBA | | | | | | | |
| ÉVÈNEMENTS SONORES | | | | | | | |
| HEURE | DURÉE | COMMENTAIRES | | | | | |
| 10:20 | 1 min | Porte d'un camion 10 roues | | | | | |
| 10:30 et | 1 min | 11:30, 11:53, 12:55, 13:06 : Porte d'un camion 10 roues | | | | | |
| 10:40 et 12:05 | 1 min | Camions 10 roues reculant | | | | | |
| | | | | | | | |
| COMPTAGE DE VÉHICULES (10:15 à 13:15) | | | | | | | |
| Route | Type de véhicules | | | | | Débit total (2 directions) | |
| | Autos | Camions 2 essieux | Camions lourds | Autobus | Motos | | |
| Chemin Senneville | 123 | 5 | 2 | | | 130 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|------------------|---------------------------------------|--|---------|---------|
| PROJET | | | DATE : Septembre 2014 | | |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | RELEVÉ NO : 5 | | |
| En face du 108 Chemin Senneville à 25 m de la maison (Hauteur du micro : 3.3 m) | | | | | |
| DURÉE DE L'ÉCHANTILLONNAGE : 15 jours (16 au 30 septembre 2014) | | | | | |
| Début: | | heures | Coordonnées GPS : N 45° 25.264' W 73° 58.109' | | |
| Fin: | | heures | | | |
| APPAREIL | Station autonome | | ÉTALON NO : | | |
| CALIBRATION | 94.0 | dBA | VÉRIFICATION | 93.9 | dBA |
| PONDÉRATION | | | | | |
| Temporelle | | F <input checked="" type="checkbox"/> | S <input type="checkbox"/> | | |
| Fréquentielle | | A <input checked="" type="checkbox"/> | L <input type="checkbox"/> | | |
| DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES | 16 sept | 17 sept | 18 sept | 19 sept | 22 sept |
| Humidité relative (%) | | | | | |
| Température (°C) | | | | | |
| Direction principale du vent | OSO-SO | OSO | NNE-N | NNE | OSO |

CROQUIS:



| NOM DES OPÉRATEURS | PÉRIODE |
|--------------------|-------------------------|
| Station autonome | 16 au 30 septembre 2014 |
| | |
| | |
| | |

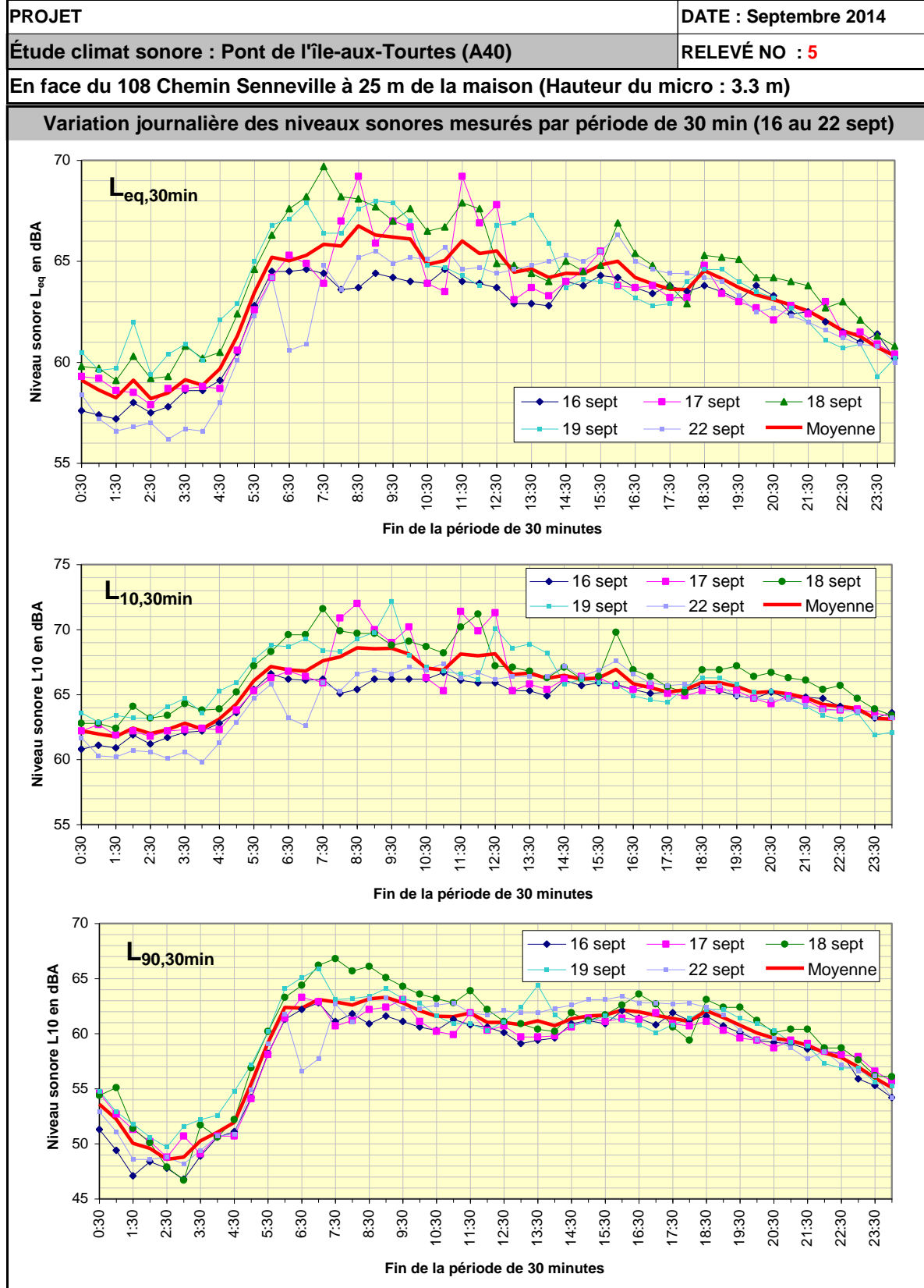
| | | | | | | |
|---|-------------------------------|--|---------|---------|-----------------------|----------|
| PROJET | | | | | DATE : Septembre 2014 | |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | | | RELEVÉ NO : 5 | |
| En face du 108 Chemin Senneville à 25 m de la maison (Hauteur du micro : 3.3 m) | | | | | | |
| RÉSULTATS | | | | | | |
| Période | Niveau sonore L_{eq} en dBA | | | | | Heure |
| | 16 sept | 17 sept | 18 sept | 19 sept | 22 sept | |
| Matin | 63.7 | 63.5 | 65.6 | 66.0 | 63.4 | 5 à 6h |
| | 64.6 | 65.0 | 67.8 | 67.5 | 60.8 | 6 à 7h |
| Jour | 63.8 | 64.4 | 66.3 | 66.2 | 64.9 | 7 à 19h |
| Soir | 62.5 | 62.4 | 63.7 | 62.4 | 62.1 | 19 à 23h |
| Nuit | 58.9 | 59.3 | 60.4 | 60.7 | 58.2 | 23 à 5h |
| $L_{eq,24h}$ | 62.8 | 63.2 | 65.1 | 64.9 | 63.3 | |
| ÉVÈNEMENTS SONORES | | | | | | |
| HEURE | DURÉE | COMMENTAIRES | | | | |
| | | À partir du 23 septembre, des travaux routiers sur le réseau municipal ont été effectués le jour à proximité de la station ce qui a perturbé les mesures. Les résultats des mesures à partir du 23 septembre n'ont pas été utilisés pour l'analyse du climat sonore. | | | | |

Variation journalière moyenne du $L_{10,30min}$, $L_{90,30min}$ et du $L_{eq,30min}$ du 16 au 22 sept

Niveau sonore en dBA

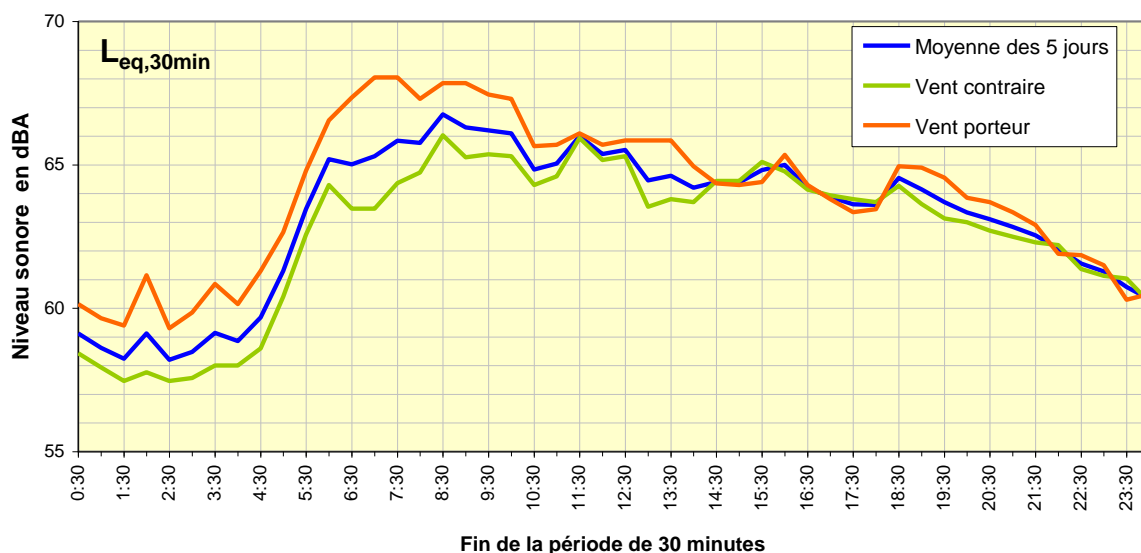
Fin de la période de 30 minutes

— L10 — Leq — L90



| | |
|---|-----------------------|
| PROJET | DATE : Septembre 2014 |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | RELEVÉ NO : 5 |
| En face du 108 Chemin Senneville à 25 m de la maison (Hauteur du micro : 3.3 m) | |

Variation journalière des niveaux sonores mesurés par période de 30 min (16 au 25 sept)



Pour ce point de mesure, la direction du vent influence les niveaux sonores mesurés. Selon la localisation du point de mesure, le vent est porteur lorsqu'il souffle du nord, nord-est ou nord-ouest alors qu'il est contraire lorsqu'il souffle du sud, sud-ouest. Par vent porteur, le $L_{eq,24h}$ mesuré est de près de 65 dBA alors que par vent contraire, le $L_{eq,24h}$ mesuré est d'environ 63 dBA. Selon la direction et la vitesse des vents, une variation de 2 à 4 dBA peut être observée entre un vent porteur et un vent contraire. Le graphique ci-dessus illustre la variation des niveaux sonores horaires selon la direction des vents dominants.

Résultats par vent porteur

| Date | Niveau sonore $L_{eq,24h}$ mesuré (dBA) |
|--------------|--|
| 18 septembre | 65.1 |
| 19 septembre | 64.9 |

Résultats par vent contraire

| Date | Niveau sonore $L_{eq,24h}$ mesuré (dBA) |
|--------------|--|
| 16 septembre | 62.8 |
| 17 septembre | 63.2 |
| 22 septembre | 63.3 |



| | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------|---------|
| PROJET | | | | DATE : Septembre 2014 | | | |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | | RELEVÉ NO : 6 | | | |
| Derrière le 140 Chemin Senneville à 4.5 m de la maison (Hauteur du micro : 1.7 m) | | | | | | | |
| DURÉE DE L'ÉCHANTILLONNAGE : 15 jours (16 au 30 septembre 2014) | | | | | | | |
| Début: | | heures | Coordonnées GPS : | | N 45° 25.356' W 73° 58.180' | | |
| Fin: | | heures | | | | | |
| APPAREIL | Station autonome | | ÉTALON NO : | | | | |
| CALIBRATION | 94.0 | dBA | VÉRIFICATION | 93.9 | dBA | | |
| PONDÉRATION | | | | | | | |
| Temporelle | | F <input checked="" type="checkbox"/> | S <input type="checkbox"/> | | | | |
| Fréquentielle | | A <input checked="" type="checkbox"/> | L <input type="checkbox"/> | | | | |
| DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES | 16 sept | 17 sept | 18 sept | 19 sept | 23 sept | 24 sept | 25 sept |
| Humidité relative (%) | | | | | | | |
| Température (°C) | | | | | | | |
| Direction principale du vent | OSO-SO | OSO | NNE-N | NNE | OSO | NNE | SE |

CROQUIS:



| NOM DES OPÉRATEURS | PÉRIODE |
|--------------------|-------------------------|
| Station autonome | 16 au 30 septembre 2014 |
| | |
| | |
| | |

| PROJET | | | | | DATE : Septembre 2014 | | | |
|--|-------------------------------|--|---------|---------|-----------------------|---------|---------|----------|
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | | | | | | | | |
| ADRESSE OU LOCALISATION | | | | | RELEVÉ NO : 6 | | | |
| Derrière le 140 Chemin Senneville à 4.5 m de la maison (Hauteur du micro : 1.7 m) | | | | | | | | |
| RÉSULTATS | | | | | | | | |
| Période | Niveau sonore L_{eq} en dBA | | | | | | | Heure |
| | 16 sept | 17 sept | 18 sept | 19 sept | 23 sept | 24 sept | 25 sept | |
| Matin | 61.3 | 61.9 | 58.0 | 56.3 | 61.7 | 56.9 | 60.3 | 5 à 6h |
| | 62.4 | 63.1 | 58.5 | 58.1 | 61.6 | 58.3 | 61.3 | 6 à 7h |
| Jour | 63.5 | 64.5 | 60.3 | 59.3 | 63.5 | 59.8 | 62.0 | 7 à 19h |
| Soir | 62.2 | 63.1 | 57.6 | 59.7 | 61.9 | 60.3 | 61.9 | 19 à 23h |
| Nuit | 57.5 | 58.2 | 55.3 | 54.8 | 57.8 | 56.1 | 57.2 | 23 à 5h |
| $L_{eq,24h}$ | 62.2 | 63.2 | 58.9 | 58.4 | 62.2 | 59.1 | 61.1 | |
| Vent dominant | OSO-SO | OSO | NNE-N | NNE | OSO | NNE | SE | |
| Pour ce point de mesure : Vent porteur : Ouest/Sud/Sud-Ouest Vent contraire : Nord/Nord-Est | | | | | | | | |
| ÉVÈNEMENTS SONORES | | | | | | | | |
| HEURE | DURÉE | COMMENTAIRES | | | | | | |
| | | Les jours comprenant des périodes de pluie n'ont pas été utilisés pour l'analyse du climat sonore. | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Variation journalière moyenne du $L_{10,30min}$, $L_{90,30min}$ et du $L_{eq,30min}$ du 16 au 25 sept | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Fin de la période de 30 minutes | | | | | | | | |

PROJET

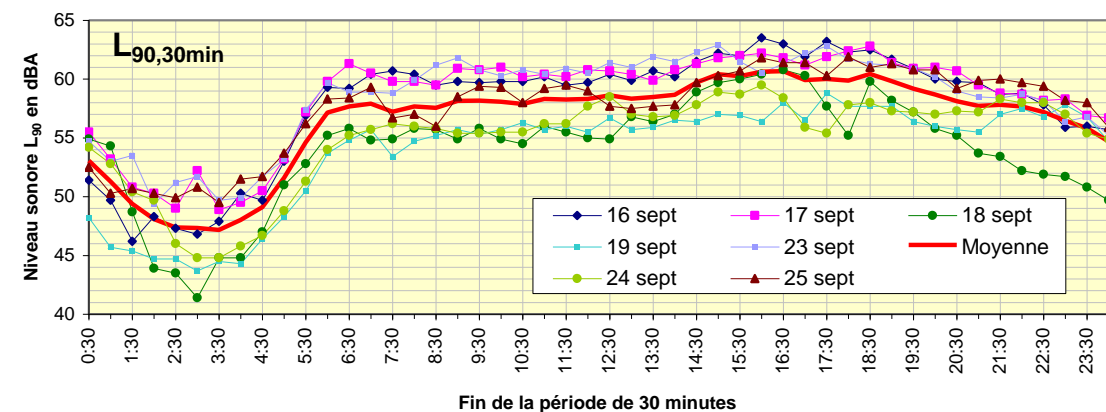
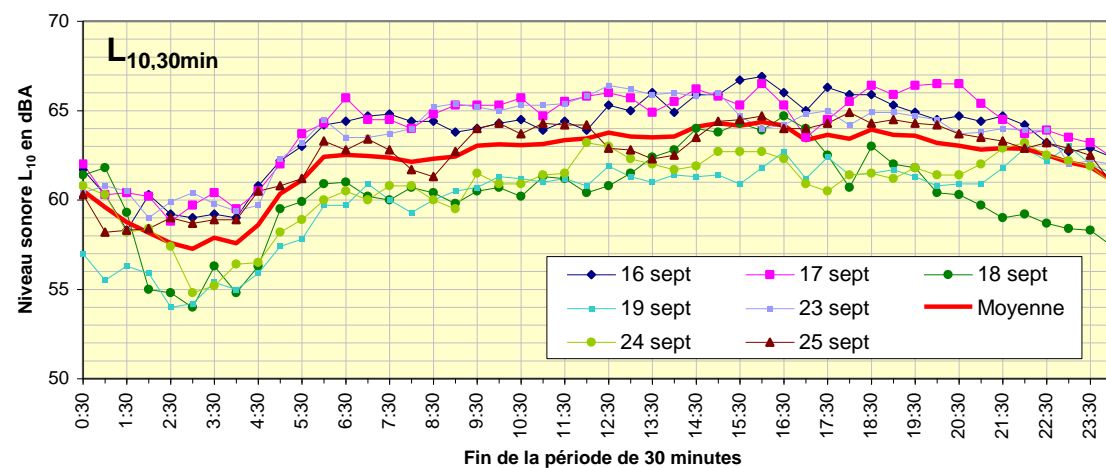
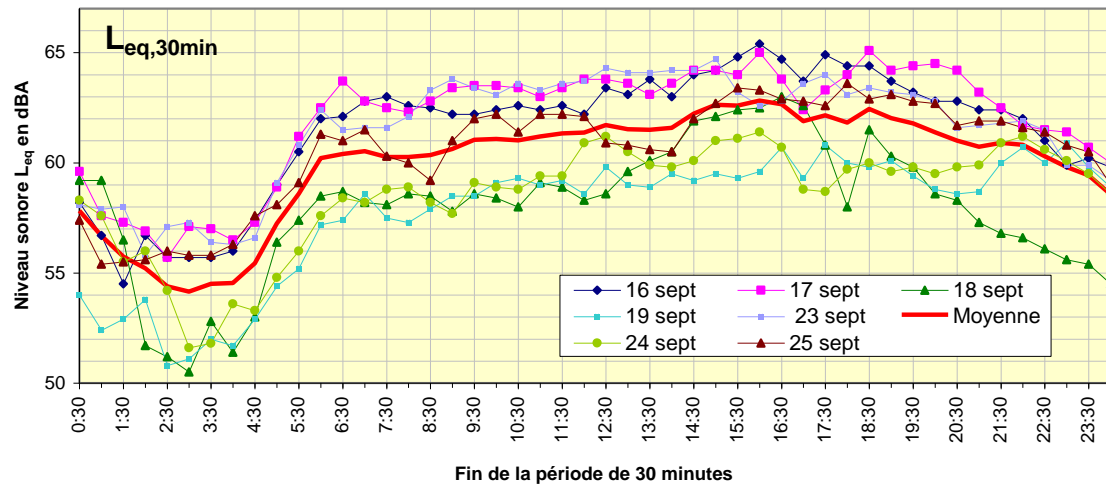
DATE : Septembre 2014

Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40)

RELEVÉ NO : 6

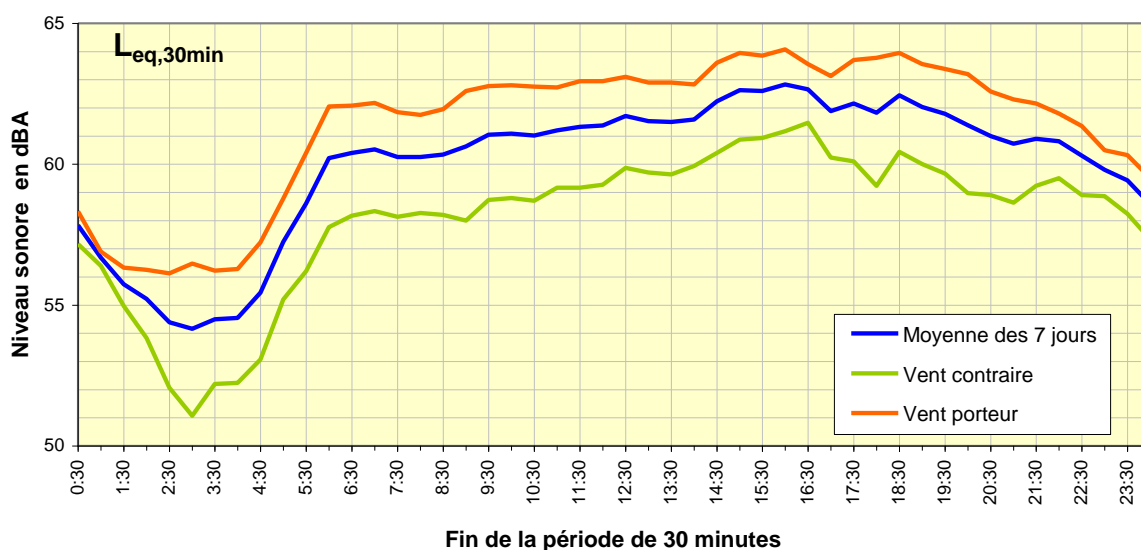
Derrière le 140 Chemin Senneville à 4.5 m de la maison (Hauteur du micro : 1.7 m)

Variation journalière des niveaux sonores mesurés par période de 30 min (16 au 25 sept)



| | |
|---|-----------------------|
| PROJET | DATE : Septembre 2014 |
| Étude climat sonore : Pont de l'île-aux-Tourtes (A40) | RELEVÉ NO : 6 |
| Derrière le 140 Chemin Senneville à 4.5 m de la maison (Hauteur du micro : 1.7 m) | |

Variation journalière des niveaux sonores mesurés par période de 30 min (16 au 25 sept)



Pour ce point de mesure situé à proximité du lac des Deux Montagnes, la direction du vent influence notablement les niveaux sonores mesurés. Selon la localisation du point de mesure, le vent est porteur lorsqu'il souffle du sud, sud-ouest alors qu'il est contraire lorsqu'il souffle du nord, nord-est. Par vent porteur, le $L_{eq,24h}$ mesuré varie de 62 à 63 dBA alors que par vent contraire, le $L_{eq,24h}$ mesuré varie de 58 à 59 dBA. Selon la direction et la vitesse des vents, une variation de 4 à 5 dBA peut être observée entre un vent porteur et un vent contraire. Le graphique ci-dessus illustre la variation des niveaux sonores horaires selon la direction des vents dominants.

Résultats par vent porteur

| Date | Niveau sonore $L_{eq,24h}$ mesuré (dBA) |
|--------------|---|
| 16 septembre | 62.2 |
| 17 septembre | 63.2 |
| 23 septembre | 62.2 |

Résultats par vent contraire

| Date | Niveau sonore $L_{eq,24h}$ mesuré (dBA) |
|--------------|---|
| 18 septembre | 58.9 |
| 19 septembre | 58.4 |
| 24 septembre | 59.1 |



ANNEXE

8-1 *ÉTUDE DE DISPERSION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES (WSP, 2021)*

TRANSPORTS QUÉBEC

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET DE RECONSTRUCTION DU PONT DE L'ÎLE- AUX-TOURTES

ÉTUDE DE DISPERSION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES
VILLES DE VAUDREUIL-DORION ET SENNEVILLE

RÉF. WSP : 191-11642-00

DATE : 12 FÉVRIER 2021

CONFIDENTIEL





TRANSPORTS QUÉBEC

**ÉTUDE D'IMPACT SUR
L'ENVIRONNEMENT DU PROJET
DE RECONSTRUCTION DU PONT
DE L'ÎLE-AUX-TOURTES**

**ÉTUDE DE DISPERSION DES
ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES**

VILLES DE VAUDREUIL-DORION ET SENNEVILLE

CONFIDENTIEL

REF. WSP : 191-11642-00
DATE : 12 FÉVRIER 2021

RAPPORT FINAL

WSP CANADA INC.
11E ÉTAGE
1600, BOULEVARD RENÉ-LÉVESQUE OUEST
MONTRÉAL (QUÉBEC) H3H 1P9
CANADA

T : +1-514-340-0046
F : +1-514-340-1337

WSP.COM

GESTION DE LA QUALITE

| VERSION | DATE | DESCRIPTION |
|---------|------------|----------------------|
| VP | 2020-11-06 | Version préliminaire |
| PF | 2020-12-18 | Pré-finale |
| F | 2021-02-12 | Finale |
| | | |
| | | |
| | | |

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Benjamin Parys, Ph.D.
Chargé de projet

RÉVISÉ PAR



Camille Taylor, ing. (OIQ #5006095)
Chef d'équipe et ingénieure en qualité de l'air

Référence à citer :

WSP, 2020. *Étude d'impact sur l'environnement du projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes, Étude de dispersion des émissions atmosphériques, Villes de Vaudreuil-Dorion et Senneville*. Rapport produit pour Transports Québec. Réf. WSP : 191-11642-00. 35 pages.

WSP Canada Inc. (« WSP ») a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Transports Québec, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités Générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport ; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fiée de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenue responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

CLIENT

TRANSPORTS QUÉBEC

Chargés de projet Sarah Côté-René, B.Sc, DESS MGPA

Sarah Chabot, biol., M.Sc.

Coordonnatrice environnement Sylvie Tanguay, Urb., M. Sc.

Directrice des grands projets du pont de l'Île-aux-Tourtes et de l'échangeur Saint-Pierre Mélanie St-Cyr, M.A.P., PMP

Spécialiste en modélisation des systèmes de transport Tan Min Phan, ing.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Chef d'équipe et ingénieure en qualité de l'air Camille Taylor, B.Sc.A., ing.

Chargé de projet Benjamin Parys, Ph.D.

Cartographie et géomatique Simon Lauzier- Paul, M.Sc.

Traitement de données Angèle Généreux, M.Sc.A
Christie Delaney

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCTION | 1 |
| 1.1 | MISE EN CONTEXTE | 1 |
| 1.2 | OBJECTIFS DE L'ÉTUDE | 1 |
| 1.3 | ZONE D'ÉTUDE | 2 |
| 1.4 | NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'AIR | 3 |
| 1.4.1 | Définition | 3 |
| 1.4.2 | Niveaux ambiants | 3 |
| 1.4.3 | Substances modélisées et normes/critères applicables | 4 |
| 1.4.4 | Limite d'application | 4 |
| 2 | CONTEXTE ET SCÉNARIO D'ÉVALUATION POUR LA MODÉLISATION | 5 |
| 2.1 | DESCRIPTION DES ACTIVITÉS | 5 |
| 2.2 | IDENTIFICATION DES SOURCES ET DES SUBSTANCES ÉMISES | 5 |
| 2.3 | SCÉNARIOS DE MODÉLISATION | 5 |
| 2.4 | SÉLECTION DES POINTS CHAUDS À MODÉLISER | 6 |
| 2.5 | TAUX D'ÉMISSION | 8 |
| 3 | PROCÉDURE DE MODÉLISATION | 15 |
| 3.1 | DESCRIPTION DU MODÈLE DE DISPERSION | 15 |
| 3.2 | PARAMÉTRAGE DU MODÈLE | 16 |
| 3.2.1 | Domaine de modélisation | 16 |
| 3.2.2 | Topographie | 16 |
| 3.2.3 | Récepteurs | 18 |
| 3.2.4 | Préparation des données météorologiques | 22 |
| 3.2.5 | Caractéristique des sources | 24 |
| 3.2.6 | Configuration d'AERMOD | 24 |
| 4 | RÉSULTATS ET ANALYSE | 25 |
| 5 | CONSERVATISME ET LIMITATION | 31 |
| 5.1 | CONSERVATISME DE L'APPROCHE | 31 |
| 5.2 | INCERTITUDES ET LIMITATION DU MODÈLE | 31 |
| 5.2.1 | Variations Spatiale et Temporelle du Scénario | 31 |
| 5.2.2 | Circulation | 31 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.2.3 | MoDèle météorologique et moDèle de dispersion | 31 |
|-------|---|----|

6 CONCLUSION 33

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 35

TABLEAUX

| | | |
|-------------|---|----|
| TABLEAU 1-1 | NORMES, CRITÈRES ET CONCENTRATIONS INITIALES | 4 |
| TABLEAU 2-1 | TAUX D'ÉMISSION POUR LE SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE DE 2021 | 7 |
| TABLEAU 2-2 | TAUX D'ÉMISSION POUR LE SCÉNARIO SANS RECONSTRUCTION DE 2036 | 8 |
| TABLEAU 2-3 | TAUX D'ÉMISSION POUR LE SCÉNARIO AVEC RECONSTRUCTION DE 2036 | 8 |
| TABLEAU 2-4 | TAUX D'ÉMISSION TOTAUX POUR LE SECTEUR DU PROJET | 12 |
| TABLEAU 2-5 | DJMA TOTAUX ET CHARGES EN LIMON | 13 |
| TABLEAU 3-1 | RÉCEPTEURS SENSIBLES | 18 |
| TABLEAU 3-2 | DONNÉES DE LA STATION MÉTÉOROLOGIQUE | 22 |
| TABLEAU 3-3 | CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES VOLUMIQUES LINÉAIRES POUR 2021 | 24 |
| TABLEAU 3-4 | CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES VOLUMIQUES LINÉAIRES POUR 2036 | 24 |
| TABLEAU 4-1 | CONCENTRATIONS DES CONTAMINANTS POUR LE SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE - 2021 | 26 |
| TABLEAU 4-2 | CONCENTRATIONS DES CONTAMINANTS POUR LE SCÉNARIO SANS RECONSTRUCTION - 2036 | 27 |
| TABLEAU 4-3 | CONCENTRATIONS DES CONTAMINANTS POUR LE SCÉNARIO AVEC RECONSTRUCTION - 2036 | 28 |
| TABLEAU 4-4 | CONCENTRATIONS AUX RÉCEPTEURS SENSIBLE POUR LES PM _{2.5} | 29 |
| TABLEAU 4-5 | CONCENTRATIONS TOTALES MODÉLISÉES POUR LES TROIS SCÉNARIOS | 30 |

TABLE DES MATIÈRES

FIGURES

| | | |
|------------|---|----|
| FIGURE 2-1 | POSITION DES DIFFÉRENTES SOURCES POUR 2021 ET 2036..... | 7 |
| FIGURE 2-2 | DÉBITS JOURNALIERS MOYENS ANNUELS POUR 2021 | 9 |
| FIGURE 2-3 | DÉBITS JOURNALIERS MOYENS ANNUELS POUR 2036 SANS RECONSTRUCTION..... | 10 |
| FIGURE 2-4 | DÉBITS JOURNALIERS MOYENS ANNUELS POUR 2036 AVEC RECONSTRUCTION..... | 11 |
| FIGURE 3-1 | ROSE DES VENTS – STATION MÉTÉOROLOGIQUE DE L'AÉROPORT PIERRE-ELLIOTT-TRUDEAU (2008 À 2012)..... | 23 |

CARTES

| | | |
|-----------|---|----|
| CARTE 1-1 | ZONE D'ÉTUDE ET DOMAINE DE MODÉLISATION..... | 2 |
| CARTE 3-1 | TOPOGRAPHIE DE LA ZONE DE MODÉLISATION..... | 17 |
| CARTE 3-2 | RÉCEPTEURS ET RÉCEPTEURS SENSIBLES | 20 |
| CARTE 3-3 | POSITION DES RÉCEPTEURS SENSIBLES | 21 |

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Mis en service en 1965, le pont de l'Île-aux-Tourtes est une composante névralgique du réseau autoroutier du Québec. Plus précisément, il se veut un élément essentiel pour le déplacement des personnes et des marchandises dans l'axe stratégique de l'autoroute 40 (A-40) entre la région de Vaudreuil-Soulanges et l'île de Montréal. Cet axe est l'un des deux seuls, avec l'autoroute 20 (A-20), permettant d'atteindre l'île de Montréal par l'ouest du Québec via le réseau routier. D'une part, cet axe permet des interconnexions directes ou presque directes avec d'autres axes autoroutiers majeurs, tels les autoroutes 13, 15, 20 et 30 qui desservent à leur tour un bassin de populations et d'entreprises important au plan de l'économie québécoise (carte 1-1). D'autre part, cet axe fait partie intégrante du Réseau stratégique de soutien au commerce extérieur (RSSCE) qui est composé des principaux corridors de commerces constituant l'épine dorsale du transport des marchandises du Québec et qui favorisent la fluidité de leur déplacement et de leur passage aux frontières dans les deux directions. Ainsi, le corridor de l'A-40 dans le secteur du pont de l'Île-aux-Tourtes soutient les échanges avec les partenaires économiques du Québec, tant sur les marchés extérieurs (Ontario, Ouest du Canada, États-Unis) qu'intérieurs, en plus d'appuyer le développement de plusieurs régions autres que celles spécifiquement visées par l'implantation du pont.

Au fil des années, le pont a fait l'objet de plusieurs interventions et travaux de réfection pour solutionner des problèmes structuraux et géométriques. Ceux-ci s'étant multipliés au cours des dernières années, l'ouvrage commande aujourd'hui une intervention majeure avec une solution optimale et durable à long terme. C'est donc dans cette optique qu'une étude d'opportunité a été entreprise en 2014 par le ministère des Transports du Québec (MTQ) en vue de déterminer cette solution optimale à recommander.

Dans le cadre de l'étude d'impact environnementale liée au projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes, WSP Canada Inc. (WSP) a donc été mandatée pour réaliser la présente étude de dispersion atmosphérique afin de d'évaluer les impacts des activités routières pendant la phase opérationnelle (circulation) une fois le projet complété.

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Cette étude a pour objectif d'évaluer les impacts de la circulation routière pendant la phase opérationnelle dans le secteur d'étude. Les substances émises des gaz de combustion des véhicules qui circulent sur le pont sont des particules totales (PST), des particules fines ($PM_{2.5}$), du monoxyde de carbone (CO), du dioxyde d'azote (NO_2), du dioxyde de soufre (SO_2) et certains des composés organiques volatiles (COV) tels que le benzène, le 1-3 butadiène, le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, l'acroléine et le benzo(a)pyrène. Afin d'évaluer les impacts du projet, trois scénarios ont été évalués : le scénario actuel (2021 selon les données de circulation disponibles), le scénario futur avec projet (2036) et sans le projet (2036). Ces scénarios ont été modélisés sur un ensemble de données météorologiques de cinq années afin d'estimer l'impact du projet sur la qualité de l'air lors des conditions de dispersion les plus défavorables. Les résultats du présent rapport correspondent donc à des situations modélisées sur des années météorologiques passées, à partir de taux d'émission estimés.

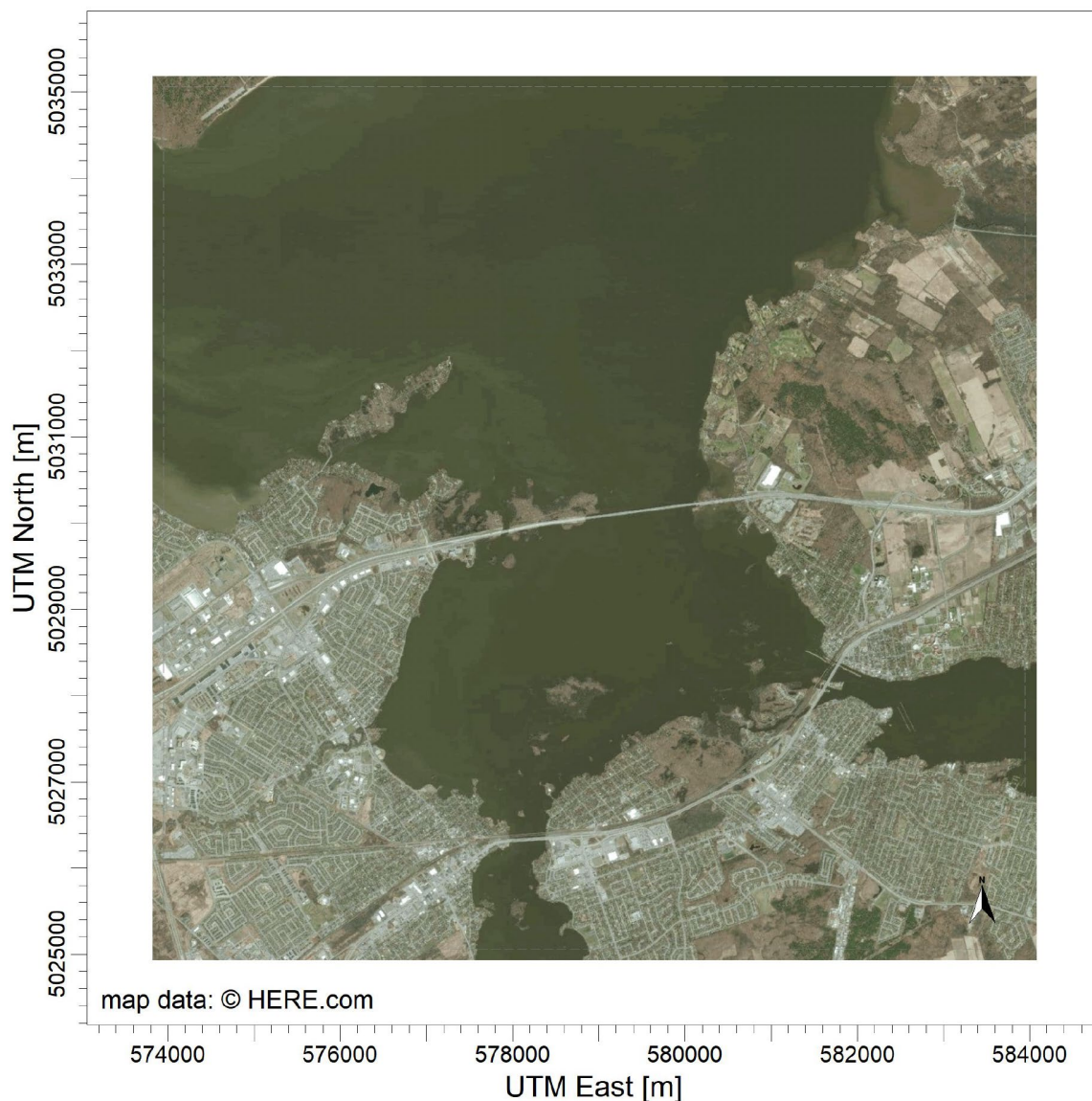
La démarche pour l'évaluation a inclus la quantification des émissions des véhicules en utilisant le modèle MOVES et la modélisation s'appuie sur la méthodologie proposée dans le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique* (Leduc, 2005) du MELCC. Les discussions tenues entre les divers représentants de WSP et du MTQ ont également servi à déterminer les intrants requis à la modélisation et à la rédaction du présent rapport.

Les sections suivantes présentent : la procédure utilisée pour modéliser les concentrations des différents contaminants dans l'air ambiant; les niveaux ambiants retenus ainsi que les normes et critères de qualité de l'atmosphère considérés pour évaluer les concentrations modélisées durant les opérations avec et sans le projet; et, les résultats détaillés présentés et interprétés en fonction des hypothèses retenues pour la modélisation.

1.3 ZONE D'ÉTUDE

Le pont de l'Île-aux-Tourtes fait la jonction entre la partie sud-ouest de Montréal et Vaudreuil-Dorion. Dans le système de projection UTM (zone 18, NAD83), le pont a pour coordonnées centrales X = 578 946 mE et Y = 5 030 064 mN. Le domaine d'étude de modélisation s'étend de part et d'autre du pont sur une distance de 5 km comme indiqué à la carte 1-1. Cette étude couvre donc une surface de 10 km sur 10 km.

Carte 1-1 Zone d'étude et domaine de modélisation



1.4 NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'AIR

1.4.1 DÉFINITION

Les normes et les critères de qualité de l'atmosphère ont été établis par le MELCC dans le but d'évaluer l'impact d'un projet. Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) établit des normes de qualité de l'atmosphère que le MELCC définit comme la concentration limite dans l'air ambiant pour un contaminant. Cette concentration est établie à partir d'un critère de qualité de l'atmosphère ou d'un critère provisoire de gestion. Un critère de qualité de l'atmosphère est défini par le MELCC comme la concentration limite dans l'air ambiant pour un contaminant. Cette concentration est établie à un niveau de risque négligeable, tandis qu'un critère provisoire de gestion est défini comme la concentration limite dans l'air ambiant pour un contaminant déterminé, et ce, à partir d'un niveau de risque acceptable après considération des facteurs technologiques et socioéconomiques (MELCC, 2017). Les effets appréhendés des composés particulaires et gazeux peuvent donc être considérés négligeables lorsque les normes et critères sont respectés. Ces normes et critères, qui présentent des valeurs limites ont été considérés pour évaluer les impacts et sont présentés au tableau 1-1.

1.4.2 NIVEAUX AMBIANTS

La concentration initiale (ou niveau ambiant) est la concentration existante d'un contaminant dans l'air ambiant à laquelle la contribution des sources d'émissions à l'étude est ajoutée. Conformément au guide de modélisation du MELCC (Leduc, 2005), les niveaux ambiants (concentrations initiales) doivent être représentatifs de la région étudiée.

La somme de la concentration initiale et de la contribution des sources d'émissions doit être inférieure aux normes et critères correspondants.

Afin de déterminer les niveaux ambiants des contaminants, différentes approches peuvent être envisagées. Les concentrations initiales peuvent être déterminées à partir :

- des mesures effectuées sur le site dans le but d'obtenir des valeurs réelles;
- des mesures effectuées par les stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du MELCC. Ce bruit de fond, représentatif de la région, est fourni par le MELCC;
- des concentrations initiales génériques définies par le MELCC dans le document *Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère* (MELCC, 2018).

En ce qui concerne, la présente étude, les concentrations initiales des particules fines (PM_{2,5}) et du dioxyde d'azote (NO₂) ont été fournies par le MELCC pour la zone d'étude et proviennent de leur Réseau de surveillance de la qualité de l'air. Les concentrations initiales pour les autres contaminants proviennent du document *Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère* (MELCC, 2018). Ces valeurs sont présentées au tableau 1-1 pour les contaminants modélisés.

¹ <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/Cadre-app-determination-criteres-qc-qualite-atmosphere.pdf>

1.4.3 SUBSTANCES MODÉLISÉES ET NORMES/CRITÈRES APPLICABLES

Les substances émises pendant la phase d'opération sont celles émises lors de la combustion de carburant des véhicules qui circulent sur le pont, soit des particules totales (PST), des particules fines (PM_{2,5}), du monoxyde de carbone (CO), du dioxyde d'azote (NO₂), du dioxyde de soufre (SO₂) et certains des composés organiques volatiles (COV) tels que le benzène, le 1-3 butadiène, le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, l'acroléine et le benzo(a)pyrène.

Les contaminants principaux générés par les activités routières et retenus pour l'étude sont les PM_{2,5}, le CO, le NO₂ et le SO₂. Ceux-ci sont indiqués au tableau 1-1 avec leur concentration initiale et leur norme/critère.

Tableau 1-1 Normes, critères et concentrations initiales

| Contaminants | CAS# | Période | Type de seuil | Concentration initiale (µg/m³) | Concentration limite (µg/m³) |
|-------------------|------------|---------|---------------|--------------------------------|------------------------------|
| PM _{2,5} | - | 24 h | Norme | 18,9 | 30 |
| CO | 630-08-0 | 1 h | Norme | 2 650 | 34 000 |
| CO | 630-08-0 | 8 h | Norme | 1 750 | 12 700 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 h | Norme | 40 | 414 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 24 h | Norme | 30 | 207 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 an | Norme | 15 | 103 |
| SO ₂ | 7446-09-5 | 4 min | Norme | 150 | 1 050 |
| SO ₂ | 7446-09-5 | 24 h | Norme | 50 | 288 |
| SO ₂ | 7446-09-5 | 1 an | Norme | 20 | 52 |

Les concentrations initiales des particules fines (PM_{2,5}) et du dioxyde d'azote (NO₂) ont été fournies par le MELCC. **Il est important de noter que les concentrations initiales présentées dans l'étude incluent déjà les concentrations attribuées au réseau routier.**

1.4.4 LIMITE D'APPLICATION

Les normes et critères de l'air ambiant s'appliquent à l'extérieur des limites de la zone occupée par les sources de contamination, c'est-à-dire dans le cadre de ce projet, le pont lui-même et les routes sur lesquels la circulation routière voyage ainsi qu'à l'extérieur de tout secteur zoné à des fins industrielles et de toute zone tampon adjacente à un tel secteur, comme établi par les autorités municipales compétentes en prenant en compte les résidences permanentes pouvant se trouver à l'intérieur de ces limites (la limite d'application des normes et critères). Bien que les normes et critères de l'air ambiant ne s'appliquent pas directement à un projet de transport routier, ces valeurs permettent de quantifier les impacts du projet.

2 CONTEXTE ET SCÉNARIO D'ÉVALUATION POUR LA MODÉLISATION

Dans le cadre d'une étude de la qualité de l'air et de la dispersion atmosphérique, il est important de définir en premier lieu le ou les scénarios évalués et modélisés. Pour ce faire, les principales sources d'émissions, les substances émises ainsi que les normes et critères en vigueur pour ces différentes substances doivent être identifiés. Plus spécifiquement, les substances considérées et les périodes des normes et critères définies pour ceux-ci influenceront le choix des scénarios.

2.1 DESCRIPTION DES ACTIVITÉS

L'activité qui génère des émissions atmosphériques sur le pont durant son opération est sa traversée par des conducteurs de véhicules. Les émissions de contaminants proviennent de la combustion de carburant diesel ou d'essence des véhicules et du soulèvement de la poussière (remise en suspension) occasionné par le passage des véhicules sur le pont et le réseau routier qui constitue une source fugitive de matières particulaires.

2.2 IDENTIFICATION DES SOURCES ET DES SUBSTANCES ÉMISES

Les substances principales émises proviennent des véhicules traversant le pont et sont les particules fines ($PM_{2,5}$), le monoxyde carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO_2) et le dioxyde de soufre (SO_2). Le CO, NO_2 et SO_2 sont émis seulement lors de la combustion de carburant et ce via le tuyau d'échappement et les émissions du carter (*crankcase*). Les émissions de particules proviennent de la combustion de carburant mais aussi de l'usure des freins et des pneus, et des émissions de remise en suspension. La remise en suspension des émissions est le soulèvement de la poussière présente sur les routes, occasionné par le passage des véhicules sur ceux-ci.

2.3 SCÉNARIOS DE MODÉLISATION

Selon la pratique courante, la modélisation vise à représenter les conditions qui maximiseront les répercussions sur la qualité de l'air. Pour ce faire, des « scénarios pires cas » doivent être considérés. Dans le cas où la modélisation de ces scénarios conservateurs respecte les normes et critères de qualité de l'air, il est anticipé que les normes et critères soient respectés en tout temps au cours de la durée de vie du projet. Dans le cadre de la présente étude, trois scénarios ont été modélisés représentant l'état actuel de la circulation (2021), l'état en 2036 si aucun travail est effectué et finalement en 2036 avec les travaux de reconstruction du pont effectués. Les émissions ont été appliquées en continu pour la modélisation c'est-à-dire, 24 h/24, 365 jours par année.

Le secteur de l'étude est vaste et les impacts du projet se feront sentir à proximité du pont et sur les segments routiers où les changements de circulation les plus importants auront lieu. WSP a utilisé une approche de modélisation ciblée où les impacts les plus importants étaient retenus de façon à choisir les scénarios de pires cas qui représenteront l'état actuel et les scénarios futurs d'opération avec et sans projet 2036. Cette méthode de modélisation des points chauds « hot spots » est utilisée fréquemment pour des projets dans le domaine du transport routier.

Les segments routiers ayant le plus grand potentiel d'impacts sont ceux qui ont les plus grands changements sur les taux de circulation et sur les taux d'émission et qui sont à proximité d'habitations et des zones dites sensibles. Ce sont ces segments qui ont été retenus pour la modélisation. Les taux d'émission et les résultats de la modélisation en utilisant cette méthode permettent d'évaluer les situations « pire cas ».

2.4 SÉLECTION DES POINTS CHAUDS À MODÉLISER

La sélection des points chauds à modéliser a été effectuée à partir des données de circulation pour chaque segment routier sur le réseau dans la zone d'étude ainsi qu'à partir des taux d'émission correspondants obtenus du MTQ pour l'année de référence 2021 ainsi que la projection pour l'année 2036. Les valeurs ont été extraites du modèle MOTREM13 du MTQ et du modèle Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES) version 2014b-20181203 de l'US-EPA, un modèle utilisé et recommandé par le MTQ. Ces valeurs ont été transférées à WSP dans un fichier shapefile pour manipulation d'un grand nombre de données afin de pouvoir en extraire les entrées requises pour la modélisation. Le détail sur les processus du traitement des données du MTQ est décrit dans la prochaine section du rapport.

Sur la base des données reçues du MTQ, WSP a effectué un traitement de façon à obtenir un taux d'émission par segment routier (peu importe la direction de la circulation). Ceci permet de combiner les taux d'émission avant leur entrée dans le modèle de dispersion, puisque les impacts sur la qualité de l'air seront additionnels, et la configuration du modèle, de sorte à inclure la circulation dans les deux sens sur le système routier. WSP effectue un calcul du pourcentage d'augmentation d'émissions entre le scénario actuel (2021) et les scénarios avec et sans projet pour 2036. Tous les segments avec des changements importants ont été soumis à une deuxième analyse afin d'évaluer le taux d'émission lui-même, sa proximité au pont et à des récepteurs. Ceci a permis de cibler cinq segments de route qui ont été retenus comme points chauds pour la modélisation.

Selon la méthode « hot spot », cinq segments de routes ayant le plus d'impacts sont choisis pour une évaluation plus approfondie par modélisation. Chacun des segments représente les émissions de circulation dans les deux directions et correspond à une source volumique linéaire dans le modèle de dispersion AERMOD. Les sources linéaires ont été nommées Pont 1 (à partir du milieu du pont où les taux d'émission augmentent), Pont 2 (sortie du pont vers la rue Senneville), Route 1 (première section de la rue Senneville du pont vers le sud), Route 2 (deuxième section de la rue Senneville) et Route 3 (troisième section de la rue Senneville) comme indiqué à la figure 2-1. Tel que discuté auparavant, trois scénarios ont été modélisés. Le premier est l'état actuel comme référence, le second qui correspond à l'état en 2036 sans reconstruction du pont et le dernier illustrant l'état en 2036 avec reconstruction du pont. Ces segments et leurs identifications proviennent des informations fournies par le MTQ.

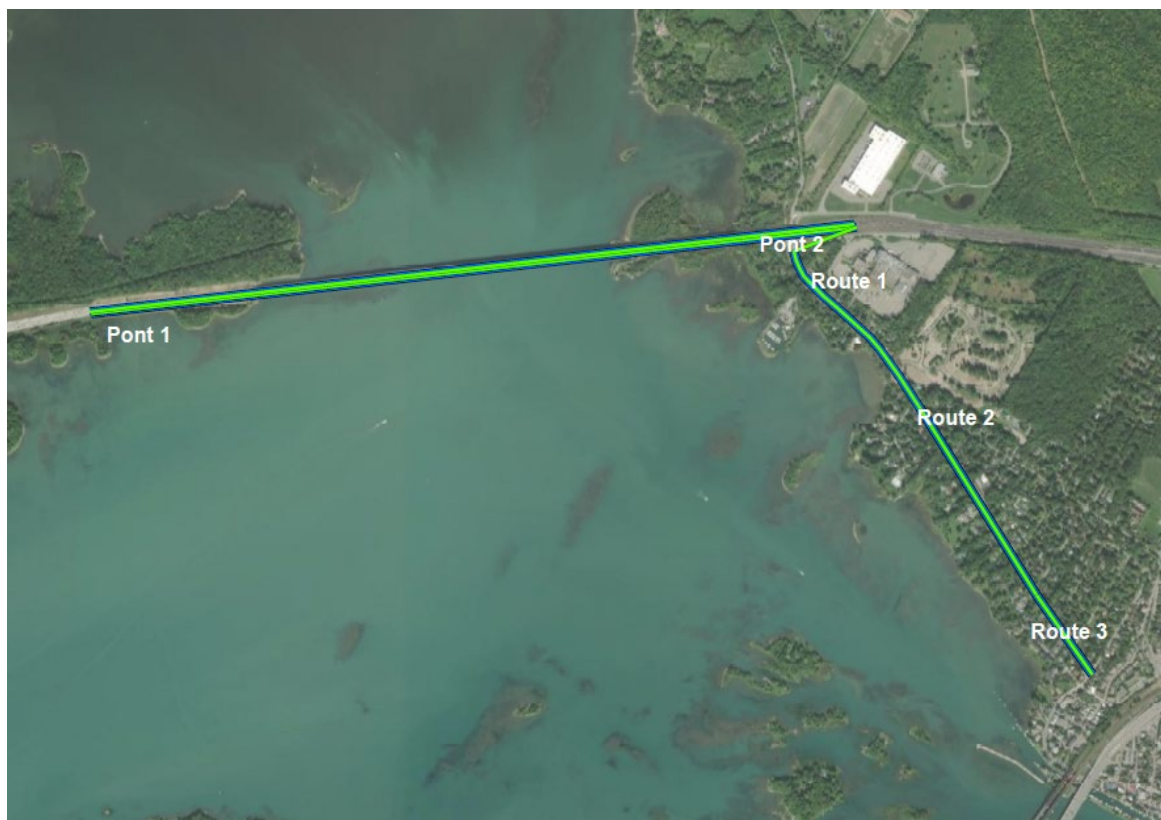


Figure 2-1 Position des différentes sources pour 2021 et 2036

Les taux d'émission ont été fournis par le MTQ. Les tableaux suivants donnent les taux d'émission pour les différents segments et pour les trois scénarios. Les taux d'émission maximaux ont été choisis afin d'être le plus conservateur possible.

Tableau 2-1 Taux d'émission pour le scénario de référence de 2021

| Source volumique linéaire | Identification du segment (ID des liens du MTQ) | PM _{2,5} | CO | NO ₂ | SO ₂ |
|---------------------------|--|-------------------|----------|-----------------|-----------------|
| | | g/s | | | |
| Pont 1 et Pont 2 | 32014-33010, 33004-32005 | 1,11E-01 | 14,00 | 2,53E-01 | 1,91E-02 |
| Route 1 | 33155-33352, 33352-33155 | 6,14E-05 | 7,00E-03 | 2,86E-05 | 7,22E-06 |
| Route 2 | 33352-33156, 33156-33352 | 6,67E-05 | 7,61E-03 | 3,11E-05 | 7,78E-06 |
| Route 3 | 33150-33156, 33156-33150 | 7,28E-05 | 5,03E-03 | 2,11E-05 | 4,44E-06 |

Tableau 2-2 Taux d'émission pour le scénario sans reconstruction de 2036

| Source volumique linéaire | Identification du segment (ID des liens du MTQ) | PM _{2,5} | CO | NO ₂ | SO ₂ |
|---------------------------|--|-------------------|----------|-----------------|-----------------|
| | | g/s | | | |
| Pont 1 | 32014-33245, 33004-32005 | 8,69E-02 | 5,11 | 1,83E-01 | 1,27E-02 |
| Pont 2 | 33245-33010, 33004-32005 | 1,19E-02 | 6,98E-01 | 2,50E-02 | 1,73E-03 |
| Route 1 | 33155-33352, 33352-33155 | 1,49E-04 | 7,01E-03 | 2,53E-05 | 1,17E-05 |
| Route 2 | 33352-33156, 33156-33352 | 1,62E-04 | 7,62E-03 | 2,75E-05 | 1,28E-05 |
| Route 3 | 33150-33156, 33156-33150 | 1,71E-04 | 4,65E-03 | 1,72E-05 | 7,22E-06 |

Tableau 2-3 Taux d'émission pour le scénario avec reconstruction de 2036

| Source volumique linéaire | Identification du segment (ID des liens du MTQ) | PM _{2,5} | CO | NO ₂ | SO ₂ |
|---------------------------|--|-------------------|----------|-----------------|-----------------|
| | | g/s | | | |
| Pont 1 | 32014-33245, 33004-32005 | 8,74E-02 | 5,18 | 1,86E-01 | 1,30E-02 |
| Pont 2 | 33245-33010, 33004-32005 | 1,08E-02 | 6,48E-01 | 2,40E-02 | 1,48E-03 |
| Route 1 | 33155-33352, 33352-33155 | 1,48E-04 | 7,01E-03 | 2,53E-05 | 1,17E-05 |
| Route 2 | 33352-33156, 33156-33352 | 1,61E-04 | 7,62E-03 | 2,75E-05 | 1,28E-05 |
| Route 3 | 33150-33156, 33156-33150 | 1,71E-04 | 4,65E-03 | 1,72E-05 | 7,22E-06 |

2.5 TAUX D'ÉMISSION

Pour chacun des scénarios, l'évaluation des taux d'émission est basée sur les débits journaliers moyens annuels (DJMA). Les DJMA de tous les véhicules et tous les tronçons de routes sont également illustrés à la figure 2-2 et à la figure 2-4. Les valeurs chiffrées présentées sont les DJMA pour le scénario présenté.



Figure 2-2 Débits journaliers moyens annuels pour 2021



Figure 2-3 Débits journaliers moyens annuels pour 2036 sans reconstruction



Figure 2-4 Débits journaliers moyens annuels pour 2036 avec reconstruction

Les émissions produites par les véhicules routiers ont été estimées à l'aide du modèle MOTO Vehicle Emission Simulator (MOVES) version 2014b-20181203 de l'US-EPA, un modèle utilisé et recommandé par le MTQ. Le modèle permet notamment d'estimer les gaz d'échappement, les émissions du carter du moteur (*crankcase*) ainsi que les émissions causées par l'usure des freins et des pneus.

Le MTQ a exécuté le modèle MOVES en choisissant le comté de Hennepin au Minnesota comme la région représentative par défaut dans le modèle, car il est comparable en termes de populations et de comportements à la région entourant le pont de l'Île-aux-Tourtes. Les véhicules à essence et au diesel ont été considérés pour l'ensemble des véhicules. La formulation par défaut fournie par MOVES a également été utilisée, et la pression de vapeur de Reid (RVP) a été mise à jour à 7,7 psi pour refléter les conditions en été. Les données météorologiques par défaut ont été remplacées par les moyennes d'Environnement Canada de 1990 à 2014. Toutes les portées de vitesses ont été utilisées pour les classes de véhicules et les types de carburants ainsi que les types de routes, 2 (rurale limitée), 3 (rurale non limitée), 4 (urbaine limitée) et 5 (urbaine non limitée), pour différents segments. Les programmes d'inspection et maintenance (I/M) donnés par défaut sont utilisés.

MOVES a été configuré à l'échelle projet et le mode « taux » a été utilisé. Les taux d'émission ont été obtenus directement du MTQ. Le tableau suivant présente les taux d'émission totaux pour le secteur du projet fournis par le MTQ. Les taux d'émission sont présentés pour les contaminants en kg/jour.

Tableau 2-4 Taux d'émission totaux pour le secteur du projet

| Scénario | CO (kg/j) | NO ₂ (kg/j) | SO ₂ (kg/j) | PM _{2,5} ¹ (kg/j) |
|--------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|--|
| 2021 | 3.33E+03 | 7.83E+01 | 4.25E+00 | 1.02E+01 |
| 2036 sans reconstruction | 1.60E+03 | 6.43E+01 | 3.40E+00 | 6.19E+00 |
| 2036 avec reconstruction | 1.60E+03 | 6.40E+01 | 3.38E+00 | 6.16E+00 |

Note 1: Les valeurs de PM_{2,5} présentes n'incluent pas les émissions de la remise en suspension.

Les facteurs d'émission ainsi calculés sont de 10,2 kg/j en 2021 et 6,2 kg/j en 2036 (sans et avec la construction) pour les PM_{2,5} pour tout le projet dans la zone étudiée. Les émissions de PM_{2,5} ont été calculées dans MOVES. Finalement, suivant le modèle MOVES, les émissions de particules ne varient pas en fonction des conditions météorologiques et sont donc considérées constantes d'une saison à l'autre.

En outre, les émissions causées par la remise en suspension produite lors du passage des véhicules sur le réseau de routes pavées, ont été estimées à partir des facteurs d'émissions proposés à la section 13.2.1 *Paved Roads* de l'AP-42 (US-EPA, 1995) et sont incluses aux tableaux 2-1 à 2-3 dans la section précédente.

Pour ce faire, des poids moyens de 3,9 tonnes pour 2021 et 3,8 tonnes pour 2036 ont été calculés pour la flotte de véhicules. Le tonnage est légèrement plus bas en 2036 car le pourcentage de voitures présents dans la flotte de véhicules est plus élevé ce qui résulte à un tonnage plus petit parce que les voitures ont un poids moyen plus faible que les camions. De plus, la charge en limon a été déterminée, pour chacun des tronçons, en fonction des DJMA totaux (incluant tous les types de véhicules), selon les valeurs recommandées pour les routes publiques au tableau 13.2.1-2 de l'AP-42. Les DJMA totaux ainsi que les charges en limon utilisés pour les calculs sont présentées au tableau suivant.

Tableau 2-5 DJMA totaux et charges en limon

| DJMA | Charges en limon |
|----------------|-------------------------|
| < 500 | 0,6 |
| 500 - 5000 | 0,2 |
| 5 000 - 10 000 | 0,06 |
| > 10 000 | 0,03 |

Les figures 2-2 à 2-4 présentent les volumes de la circulation pour les segments routiers principaux du pont et pour les endroits ciblés par la modélisation. Les différentes couleurs (du vert au rouge) sur les figures indiquent les volumes de circulation en ordre croissant en fonction des catégories en DJMA pour les calculs des émissions de remise en suspensions.

3 PROCÉDURE DE MODÉLISATION

La modélisation de la dispersion atmosphérique vise à évaluer quantitativement et spatialement l'ampleur des rejets polluants dans l'air ambiant émis par les activités routières, au moyen d'un exercice mathématique (modèle numérique). Ainsi, cette modélisation compare les concentrations modélisées aux normes et critères québécois.

Cette section présente les outils et la procédure de modélisation.

3.1 DESCRIPTION DU MODÈLE DE DISPERSION

La Direction du suivi de l'état de l'environnement du MELCC recommande l'utilisation du modèle de dispersion AERMOD (version 19191). Ce programme permet de réaliser des études de niveau 2, telles que requises par le MELCC, lorsque l'une des conditions suivantes est rencontrée :

- Présence de trois sources émettrices ou plus;
- Somme des concentrations simulées et ambiantes (bruit de fond) égale ou supérieure à 80 % de la norme applicable;
- Projet situé dans une région où la topographie est complexe (vallée, en bordure d'un plan d'eau important, etc.);
- Pour un lieu d'enfouissement sanitaire;
- Projet situé dans un parc industriel;
- La source est dans un milieu industriel ou urbain où les niveaux ambiants s'approchent ou risquent de s'approcher des normes ou des critères;
- Lors de l'usage d'huiles usées comme combustible alternatif dans les installations industrielles.

Le programme AERMOD est un modèle gaussien de dispersion permettant de calculer les concentrations de composés gazeux ou de matières particulaires résultant des émissions de sources ponctuelles, surfaciques ou volumiques en milieu urbain ou rural. Le programme comporte les caractéristiques suivantes :

- Utilisation de données météorologiques horaires;
- Création de profils de température, de vent et de turbulence afin de déterminer une hauteur de mélange mécanique et convective;
- Fonction de distribution des probabilités s'adaptant aux conditions de stabilité de l'atmosphère (gaussienne ou non);
- Intégration de caractéristiques de surface du terrain telles que la rugosité, l'albédo et le ratio de Bowen;
- Grille flexible des récepteurs;
- Incorporation de termes d'ajustement permettant de tenir compte des propriétés physico-chimiques pouvant affecter le comportement de certains composés.

Le programme utilise des données météorologiques horaires afin d'estimer les concentrations de particules ou les substances gazeuses dans l'air ambiant à différents points de calcul pour différentes périodes (ex., horaire, 8 heures, 24 heures, annuelle, etc.).

Le logiciel utilisé est AERMOD View 9.9.0, développé par Lakes Environmental. Il possède une interface graphique permettant aisément de paramétrer le modèle (AERMOD version 19191).

3.2 PARAMÉTRAGE DU MODÈLE

3.2.1 DOMAINE DE MODÉLISATION

Le domaine de modélisation détermine les limites géographiques de la modélisation de la dispersion atmosphérique.

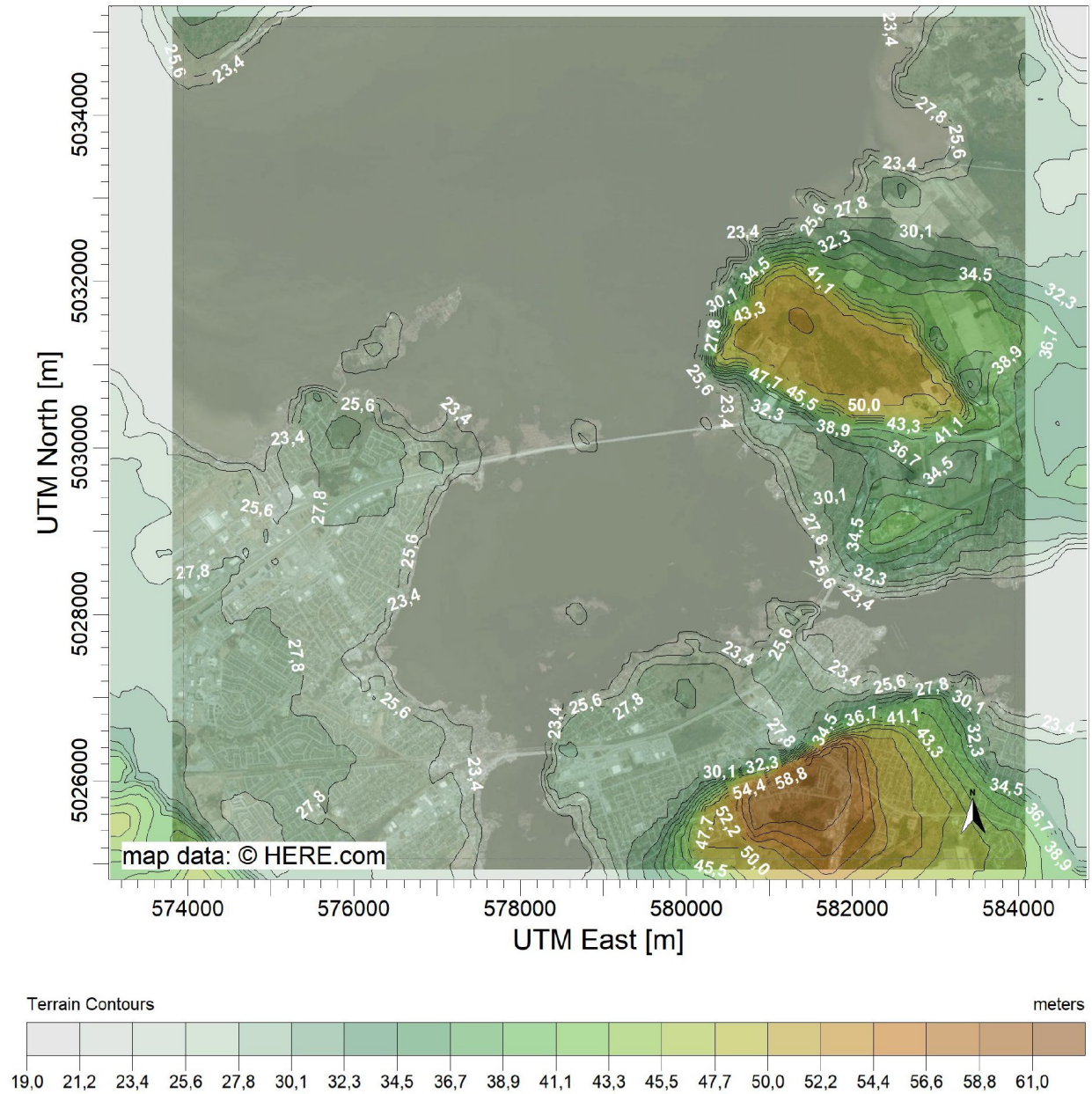
Dans le cadre de la présente étude, le domaine de modélisation est situé dans la zone UTM 18 de l'hémisphère nord et s'étend de part et d'autre du pont de l'Île-aux-Tourtes sur une distance de 10 km sur 10 km. Le coin sud-ouest du domaine est situé au point X = 579 353 mE; Y = 5 030 047 mN dans la projection Mercator (UTM) avec le Datum de référence NAD83. Il couvre une superficie suffisante afin d'inclure l'ensemble des premières zones d'utilisation du territoire susceptibles d'être exposées aux émissions atmosphériques. Ce domaine est présenté à la carte 1-1.

3.2.2 TOPOGRAPHIE

La carte 3-1 présente la topographie de la zone de modélisation. Puisque la topographie varie de plus de 10 m, celle-ci est dite « accidentée ».

Carte 3-1

Topographie de la zone de modélisation



3.2.3 RÉCEPTEURS

3.2.3.1 GRILLE DES RÉCEPTEURS

La grille des récepteurs est constituée de 3 866 points de calcul (récepteurs) répartis autour des sources en ayant utilisé une grille de type « fenceline ». Les récepteurs ont ensuite été transformés en récepteurs discrets afin d'enlever ceux qui se situaient dans l'eau et d'accélérer le calcul.

La densité de la grille des récepteurs utilisée permet alors de générer suffisamment de valeurs modélisées de manière à obtenir une bonne représentativité des concentrations estimées (répartition spatiale) dans l'air ambiant. La grille des récepteurs (triangles rouges) est présentée à la carte 3-2. Un récepteur sensible représente la plupart du temps une école, un hôpital ou encore une résidence. Le tableau 3-1 donne les informations sur les récepteurs sensibles.

3.2.3.2 RÉCEPTEURS SUR LA LIMITE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES

Afin de satisfaire aux exigences du guide de modélisation, une séquence de 21 récepteurs ponctuels formant les limites des routes a été placée et est incluse dans le domaine de modélisation.

3.2.3.3 RÉCEPTEURS SENSIBLES

La présence de certains milieux sensibles dans le domaine de modélisation implique l'ajout de récepteurs spécifiques appelés « récepteurs sensibles spécialisés ». En raison de leur nature, ces milieux sensibles se voient accorder une attention particulière : écoles, garderies, centres de la petite enfance, résidences pour personnes âgées ou encore centres de santé et hospitaliers. À cela s'ajoutent des « récepteurs sensibles résidentiels » représentant plus particulièrement les résidences habitées les plus près du site.

Dix-sept récepteurs sensibles ont été identifiés dans cette étude. Les descriptions et coordonnées de l'ensemble des récepteurs sensibles sont présentées au tableau 3-1. Ces récepteurs sont également représentés à la carte 3-3 parmi les triangles rouges. À noter qu'aucun récepteur sensible n'est situé à l'intérieur de la limite d'application des normes et critères.

Tableau 3-1 Récepteurs sensibles

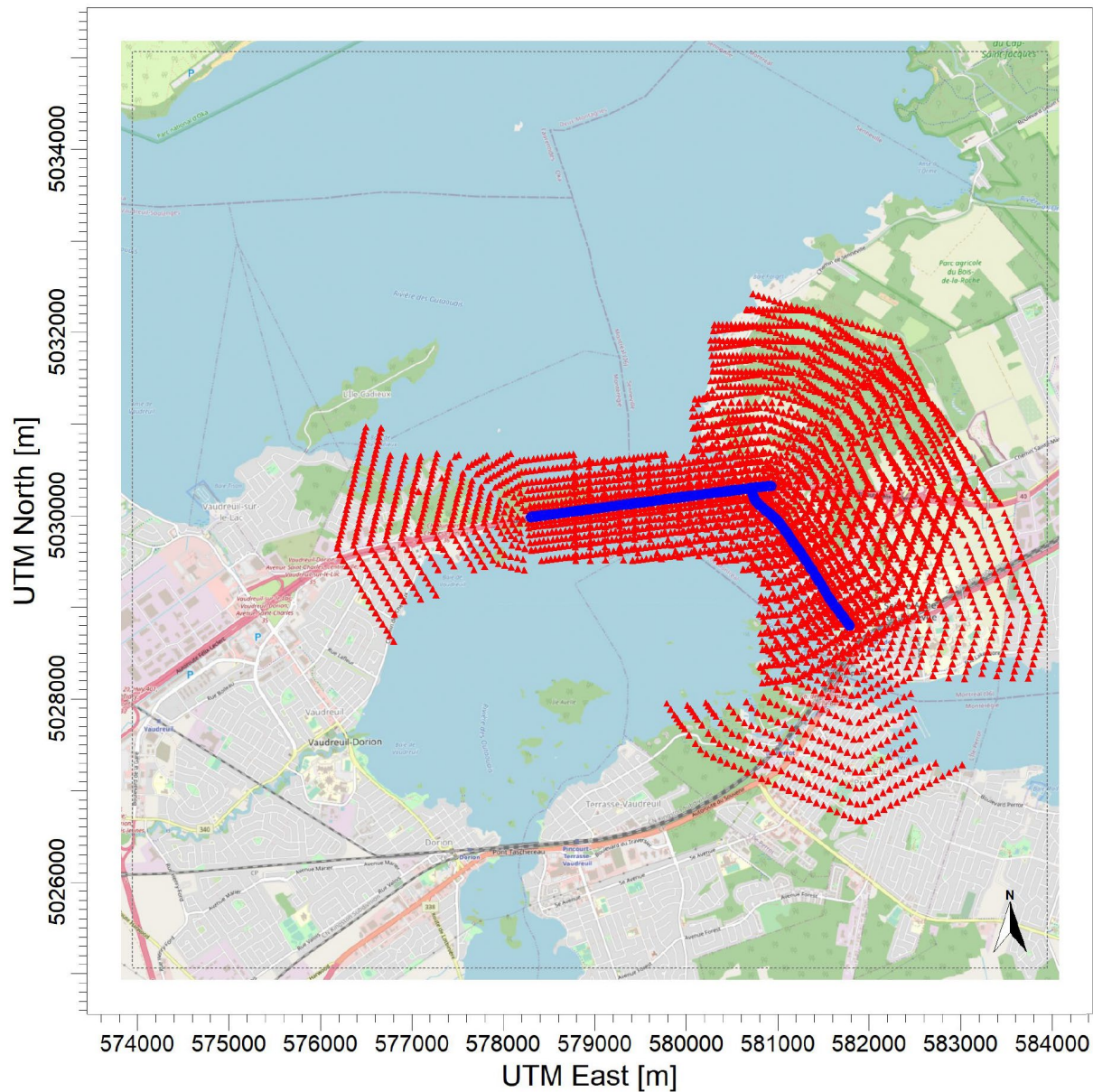
| No | Nom | Coordonnées UTM | | Distance du pont (km) | Orientation | Élévation (m) |
|----|----------------------------------|-----------------|-----------|-----------------------|-------------|---------------|
| | | X (m) | Y (m) | | | |
| 1 | Hôtel | 577 297 | 5 029 652 | 2,47 | O | 24 |
| 2 | École secondaire | 582 090 | 5 029 374 | 2,51 | SE | 33 |
| 3 | Club de voile | 580 649 | 5 029 945 | 0,97 | E | 23 |
| 4 | ALBI, concessionnaire automobile | 576 782 | 5 029 545 | 3,00 | O | 27 |
| 5 | Résidence privée 1 | 580 643 | 5 030 493 | 0,99 | NE | 26 |
| 6 | Résidence privée 2 | 580 686 | 5 030 164 | 1,08 | E | 25 |
| 7 | Résidence privée 3 | 580 778 | 5 030 156 | 0,97 | E | 27 |
| 8 | Résidence privée 4 | 580 420 | 5 030 757 | 0,93 | NE | 29 |

| No | Nom | Coordonnées UTM | | Distance du pont (km) | Orientation | Élévation (m) |
|----|---------------------|-----------------|-----------|-----------------------|-------------|---------------|
| | | X (m) | Y (m) | | | |
| 9 | Résidence privée 5 | 577 013 | 5 029 503 | 2,78 | SO | 25 |
| 10 | Résidence privée 6 | 577 067 | 5 029 862 | 2,66 | O | 28 |
| 11 | Résidence privée 7 | 581 981 | 5 029 992 | 2,28 | E | 33 |
| 12 | Résidence privée 8 | 581 278 | 5 029 703 | 1,63 | SE | 27 |
| 13 | Résidence privée 9 | 580 831 | 5 030 986 | 1,40 | NE | 49 |
| 14 | Résidence privée 10 | 577 330 | 5 030 411 | 2,39 | NO | 24 |
| 15 | Résidence privée 11 | 577 072 | 5 030 262 | 2,64 | NO | 23 |
| 16 | Résidence privée 12 | 576 947 | 5 029 265 | 2,91 | SO | 24 |
| 17 | Résidence privée 13 | 583 177 | 5 030 275 | 3,84 | E | 40 |

Le nombre total de récepteurs s'élève donc à 3 904 récepteurs.

Carte 3-2

Récepteurs et récepteurs sensibles



Carte 3-3 Position des récepteurs sensibles



3.2.4 PRÉPARATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

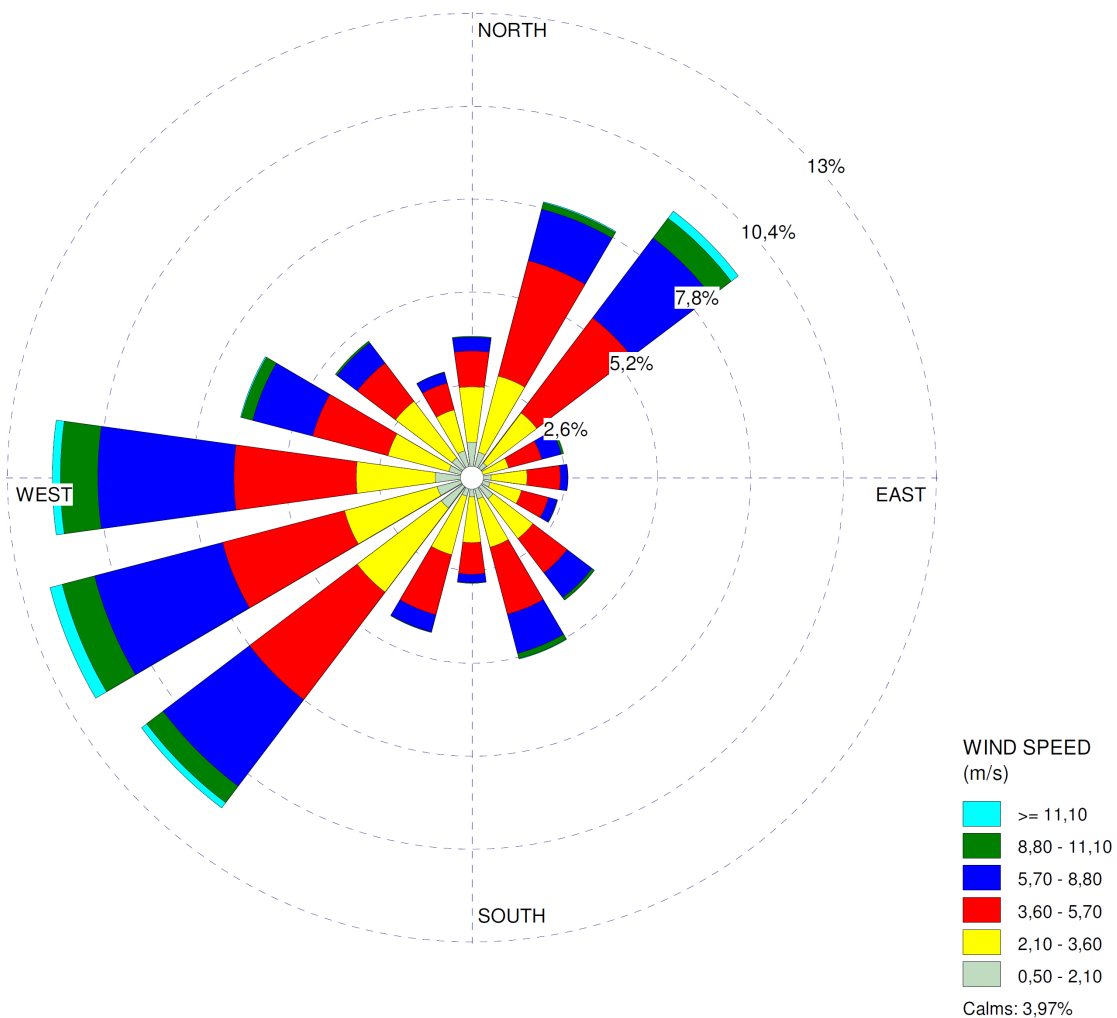
Conformément aux exigences du guide du MELCC dans le cadre d'une modélisation de la dispersion atmosphérique de niveau 2, un échantillon météorologique couvrant cinq années et représentatif de la région a été considéré.

La station météorologique représentative la plus proche du site est située à l'aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau de Montréal, à environ 18,9 km à l'est du pont. Le jeu de données directement fourni par le MELCC a été utilisé pour cette station. Ce jeu de données couvre les années 2008 à 2012. Les caractéristiques de la station sont indiquées au tableau 3-2 et la rose des vents est présentée à la figure 3-1.

Tableau 3-2 Données de la station météorologique

| Nom | Coordonnées géographiques (UTM18 NAD83) | | | Élévation (m) | ID climatologique | ID de l'OMM | ID de TC |
|-----------------|--|----------|-----------|------------------|----------------------|----------------|----------|
| | Zone | X (m) | Y (m) | | | | |
| Montréal Intl A | 18 | 597 716 | 5 035 553 | 36 | 7025250 | 71627 | YUL |

Figure 3-1 Rose des vents – Station météorologique de l’aéroport Pierre-Elliott-Trudeau (2008 à 2012)



3.2.5 CARACTÉRISTIQUE DES SOURCES

Les tableaux 3-3 et 3-4 présentent les caractéristiques des sources modélisées pour 2021 et 2036. La hauteur et la dispersion initiale verticale (σ_z) ont été estimées en fonction de la hauteur moyenne des véhicules sur le segment, tandis que la dispersion initiale horizontale (σ_y) a été estimée en fonction de la largeur des routes. Les véhicules types choisis se basent sur le véhicule le plus vendu, à savoir le Ford F-150 avec 2 m de hauteur et 2 m de largeur. La dispersion initiale horizontale a été estimée en fonction de la largeur des routes qui a été considérée de 6 m à 18 m selon les segments. Dans les modélisations, trois mètres additionnels sont ajoutés de chaque côté de la route afin de tenir compte des émissions de poussières qui sont susceptibles de se produire par turbulence.

Une source volumique plus petite engendre des résultats de modélisation plus prudents et donc des sources volumiques plus petites (c'est-à-dire calculées à partir de la moitié de la largeur totale réelle et selon les meilleures pratiques de modélisation atmosphérique du *Memorandum on the Haul Road Workgroup Final Report Submission* (US EPA)) ont été retenues pour la modélisation.

Le tableau 3-3 présente les sources pour 2021 alors que le 3-4 présente celles pour 2036.

Tableau 3-3 Caractéristiques des sources volumiques linéaires pour 2021

| Source | Position centrale (UTM) | | Type de routes | Largeur de routes (m) | Hauteur des véhicules (m) | σ_z (m) | σ_y (m) | Configuration |
|---------------|-------------------------|-----------|-----------------|-----------------------|---------------------------|----------------|----------------|---------------|
| | X | Y | | | | | | |
| Pont 1/Pont 2 | 579 567 | 5 030 155 | 2 x trois voies | 12 à 18 | 2 | 1,58 | 8,37 | Adjacent |
| Route 1 | 580 852 | 5 030 080 | 2 x une voie | 6 | 2 | 1,58 | 5,58 | Adjacent |
| Route 2 | 581 312 | 5 029 489 | 2 x une voie | 6 | 2 | 1,58 | 5,58 | Adjacent |
| Route 3 | 581 705 | 5 028 886 | 2 x une voie | 6 | 2 | 1,58 | 5,58 | Adjacent |

Tableau 3-4 Caractéristiques des sources volumiques linéaires pour 2036

| Source | Position centrale (UTM) | | Type de routes | Largeur de routes (m) | Hauteur des véhicules (m) | σ_z (m) | σ_y (m) | Configuration |
|---------|-------------------------|-----------|-----------------|-----------------------|---------------------------|----------------|----------------|---------------|
| | X | Y | | | | | | |
| Pont 1 | 579 567 | 5 030 155 | 2 x trois voies | 12 à 18 | 2 | 1,58 | 8,37 | Adjacent |
| Pont 2 | 580 808 | 5 030 305 | 2 x trois voies | 12 à 18 | 2 | 1,58 | 8,37 | Adjacent |
| Route 1 | 580 852 | 5 030 080 | 2 x une voie | 6 | 2 | 1,58 | 5,58 | Adjacent |
| Route 2 | 581 312 | 5 029 489 | 2 x une voie | 6 | 2 | 1,58 | 5,58 | Adjacent |
| Route 3 | 581 705 | 5 028 886 | 2 x une voie | 6 | 2 | 1,58 | 5,58 | Adjacent |

3.2.6 CONFIGURATION D'AERMOD

Afin de se conformer aux exigences du guide de modélisation du MELCC, toutes les options par défaut du modèle AERMOD ont été employées. Par conséquent, le mode « RURAL » a été utilisé dans la modélisation puisque celui-ci est défini par défaut.

4 RÉSULTATS ET ANALYSE

Les sections qui suivent présentent les résultats obtenus de la modélisation réalisée sur des scénarios retenus. Les concentrations de contaminants évaluées dans l'atmosphère sont additionnées aux concentrations initiales actuelles applicables dans le secteur et elles sont comparées aux normes et critères en vigueur du MELCC.

Il est important de prendre note que les concentrations présentées ne représentent pas des concentrations réelles mesurées, mais plutôt des concentrations obtenues par la simulation des activités planifiées à l'aide d'un modèle numérique.

Les résultats pour les scénarios considérés sont présentés aux tableaux 4-1, 4-2 et 4-3. Les résultats aux récepteurs sensibles sont indiqués au tableau 4-4. La concentration modélisée dans le domaine d'application des normes et critères représente le premier maximum, c'est-à-dire la première valeur la plus élevée donnée par AERMOD.

Tableau 4-1 Concentrations des contaminants pour le scénario de référence - 2021

| Substance | Description de la norme ou du critère | | | | | | Concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³) | Concentration totale modélisée² (µg/m³) | Contribution du projet³ (%) | Pourcentage de la valeur limite⁴ (%) |
|-------------------|---------------------------------------|---------|---------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|---|---|-----------------------------|--------------------------------------|
| | N° de CAS | Période | Type de seuil | Statistique | Valeur limite (µg/m³) | Concentration initiale¹ (µg/m³) | | | | |
| PM _{2,5} | - | 24 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 30 | 18,9 | 20,55 | 39,45 | 52,09 | 131,5 |
| CO | 630-08-0 | 1 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 34 000 | 2 650 | 11 062,51 | 13 712,51 | 80,67 | 40,3 |
| CO | 630-08-0 | 8 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 12 700 | 1 750 | 5 331,33 | 7 081,33 | 75,29 | 55,8 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 414 | 40 | 199,92 | 239,92 | 83,33 | 58,0 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 24 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 207 | 30 | 46,85 | 76,85 | 60,96 | 37,1 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 an | Norme | 1 ^{er} Max. | 103 | 15 | 9,34 | 24,34 | 38,37 | 23,6 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 4 min | Norme | 1 ^{er} Max. | 1 050 | 150 | 28,81 | 178,81 | 16,11 | 17,0 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 24 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 288 | 50 | 3,54 | 53,54 | 6,61 | 18,6 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 1 an | Norme | 1 ^{er} Max. | 52 | 20 | 0,71 | 20,71 | 3,40 | 39,8 |

- Notes :
- 1 Concentrations initiales telles que présentées à la section 1.4.3.
 - 2 La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
 - 3 La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
 - 4 Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

Vu les valeurs obtenues par la modélisation qui respectent les normes et critères québécois, les concentrations aux récepteurs sensibles seront également en-dessous des normes et critères à l'exception des particules PM_{2,5}. **Il est important de noter que les concentrations initiales présentées dans l'étude incluent déjà les concentrations attribuées au réseau routier ce qui se traduit par un certain double-comptage et donc les résultats présentés sont prudents.**

Tableau 4-2 Concentrations des contaminants pour le scénario sans reconstruction - 2036

| Substance | Description de la norme ou du critère | | | | | | Concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³) | Concentration totale modélisée² (µg/m³) | Contribution du projet³ (%) | Pourcentage de la valeur limite⁴ (%) |
|-------------------|---------------------------------------|---------|---------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|---|---|-----------------------------|--------------------------------------|
| | N° de CAS | Période | Type de seuil | Statistique | Valeur limite (µg/m³) | Concentration initiale¹ (µg/m³) | | | | |
| PM _{2,5} | - | 24 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 30 | 18,9 | 17,80 | 36,70 | 48,50 | 122,3 |
| CO | 630-08-0 | 1 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 34 000 | 2 650 | 4 725,89 | 7 375,89 | 64,07 | 21,7 |
| CO | 630-08-0 | 8 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 12 700 | 1 750 | 2 322,28 | 4 072,28 | 57,03 | 32,1 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 414 | 40 | 169,25 | 209,25 | 80,88 | 50,5 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 24 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 207 | 30 | 37,47 | 67,47 | 55,53 | 32,6 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 an | Norme | 1 ^{er} Max. | 103 | 15 | 7,50 | 22,50 | 33,33 | 21,8 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 4 min | Norme | 1 ^{er} Max. | 1 050 | 150 | 22,39 | 172,39 | 12,99 | 16,4 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 24 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 288 | 50 | 2,60 | 52,60 | 4,94 | 18,3 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 1 an | Norme | 1 ^{er} Max. | 52 | 20 | 0,52 | 20,52 | 2,53 | 39,5 |

- Notes :
- 1 Concentrations initiales telles que présentées à la section 1.4.3.
 - 2 La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
 - 3 La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
 - 4 Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

Vu les valeurs obtenues par la modélisation qui respectent les normes et critères québécois, les concentrations aux récepteurs sensibles seront également en-dessous des normes et critères à l'exception des particules PM_{2,5}. **Il est important de noter que les concentrations initiales présentées dans l'étude incluent déjà les concentrations attribuées au réseau routier ce qui se traduit par un certain double-comptage et donc les résultats présentés sont prudents.**

Tableau 4-3 Concentrations des contaminants pour le scénario avec reconstruction - 2036

| Substance | Description de la norme ou du critère | | | | | | Concentration maximale modélisée dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³) | Concentration totale modélisée² (µg/m³) | Contribution du projet³ (%) | Pourcentage de la valeur limite⁴ (%) |
|-------------------|---------------------------------------|---------|---------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|---|---|-----------------------------|--------------------------------------|
| | N° de CAS | Période | Type de seuil | Statistique | Valeur limite (µg/m³) | Concentration initiale¹ (µg/m³) | | | | |
| PM _{2,5} | - | 24 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 30 | 18,9 | 17,85 | 36,75 | 48,58 | 122,5 |
| CO | 630-08-0 | 1 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 34 000 | 2 650 | 4 670,70 | 7 320,70 | 63,80 | 21,5 |
| CO | 630-08-0 | 8 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 12 700 | 1 750 | 2 187,56 | 3 937,56 | 55,56 | 31,0 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 414 | 40 | 167,71 | 207,71 | 80,74 | 50,2 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 24 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 207 | 30 | 38,03 | 68,03 | 55,90 | 32,9 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 an | Norme | 1 ^{er} Max. | 103 | 15 | 7,46 | 22,46 | 33,21 | 21,8 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 4 min | Norme | 1 ^{er} Max. | 1 050 | 150 | 22,37 | 172,37 | 12,98 | 16,4 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 24 h | Norme | 1 ^{er} Max. | 288 | 50 | 2,65 | 52,65 | 5,03 | 18,3 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 1 an | Norme | 1 ^{er} Max. | 52 | 20 | 0,52 | 20,52 | 2,53 | 39,5 |

- Notes :
- 1 Concentrations initiales telles que présentées à la section 1.4.3.
 - 2 La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
 - 3 La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
 - 4 Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

Vu les valeurs obtenues par la modélisation qui respectent les normes et critères québécois, les concentrations aux récepteurs sensibles seront également en-dessous des normes et critères à l'exception des particules PM_{2,5}. **Il est important de noter que les concentrations initiales présentées dans l'étude incluent déjà les concentrations attribuées au réseau routier ce qui se traduit par un certain double-comptage et donc les résultats présentés sont prudents.**

Tableau 4-4 Concentrations aux récepteurs sensible pour les PM_{2.5}

| No | Nom | Concentration modélisée ¹ µg/m ³ | | | |
|----|---------------------|---|----------------|----------------|-------|
| | | 2021 | 2036 sans rec. | 2036 avec rec. | Norme |
| 1 | Hôtel | 19,64 | 19,54 | 19,54 | 30 |
| 2 | École secondaire | 19,51 | 19,46 | 19,45 | 30 |
| 3 | Club de voile | 21,78 | 21,69 | 21,59 | 30 |
| 4 | ALBI | 19,48 | 19,41 | 19,40 | 30 |
| 5 | Résidence privée 1 | 23,08 | 22,57 | 22,58 | 30 |
| 6 | Résidence privée 2 | 25,10 | 25,00 | 24,74 | 30 |
| 7 | Résidence privée 3 | 22,34 | 22,17 | 22,09 | 30 |
| 8 | Résidence privée 4 | 21,16 | 20,85 | 20,86 | 30 |
| 9 | Résidence privée 5 | 19,52 | 19,44 | 19,44 | 30 |
| 10 | Résidence privée 6 | 20,07 | 19,92 | 19,92 | 30 |
| 11 | Résidence privée 7 | 19,79 | 19,71 | 19,70 | 30 |
| 12 | Résidence privée 8 | 20,08 | 20,08 | 20,02 | 30 |
| 13 | Résidence privée 9 | 19,63 | 19,58 | 19,57 | 30 |
| 14 | Résidence privée 10 | 19,58 | 19,50 | 19,50 | 30 |
| 15 | Résidence privée 11 | 19,70 | 19,59 | 19,60 | 30 |
| 16 | Résidence privée 12 | 19,35 | 19,29 | 19,29 | 30 |
| 17 | Résidence privée 13 | 19,84 | 19,75 | 19,74 | 30 |

Note : ¹ La concentration modélisée est la somme de la concentration modélisée au récepteur sensible et de la concentration initiale.

Il n'y a aucun dépassement des normes et critères de la qualité de l'atmosphère pour tous les contaminants et les trois scénarios à l'exception d'un léger dépassement pour tous les scénarios des particules PM_{2.5} localisés où les impacts les plus importants sont anticipés, soit à une distance de moins de 150 m (Karner et coll., 2010). Ceci indique que les effets des émissions de la circulation dans le secteur du projet peuvent être considérés négligeables puisque les normes et critères sont respectés aux récepteurs sensibles.

Le tableau suivant présente les résultats des trois scénarios pour le projet. Les valeurs en gras sont les valeurs les plus élevées entre les scénarios futurs avec et sans projet.

Tableau 4-5 Concentrations totales modélisées pour les trois scénarios

| Substance | Description de la norme ou du critère | | Scénario de référence – 2021 Concentration totale modélisée ¹ (µg/m³) | Scénario avec reconstruction – 2036 Concentration totale modélisée ¹ (µg/m³) | Scénario sans reconstruction – 2036 Concentration totale modélisée ¹ (µg/m³) |
|-------------------|---------------------------------------|---------|--|---|---|
| | N° de CAS | Période | | | |
| PM _{2,5} | - | 24 h | 39,45 | 36,75 | 36,70 |
| CO | 630-08-0 | 1 h | 13 712,51 | 7 320,70 | 7 375,89 |
| CO | 630-08-0 | 8 h | 7 081,33 | 3 937,56 | 4 072,28 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 h | 239,92 | 207,71 | 209,25 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 24 h | 76,85 | 68,03 | 67,47 |
| NO ₂ | 10102-44-0 | 1 an | 24,34 | 22,46 | 22,50 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 4 min | 178,81 | 172,37 | 172,39 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 24 h | 53,54 | 52,65 | 52,60 |
| SO ₂ | 7446-09-05 | 1 an | 20,71 | 20,52 | 20,52 |

Note : ¹ La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

Le tableau ci-dessus montre que si l'on compare les concentrations modélisées actuelles et futures, on constate une diminution des émissions qui peut s'expliquer par un changement dans la composition de la flotte de véhicules et l'introduction de véhicules plus écologiques et plus efficaces. Les résultats présentés devraient être considérés avec prudence car aucun véhicule électrique ou au gaz naturel comprimé/renouvelable (GNC ou RNG) n'a été inclus dans le parc de véhicules évalué par défaut.

La comparaison des scénarios avec et sans reconstruction montre une très faible réduction d'environ 1 % des émissions atmosphériques en taux d'émission en kg par jour tel que présenté précédemment au tableau 2-4 pour la reconstruction de la zone d'étude et une légère différence de < 0.1 % à environ 3 % dans les résultats présentés au tableau 4-5. Pour fin d'évaluation d'impacts et considérant l'incertitude associée aux nombreux modèles mathématiques qui ont servi à évaluer les impacts sur la qualité de l'air et aux limitations des données d'entrées, les résultats avec et sans projet devraient être considérés équivalents.

5 CONSERVATISME ET LIMITATION

5.1 CONSERVATISME DE L'APPROCHE

La modélisation de la dispersion atmosphérique réalisée dans le cadre du présent projet a pour objectif d'évaluer les concentrations potentielles maximales dans l'air ambiant et d'évaluer les impacts entre la situation actuelle et la situation future avec et sans le projet de reconstruction en utilisant l'approche de modélisation des points chauds et de comparer les résultats aux normes et critères québécois. Il s'agit d'une approche conservatrice puisque les points chauds ont été choisis pour les segments où il y aura une augmentation des taux d'émission entre 2021 et 2036, et donc les impacts potentiels négatifs les plus importants. Par conséquent, des « scénarios pires cas » sont modélisés. Les concentrations initiales utilisées dans l'évaluation des impacts incluent les concentrations attribuées au réseau routier ce qui se traduit par un certain double-comptage et ajoute un aspect de conservatisme additionnel à l'étude.

5.2 INCERTITUDES ET LIMITATION DU MODÈLE

5.2.1 VARIATIONS SPATIALE ET TEMPORELLE DU SCÉNARIO

Les scénarios de modélisation considérés sont des scénarios statiques, c'est-à-dire que les sources d'émissions ont les mêmes positions au cours de l'année. Or, les scénarios réels d'opération sont beaucoup plus complexes et variables que les scénarios de modélisation.

La variabilité fine de la circulation et de la flotte de véhicules qui emprunte le pont par exemple d'une heure à l'autre ou d'une journée à l'autre ne peut pas être prise en compte et des scénarios de routage moyens sont ainsi considérés. En ce qui concerne la circulation, les taux de horaires maximums obtenus ont été modélisés mais ceux-ci ont été développés à partir d'hypothèses telles que le sondage d'Origine et Destination et les prévisions des DJMA. La circulation réelle est beaucoup plus variable, notamment en fonction de l'achalandage sur le pont pendant les heures de pointes. D'autres travaux sur les différents segments empruntés, par exemple, peuvent également apporter un déplacement imprévisible des sources d'émissions.

5.2.2 CIRCULATION

Les scénarios de circulation sont notamment basés sur une prévision des DJMA futurs, avant et après projet. Ces estimations, à la base même de la modélisation, présentent une certaine incertitude. D'autre part, des hypothèses ont été effectuées quant à la charge en limon sur les différents tronçons de routes pavées ainsi que sur le poids moyen des camions. La variabilité saisonnière dans les données n'a pas été considérée dans la cadre de cette étude.

5.2.3 MODÈLE MÉTÉOROLOGIQUE ET MODÈLE DE DISPERSION

Les modèles de dispersion sont conçus pour représenter le plus fidèlement possible la réalité, tout en restant conservateurs. Or, ceux-ci sont des modèles mathématiques avec leurs limites, considérant un ensemble fini de paramètres. Ces modèles seront donc toujours entachés d'une certaine incertitude.

6 CONCLUSION

Dans le cadre de l'étude d'impact environnementale liée au projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes préparée pour le MTQ, l'étude de modélisation a permis de cibler les localisations des impacts les plus importants afin d'évaluer les impacts des activités routières pendant la phase opérationnelle (circulation) à l'horizon 2021 ainsi qu'à celle de 2036 avec et sans la réalisation du projet.

WSP a donc été mandatée pour mener une étude de modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques des contaminants principaux générés par les activités routières et retenus pour l'étude, soit les $PM_{2.5}$, le CO, le NO_2 et le SO_2 afin d'évaluer les impacts sur la qualité de l'air. L'étude menée par WSP s'appuie sur la méthodologie proposée par le MELCC et le MTQ dans un tel contexte.

Les résultats de la modélisation indiquent que les trois scénarios (2021 de référence, 2036 sans reconstruction, 2036 avec reconstruction) n'entraînent pas de dépassements des normes et critères de la qualité de l'atmosphère pour les différents contaminants modélisés et les trois scénarios, à l'exception d'un léger dépassement pour tous les scénarios des particules $PM_{2.5}$. Cependant, aucun dépassement des normes des $PM_{2.5}$ n'est observé aux récepteurs sensibles pour aucun des scénarios. Avec ou sans le projet de reconstruction, il y aura une faible amélioration de la qualité de l'air actuelle qui n'est pas attribuable au projet mais plutôt aux changements dans la composition de la flotte de véhicules, à l'introduction de véhicules plus écologiques et plus efficaces. Ainsi, les scénarios avec et sans reconstruction du pont devraient être considérés équivalents.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DES TRANSPORTS (MTQ). *Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation*, édition 2019.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DES TRANSPORTS (MTQ). *Guide des normes de charges et dimensions des véhicules routiers*, édition 2013.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2017). *Normes et critères de qualité de l'atmosphère du Québec : Cadre de détermination et d'application*, Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN : 978-2- 550-79483-7 (PDF), 18 p. [En ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm>
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Loi sur la qualité de l'environnement, Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère*. c. Q-2, r. 4.1. 2010.
- KARNER, A.A., D.S. EISINGER et D.A. NIEMEIER, 2010. « *Near-Roadway Air Quality: Synthesizing the Findings from Real-World Data* ». Environmental Science & Technology, vol. 44 no 14. American Chemical Society. DOI 10.1021/es100008x. p. 5334-5344.
- LEDUC, R., 2005. *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*, Québec, ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq no ENV/2005/0072, rapport no QA/49, 38p.
- MELCC, 2018. *Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère, version 6*, Québec, Direction des avis et expertises. ISBN 978-2-550-82698-9. [En ligne]. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm>
- United States Environmental Protection Agency (US EPA), 2012. *Memorandum on the Haul Road Workgroup Final Report Submission*. Office of Air Quality Planning and Standards, US EPA, Research Triangle Park, NC 27711. [En ligne]. https://www3.epa.gov/scram001/reports/Haul_Road_Workgroup-Final_Report_Package-20120302.pdf

ANNEXE

8-2 *PROGRAMME DE COMPENSATION PRÉLIMINAIRE (WSP, 2021)*



MINISTÈRE DES TRANSPORTS

PROJET DE RECONSTRUCTION DU PONT DE L'ÎLE-AUX-TOURTES

VAUDREUIL-DORION, SENNEVILLE ET SAINTE-ANNE-DE-BELLEVUE

DOSSIER MELCC : 3220-02-001

PROPOSITION DE PROJET DE COMPENSATION DE L'HABITAT DU POISSON

RÉF. WSP : 191-11642-00

DATE : FÉVRIER 2021





MINISTÈRE DES TRANSPORTS

**PROJET DE
RECONSTRUCTION DU PONT
DE L'ÎLE-AUX-TOURTES**

**PROPOSITION DE PROJET DE
COMPENSATION DE L'HABITAT
DU POISSON**

RÉF. WSP : 191-11642-00
DATE : FÉVRIER 2021

VERSION FINALE

WSP CANADA INC.
11E ÉTAGE
1600, BOULEVARD RENÉ-LÉVESQUE OUEST
MONTRÉAL (QUÉBEC) H3H 1P9
CANADA

T : +1-514-340-0046
F : +1-514-340-1337

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

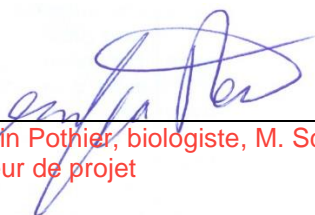


Mathieu St-Germain, biologiste
Chargé de projet

RÉVISÉ PAR



Louis Belzile, biologiste, M. Sc.
Spécialiste - Volet faune aquatique



Ghyslain Pothier, biologiste, M. Sc.
Directeur de projet

Le présent rapport a été préparé par WSP pour le compte du Ministère des Transports du Québec conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de 10 ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

Référence à citer :

WSP, 2021. *Projet de Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes, Proposition de projet de compensation de l'habitat du poisson, Rapport produite pour Ministère des Transports*. Date : Février 2021. 35 pages et annexes.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

| | |
|--|-----------------|
| Biologiste | Sarah Chabot |
| Responsable en planification et suivi de projets | Sarah Côté-René |

WSP CANADA INC.

| | |
|----------------------|---|
| Directeur de projet | Ghyslaine Pothier, biologiste M. Sc. |
| Chargé de projet | Mathieu St-Germain, biologiste |
| Rédaction | Mélanie Lapointe, biologiste M. Sc. Mathieu St-Germain, biologiste |
| Soutien technique | Tommy Larouche, biologiste, M. Sc. |
| Révision | Louis Belzile, biologiste, M. Sc. Ghyslaine Pothier, biologiste M. Sc. |
| Relecture et édition | Ann Rivest |

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCTION..... | 1 |
| 1.1 | Mise en Contexte..... | 1 |
| 1.2 | Localisation de la zone d'étude..... | 2 |
| 1.3 | Habitats du poisson..... | 2 |
| 1.3.1 | Description des habitats du poisson..... | 3 |
| 1.3.2 | Bilan des empiètements prévus..... | 4 |
| 2 | SITES ÉVALUÉS..... | 5 |
| 2.1 | Sites pour la restauration d'habitats dégradés..... | 5 |
| 2.1.1 | Ruisseau Girouard..... | 6 |
| 2.1.2 | Pointe-des-Cascades..... | 9 |
| 2.1.3 | Création d'ouvertures dans les marais émergents d'eau douce trop denses..... | 11 |
| 2.2 | Sites pour la stabilisation de rives en érosion..... | 19 |
| 2.2.1 | Îles de la Paix..... | 19 |
| 2.2.2 | Îles de Contrecoeur..... | 23 |
| 2.3 | Sites pour la création d'habitats artificiels..... | 27 |
| 3 | SÉLECTION DES SITES..... | 29 |
| 4 | CONCLUSION..... | 33 |
| | RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 35 |

TABLEAUX

| | | |
|----------|---|----|
| TABEAU 1 | BILAN DES SUPERFICIES D'EMPIÈTEMENTS DANS LES HABITATS AQUATIQUES DU LAC DES DEUX MONTAGNES (EN M ²)..... | 4 |
| TABEAU 2 | SITES POTENTIELS ÉVALUÉS DANS LE CADRE DES RECHERCHES DE PROJETS DE COMPENSATION POUR L'HABITAT DU POISSON..... | 5 |
| TABEAU 3 | GAINS POTENTIELS EN HABITATS DU POISSON POUR LES SITES DE CANARDS ILLIMITÉS CANADA..... | 19 |
| TABEAU 4 | RÉCAPITULATIF DES PROJETS DE COMPENSATION PROPOSÉS POUR L'ENSEMBLE DES SITES ÉVALUÉS..... | 29 |

FIGURES

| | | |
|-----------|---|----|
| FIGURE 1 | LOCALISATION DU PROJET DU RUISSEAU GIROUARD (N° 122) (ECCC, 2020)..... | 6 |
| FIGURE 2 | PROBLÉMATIQUE DU RUISSEAU GIROUARD (N° 122)..... | 7 |
| FIGURE 3 | PROPOSITION DE PROJET DE RESTAURATION DU RUISSEAU GIROUARD (N° 122)..... | 8 |
| FIGURE 4 | CROQUIS DE L'AMÉNAGEMENT POTENTIEL – CRÉATION D'UNE ZONE INONDABLE LE LONG D'UN FOSSE (ECCC, 2020) | 8 |
| FIGURE 5 | LOCALISATION DU PROJET DE LA POINTE-DES-CASCADES (N° 147) (ECCC, 2020)..... | 9 |
| FIGURE 6 | PROBLÉMATIQUE DU SITE À POINTE-DES-CASCADES (N° 147)..... | 10 |
| FIGURE 7 | PROPOSITION DE PROJET DE RESTAURATION DU SITE À POINTE-DES-CASCADES (N° 147) | 11 |
| FIGURE 8 | CROQUIS DE L'AMÉNAGEMENT POTENTIEL – AMÉNAGEMENT D'UN LIEN ENTRE DEUX PLANS D'EAU ET CANAL DE COMMUNICATION À AMÉNAGER POUR ACCÉDER À UNE ZONE INONDABLE (ECCC, 2020) | 11 |
| FIGURE 9 | LOCALISATION DES 5 SITES DE CIC POTENTIELS POUR LA CRÉATION D'OUVERTURES DANS LES MARAIS ÉMERGENTS D'EAU DOUCE TROP FERMÉS | 12 |
| FIGURE 10 | SITUATION ACTUELLE ET PROJET POTENTIEL DE RESTAURATION D'HABITATS DU SITE DU MARÉCAGE FRASER (N° 402) (ECCC, 2020) | 14 |
| FIGURE 11 | SITUATION ACTUELLE ET PROJET POTENTIEL DE RESTAURATION D'HABITATS DU SITE DU MARÉCAGE MADO (N° 404) (ECCC, 2020)..... | 15 |
| FIGURE 12 | SITUATION ACTUELLE ET PROJET POTENTIEL DE RESTAURATION D'HABITATS DU SITE POINTE LEBLANC (N° 405) (ECCC, 2020) | 16 |
| FIGURE 13 | SITUATION ACTUELLE ET PROJET POTENTIEL DE RESTAURATION | |

| | | |
|-----------|--|----|
| | D'HABITATS DU SITE HAY POINT (N° 406) (ECCC, 2020) | 17 |
| FIGURE 14 | SITUATION ACTUELLE ET PROJET POTENTIEL DE RESTAURATION D'HABITATS DU SITE DU RUISSEAU LE BATEAU (N° 407) (ECCC, 2020) | 18 |
| FIGURE 15 | LOCALISATION DE L'ARCHIPEL DES ÎLES DE LA PAIX | 20 |
| FIGURE 16 | ARCHIPEL DES ÎLES DE LA PAIX – PROBLÉMATIQUE D'ÉROSION ET VÉGÉTATION DERRIÈRE LES TALUS (ECCC, 2020) | 21 |
| FIGURE 17 | CROQUIS D'UN AMÉNAGEMENT POTENTIEL AUX ÎLES DE LA PAIX – STABILISATION DES RIVES (ECCC, 2020) | 22 |
| FIGURE 18 | CROQUIS D'UN AMÉNAGEMENT POTENTIEL AUX ÎLES DE LA PAIX – STABILISATION DES RIVES (WSP, 2018) | 23 |
| FIGURE 19 | LOCALISATION DE L'ARCHIPEL DES ÎLES DE CONTRECŒUR | 24 |
| FIGURE 20 | ARCHIPEL DES ÎLES DE CONTRECŒUR – PROBLÉMATIQUE D'ÉROSION ET VÉGÉTATION DERRIÈRE LES TALUS (ECCC, 2020) | 25 |
| FIGURE 21 | CROQUIS DE L'AMÉNAGEMENT POTENTIEL AUX ÎLES DE CONTRECOEUR – STABILISATION DES RIVES (ÎLE DUVAL) (ECCC, 2020) | 26 |
| FIGURE 22 | CROQUIS DE L'AMÉNAGEMENT POTENTIEL AUX ÎLES DE CONTRECŒUR – STABILISATION DES RIVES (ÎLE SAINTE-OURS) (ECCC, 2020) | 26 |

ANNEXES

| | |
|-----|---|
| A | ANALYSE MULTICRITÈRE DES PISTES DE COMPENSATION – HABITAT DU POISSON |
| A-1 | Principes directeurs et critères |
| A-2 | Critères d'analyse |
| A-3 | Résultats de l'analyse |

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Le pont de l'Île-aux-Tourtes (PIT) est en service depuis un peu plus de 50 ans et a déjà fait l'objet de plusieurs travaux de réfection. Au cours des dernières années, les déficiences observées sur le pont se sont multipliées. L'ouvrage commande aujourd'hui une intervention majeure avec une solution optimale et durable à long terme. L'option qui a été retenue par le ministère des Transports du Québec (MTQ) aux termes de la phase de démarrage (étude d'opportunité – 2014 à 2018) du projet est la reconstruction complète du PIT.

Dans ce contexte, le projet est assujéti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (PÉEIE) du gouvernement du Québec prévue à la section IV de LQE. Plus précisément, le projet comporte des activités et des travaux qui sont implicitement visés par les articles 2 (paragraphe 1^o) et 5 (paragraphe 3^o) de la partie II de l'annexe 1 du *Règlement relatif à l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* de certains projets (chapitre Q-2, r. 23.1), dénommé le RÉEIE. Ces articles assujettissent le projet à une étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) devant être réalisée en vertu des articles 31.1 et suivants de la LQE.

Après l'analyse détaillée des variantes envisagées, deux options de tracé ont été retenues pour l'ÉIE. Ces deux options étudiées sont identifiées comme les concepts *nord* et *mi-nord*.

L'ensemble des travaux prévus dans le cadre du projet de reconstruction du PIT (construction du nouveau pont et déconstruction du pont existant) occasionnera une perturbation de l'habitat du poisson qui inclut des pertes temporaires et des pertes permanentes.

Les aménagements temporaires comprennent :

- jetées de construction (pont et passerelle de Breslay);
- jetées de déconstruction;
- batardeaux pour la déconstruction des piles existantes;
- batardeaux pour la construction des émissaires pluviaux;
- batardeaux pour la construction des culées de la passerelle de Breslay à Vaudreuil-Dorion;
- aires de chantier.

Les aménagements permanents comprennent tant qu'à eux :

- le pont à construire;
- la passerelle de la piste polyvalente à Senneville;
- la passerelle de Breslay à Vaudreuil-Dorion;
- les ouvrages routiers des approches;
- la filière de traitement des eaux de drainage (ex., noue, filière de traitement).

La réalisation du projet de reconstruction du PIT entraînera la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson. Ainsi, en vertu de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (LCMVF - chapitre C-61.1) et de la *Loi sur les Pêches* (L.R.C (1985), les pertes inévitables de superficies d'habitats du poisson devront être compensées.

Au total, les pertes temporaires ou permanentes d'habitats du poisson sont actuellement évaluées à 69 647 m² pour le concept *mi-nord* et à 78 661 m² pour le concept *nord*.

Un plan de compensation pour les pertes d'habitats du poisson doit donc être élaboré. Ces empiètements sont détaillés dans les sections suivantes de ce rapport.

Ainsi, dans le cadre de l'élaboration d'un plan de compensation acceptable par les autorités, il est nécessaire d'établir une liste de sites et d'options qui feront éventuellement l'objet d'une investigation plus poussée. Ce rapport présente donc tout d'abord les sites potentiels évalués, une description sommaire de ceux-ci ainsi qu'une proposition de projet pour chacun d'eux. La présentation des sites potentiels pour la compensation des pertes d'habitats du poisson et les échanges avec les autorités gouvernementales permettront d'identifier le ou les projet(s) à privilégier afin de contrebalancer les empiètements prévus dans l'habitat du poisson, dans le cadre de la reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes. Par la suite, les aménagements proposés, de même que le gain en habitats, le programme de suivi, l'échéancier et l'évaluation des coûts des travaux pourront être détaillés.

1.2 LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le projet de reconstruction du PIT est situé dans les régions administratives de la Montérégie et de Montréal, sur le territoire de la province du Québec. Le PIT fait le lien entre le territoire hors MRC de l'Île de Montréal et la MRC de Vaudreuil-Soulanges. Au niveau des municipalités locales, le PIT se situe en partie sur le territoire de Senneville et en partie sur le territoire de Vaudreuil-Dorion. Ces deux municipalités font partie du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM).

Les coordonnées géographiques en latitude et longitude au centre du PIT sont les suivantes :

- 45° 25' 14,206" N;
- 73° 58' 47,599" O.

Le PIT se situe en partie en milieu naturel et en partie en milieu urbain, avec le lac des Deux Montagnes dans sa partie centrale. La limite *est* du projet est représentée par l'échangeur du boulevard des Anciens-Combattants et la limite *ouest* par le pont de l'Île Thomas¹.

1.3 HABITATS DU POISSON

L'ÉIE présente en détail la description des habitats du poisson présents dans la zone d'étude ainsi que l'analyse des impacts de la réalisation du projet sur ceux-ci. La section qui suit présente un résumé de la description des habitats et des empiètements prévus.

¹ Ce pont n'a pas de désignation officielle, mais le nom de pont de l'Île Thomas étant couramment utilisé localement, cette appellation sera utilisée dans l'ensemble du présent document.

1.3.1 DESCRIPTION DES HABITATS DU POISSON

La zone d'étude renferme une gamme variée d'habitats disponibles pour le poisson.

Des habitats en eau plus profonde (entre 5 et 15 m) et à écoulement lotique laminaire sont présents au droit du pont actuel, alors que des habitats peu profonds (< 5m) à écoulement lentique sont disponibles vis-à-vis les îles aux extrémités *ouest* et *est* de la zone d'étude (Geophysique GPR international inc. 2019 et Groupe DDM, 2020). Selon la caractérisation du substrat réalisée dans la zone d'étude, des sédiments fins composés de sable, de limon et d'argile recouvrent près de 76 % de la zone d'étude (Groupe DDM, 2020).

Des secteurs de matériaux plus grossiers (graviers, cailloux et galets) sont aussi présents en bordure des îles Girwood, Todd et aux Tourtes (Groupe DDM, 2020).

La présence d'herbiers aquatiques submergés et immergés à l'*est* de l'Île Girwood et au *sud-ouest* de l'Île aux Tourtes offre des aires de refuge et d'alimentation pour plusieurs espèces aquatiques (Groupe DDM, 2019). Les herbiers sont aussi des habitats potentiels pour l'alevinage et la reproduction potentielle pour plusieurs espèces de poissons d'eau calme.

Les habitats du poisson ont été classés en fonction de la méthode de classification des habitats de type fluvial du ministère des Pêches et Océans Canada (MPO, 2019) qui distingue 24 types d'habitats aquatiques. Parmi les onze types d'habitats aquatiques répertoriés dans la zone d'étude, les habitats 1, 2, 3 et 4 sont considérés comme sensibles selon la méthode de classification. Ces habitats correspondent à des types de frayères potentielles pour des espèces se reproduisant en eaux calmes (phytolithophile et lithophile en eaux calmes soit par exemple le grand brochet (*Exos lucius*), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*), etc.).

On note que l'habitat aquatique 7 est considéré comme un habitat pouvant offrir des caractéristiques favorables à la reproduction de certaines espèces de poissons, soit les espèces lithophiles en eaux calmes. Son potentiel d'habitat de fraie et de sa sensibilité sont toutefois fonction de ses caractéristiques fines et des habitats disponibles à proximité. En général, l'habitat 7 n'est pas considéré comme sensible dans le tronçon fluvial du fleuve parce que les conditions offertes par celui-ci ne sont pas optimales pour la reproduction des espèces visées. Ainsi, dans la zone d'étude, l'habitat aquatique 3 observé à proximité offre des conditions davantage favorables à la reproduction des espèces lithophiles en eaux calmes et représente donc un habitat plus sensible pour ces espèces. Les habitats associés à des frayères sont tous situés au pourtour de l'Île aux Tourtes et de l'Île Girwood.

En plus du potentiel d'habitats de frayères, les habitats 1, 2 et 4 sont caractérisés par la présence d'herbiers aquatiques pouvant également servir d'abri et nourriture pour différentes espèces de poissons. Les herbiers aquatiques sont principalement localisés en berge et associés à une profondeur d'eau de moins de 2 m et à un substrat grossier pouvant être composé de gravier, cailloux, galets ou blocs.

Par ailleurs, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) répertorie trois habitats de reproduction du poisson dans la zone d'étude et à proximité de celle-ci (MRNF, 2007). En fonction des données récoltées au terrain et selon la classification des habitats de type fluvial du MPO (2019), les milieux observés correspondaient aux conditions de fraie préférentielles pour les espèces listées par le MFFP pour deux des trois habitats.

Ces deux habitats de reproduction reconnus par le MFFP dans la zone d'étude sont localisés respectivement dans la baie au *nord-est* de l'Île Girwood (no 557) ainsi qu'au pourtour *nord-ouest* de l'Île aux Tourtes (no 554).

Ces habitats de reproduction correspondent à des aires de fraie potentielles de la lotte (*Lota lota*), du grand brochet, de la perchaude (*Perca flavescens*), du poisson-castor (*Amia calva*), de la carpe (*Cyprinus carpio*), de l'achigan à grande bouche, de la barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*), de la barbue de rivière (*Ictalurus punctatus*), de la marigane noire (*Poxomis nigromaculatus*) et des crapets de roche (*Ambloplites rupestris*) et soleil (*Lepomis gibbosus*). Selon les données récoltées par DDM (2020), ces sections de la zone d'étude présentent un écoulement lentique et un substrat majoritairement composé de sable, de limon et d'argile.

1.3.2 BILAN DES EMPIÈTEMENTS PRÉVUS

Le tableau 1 présente le bilan des superficies d'empiètements temporaire et permanent dans les habitats sensibles et dans les autres types d'habitats aquatiques pour les deux concepts à l'étude (*mi-nord et nord*). On note que les empiètements présentés incluent un empiètement d'environ 300 m² dans l'habitat no 557 du MFFP pour la jetée de construction du concept *nord* et de 360 m² dans l'habitat no 554 du MFFP engendré par les jetées de construction et une pile de la passerelle de Breslay.

Tableau 1 Bilan des superficies d'empiètements dans les habitats aquatiques du lac des Deux Montagnes (en m²)

| Concept/type d'habitat | Temporaire | Permanent | Total |
|--|---------------|--------------|---------------|
| Mi-nord | 60 930 | 8 717 | 69 647 |
| Sensibles | 21 619 | 1 599 | 23 218 |
| Frayère potentielle pour espèces phytophiles ou phytolithophiles en eaux calmes ¹ | 4 839 | 801 | 5 640 |
| Frayère potentielle pour espèces lithophile en eaux calmes ² | 16 780 | 798 | 17 578 |
| Non sensibles³ | 39 311 | 7 118 | 46 429 |
| Nord | 70 574 | 8 087 | 78 661 |
| Sensibles² | 30 802 | 1 863 | 32 665 |
| Frayère potentielle pour espèces phytophiles ou phytolithophiles en eaux calmes ¹ | 11 510 | 1 015 | 12 525 |
| Frayère potentielle pour espèces lithophile en eaux calmes ² | 19 292 | 848 | 20 140 |
| Non sensibles³ | 39 772 | 6 224 | 45 996 |

¹ Selon la méthode de classification du MPO : habitats no 1, 2, et 4 dans le cas actuel.

² Selon la méthode de classification du MPO : habitat no 3 dans le cas actuel.

³ Selon la méthode de classification du MPO : Les habitats non sensibles comprennent les habitats no 1a, 5, 7, 9, 10, 19 et 20.

Afin d'établir la superficie de compensation nécessaire pour contrebalancer les pertes inévitables d'habitats du poisson, il est nécessaire de distinguer les pertes d'habitats sensibles de ceux non sensibles, de même que leur typologie. Il est également requis de considérer que certains aménagements entraîneront des pertes permanentes alors que d'autres engendreront plutôt une perturbation temporaire ou une modification d'habitats du poisson.

Pour les aménagements temporaires, malgré les mesures d'atténuation à mettre en place et malgré les efforts qui seront consentis à minimiser les perturbations des ouvrages, il est anticipé que certains aménagements (batardeaux) perturberont l'habitat sur une courte période et que d'autres aménagements (jetées, aires de chantier) entraîneront une modification d'habitats en raison de la nature des travaux qui leur est associée et/ou de la période prolongée de leur présence dans l'habitat du poisson.

De ces superficies, environ 1 473 m² peuvent être déduits en raison du fait que 14 piles du pont actuel pourront être démolies jusqu'à 1 m sous le niveau du fond de l'eau permettant une remise en état et un gain d'habitat du poisson.

2 SITES ÉVALUÉS

Plusieurs sites potentiels ont été évalués à partir des sources d'informations existantes, comme les banques de données de l'atlas de restauration des rives du Saint-Laurent et la documentation disponible chez WSP. Plusieurs intervenants locaux (MFFP, Canards Illimités Canada (CIC), Environnement Canada, Organismes de bassin versant (OBV), comités Zone d'intervention prioritaire (ZIP), etc.) ont également été contactés afin d'identifier les projets d'aménagement potentiels.

Parmi les projets qui n'ont pas été retenus, on note deux projets de contrôle d'espèces végétales exotiques envahissantes qui avaient été identifiés par Conseil des bassins versants des Mille-Îles (Cobamil) et le parc national d'Oka. Le Cobamil a proposé de participer à son projet d'arrachage de la châtaigne d'eau (*Trapa natans*) dans la baie de Carillon (Saint-André-d'Argenteuil). Ce projet n'a pas été retenu en raison de la difficulté à démontrer ou chiffrer la superficie de gain pour l'habitat du poisson. Pour ce qui est du projet proposé par le parc national d'Oka, celui-ci concernait le contrôle du myriophylle en épi (*Myriophyllum spicatum*) dans le lac des Deux-Montagnes. Dans ce cas, le manque de garantie de succès a fait en sorte que le projet n'a pas été retenu.

Le tableau 2 présente les sites potentiels ayant été retenus et analysés.

Tableau 2 Sites potentiels évalués dans le cadre des recherches de projets de compensation pour l'habitat du poisson

| Plan/cours d'eau | Municipalité | Secteur | Latitude | Longitude |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------|------------|
| Lac Saint-François | Sainte-Barbe | Ruisseau Girouard | 45,17254 | -74,259389 |
| Rivière des Outaouais | Pointe-des-Cascades | Pointe-des-Cascades | 45,3338 | -73,9542 |
| Lac Saint-François | Dundee | Marécage Fraser | 45,03694 | -74,47166 |
| Lac Saint-François | Dundee | Marécage Mado | 45,05944 | -74,44611 |
| Lac Saint-François | Saint-Anicet | Pointe Leblanc | 45,07277 | -74,43722 |
| Lac Saint-François | Dundee | Hay Point (Grand marais) | 45,23666 | -74,27111 |
| Lac Saint-François | Dundee | Ruisseau Le Bateau | 45,01111 | -74,50416 |
| Lac Saint-Louis | Beauharnois-Salaberry et Léry | Archipel des Îles de la Paix | 45,33027 | -73,85808 |
| Fleuve Saint-Laurent | Contrecoeur | Îles de Contrecoeur | 45,90422 | -73,2263 |
| Lac Saint-François | Site à déterminer | Création de récifs artificiels | - | - |

2.1 SITES POUR LA RESTAURATION D'HABITATS DÉGRADÉS

Selon les *Lignes directrices pour la conservation des habitats fauniques* du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP, 2015), la restauration d'un habitat dégradé est désignée comme une approche de compensation prioritaire.

Ce type de projet fait partie de la catégorie « Restauration et amélioration de l'habitat » selon les définitions des types de mesures de compensation retrouvées dans la *Politique sur l'application de mesures visant à compenser les effets néfastes sur le poisson et son habitat en vertu de la Loi sur les pêches* (MPO 2019).

Plusieurs sites potentiels ont été considérés dans le but de développer ce type de compensation qui permet la restauration ou l'amélioration d'habitats en mauvais état ou peu productifs. Ces opportunités permettent aux populations locales de bénéficier des améliorations apportées à l'habitat du poisson.

2.1.1 RUISSEAU GIROUARD

2.1.1.1 DESCRIPTION DU SITE

Localisé sur le territoire de la municipalité de Sainte-Barbe, le ruisseau Girouard est en contact direct avec le lac Saint-François et son embouchure présente une importante accumulation de sédiments et de végétation limitant le libre écoulement des eaux et la libre circulation du poisson. Lors de la visite du site à l'été 2020, il n'y avait aucun doute que la végétation excessive en place représentait un obstacle à la circulation des poissons. Une vérification de l'état de la situation en période de crue printanière permettrait éventuellement de mieux définir l'ampleur de la problématique.



Figure 1 Localisation du projet du Ruisseau Girouard (n° 122) (ECCC, 2020)

Les milieux naturels de part et d'autre du cours d'eau dans le secteur de l'embouchure sont identifiés comme une tourbière boisée (CIC, 2020). Ces milieux peuvent être partiellement inondés en période de crue. Le roseau commun (*Phragmites australis*) et le myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*), deux espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE), sont présents dans le secteur. Le site est de tenure privée.



Figure 2 **Problématique du ruisseau Girouard (n° 122)**

2.1.1.2 PROPOSITION DE PROJET

Le projet de restauration inclurait, dans un premier temps, l'enlèvement de la végétation et des sédiments afin de recréer un chenal d'écoulement qui permettrait la libre circulation du poisson en période de crue et d'étiage, sur une longueur d'environ 350 mètres entre l'embouchure et la route 132. Dans un deuxième temps, des plaines inondables pourraient être aménagées sur la rive *est*, perpendiculairement au ruisseau. Cela nécessiterait l'excavation de fossés d'une longueur d'environ 60 mètres à intervalles réguliers dans la friche arbustive. Ces fossés devront avoir une profondeur et une durée de submersion adéquate pour la reproduction du poisson. Une bande boisée de 15 mètres de largeur serait conservée entre chaque fossé afin de favoriser l'utilisation du site par d'autres espèces fauniques. Le milieu boisé sur la rive *ouest* serait conservé intact. Également, une autre possibilité d'aménagement sur le site serait la création d'un étang voire la combinaison d'un étang et de fossés. Plusieurs espèces de poissons pourraient être favorisées par la réalisation de ce projet dont la perchaude et le grand brochet qui pourraient utiliser le site comme habitat de reproduction notamment. La restauration du site pourrait permettre des gains d'habitats sur une superficie d'environ 10 000 à 20 000 m². Il importera toutefois de bien caractériser ce site afin d'en décrire les problématiques, de vérifier que la végétation en place représente réellement un obstacle à la libre circulation du poisson même en période printanière et d'évaluer la pérennité des aménagements proposés.



Figure 3 Proposition de projet de restauration du ruisseau Girouard (n° 122)

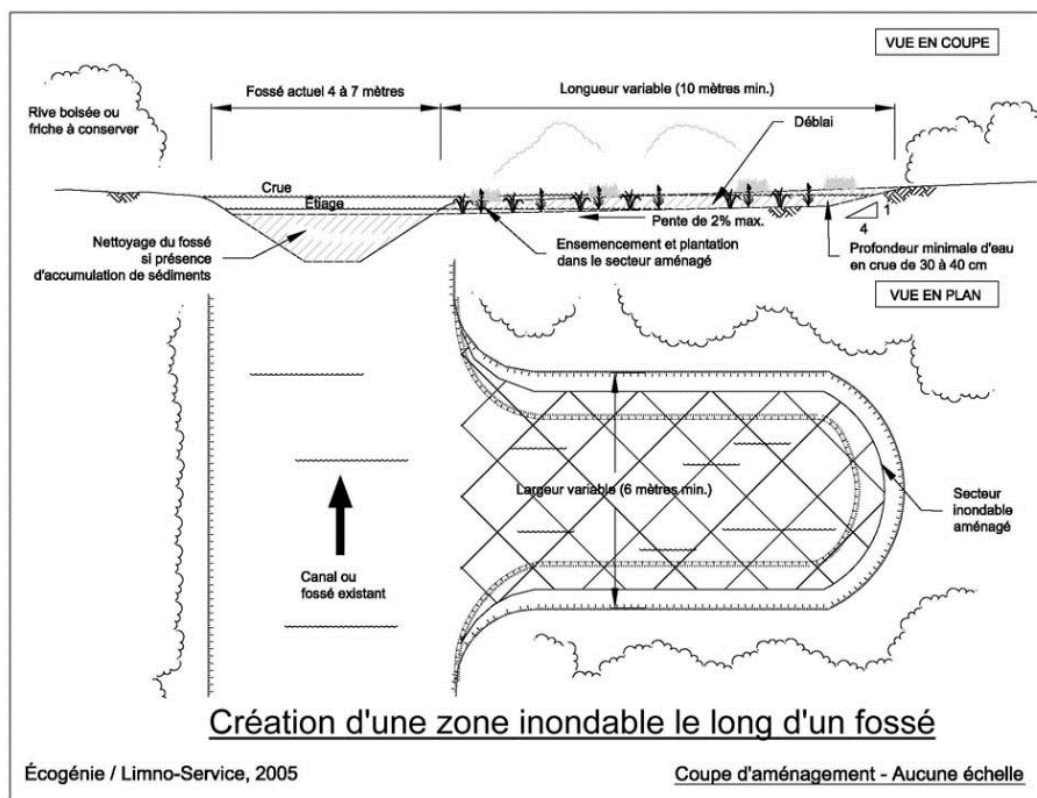


Figure 4 Croquis de l'aménagement potentiel – Création d'une zone inondable le long d'un fossé (ECCC, 2020)

2.1.2 POINTE-DES-CASCADES

2.1.2.1 DESCRIPTION DU SITE

Un remblai, sur lequel se trouve un sentier piétonnier, traverse un marais riverain en bordure de la rivière des Outaouais sur le territoire de la municipalité de Pointe-des-Cascades.



Figure 5 Localisation du projet de la Pointe-des-Cascades (n° 147) (ECCC, 2020)

Un ponceau de faible diamètre permet à l'eau de s'écouler entre le milieu humide enclavé et la rivière, mais sa position ne permet pas la libre circulation du poisson. De plus, le ponceau est obstrué par des débris et l'écoulement est très faible. L'eau qui sort du ponceau emprunte un petit émissaire peu profond au travers du marais riverain. En amont du ponceau, un marais de 4 000 m² s'est créé dans une ancienne carrière. Il comporte des herbiers émergents et submergés et des zones d'eau plus profondes. Les sédiments et la végétation s'accumulent dans le marais et obstruent le libre passage de la faune aquatique. Un écoulement en provenance d'un étang situé sur un palier supérieur de l'ancienne carrière alimente le marais. Plusieurs EVEC sont présentes dans le secteur. Le site appartient à la municipalité de Pointe-des-Cascades.

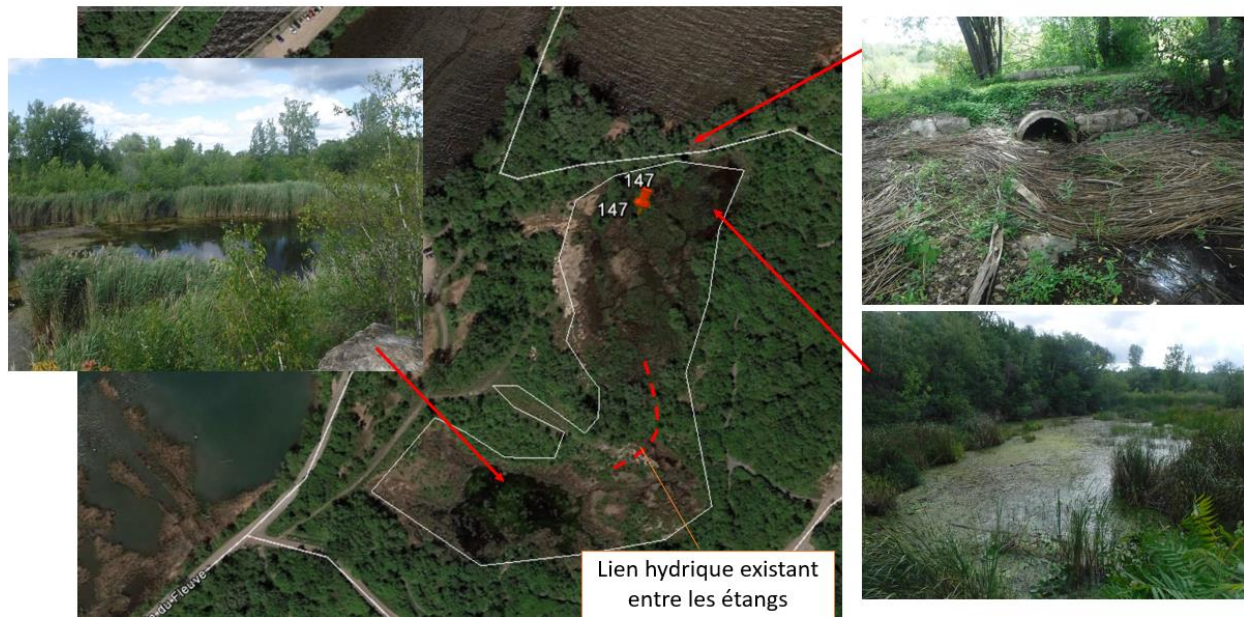


Figure 6 Problématique du site à Pointe-des-Cascades (n° 147)

2.1.2.2 PROPOSITION DE PROJET

Afin de restaurer le site, une ouverture pourrait être créée dans le remblai et un chenal serait aménagé dans le marais riverain. Cette ouverture pourrait remplacer le ponceau actuel ou celui-ci pourrait être conservé. Cela permettrait de rétablir un écoulement des eaux entre la rivière et le marais en période de crue et favoriserait la libre circulation du poisson dans l'ancienne carrière et dans le marais riverain. La brèche et le chenal devraient avoir une largeur minimale de 2 m. Un pont ou un ponceau en arche de grande dimension pourrait être utilisé afin de permettre aux randonneurs de continuer à accéder au site. De plus, le projet pourrait inclure le réaménagement du lien hydrologique entre le marais et l'étang en amont et la création d'un lien hydrologique ou d'un approvisionnement en eau entre l'étang et les bassins qui longent le canal de Soulanges afin de maintenir des niveaux d'eau plus élevés dans les milieux humides en période d'étiage. Plusieurs espèces de poissons pourraient bénéficier des aménagements liés à la réalisation de ce projet pour l'alimentation et comme abri, dont la marigane noire, le crapet-soleil, le crapet de roche, le fondule barré, la barbotte brune et les cyprins spp. De plus, ce projet pourrait offrir un habitat de fraie pour la perchaude et le grand brochet. Le gain en habitats de poissons serait d'environ 20 000 m². Il importera toutefois de bien caractériser ce site afin d'en décrire les problématiques et d'identifier les contraintes. Par ailleurs, certaines sources indiquent que le site serait déjà visé pour des travaux d'aménagement pour l'habitat du poisson dans le cadre d'un autre projet de compensation. Au moment de publier ce rapport, il n'avait pas été possible d'obtenir de plus amples détails à ce sujet. Des recherches devront être effectuées afin de clarifier la disponibilité de ce site. Cependant, on note que même si des travaux s'avéraient effectivement prévus sur ce site, il est également envisageable qu'une partie du projet ici proposé demeure pertinente et que des aménagements puissent quand même être réalisés en complément.

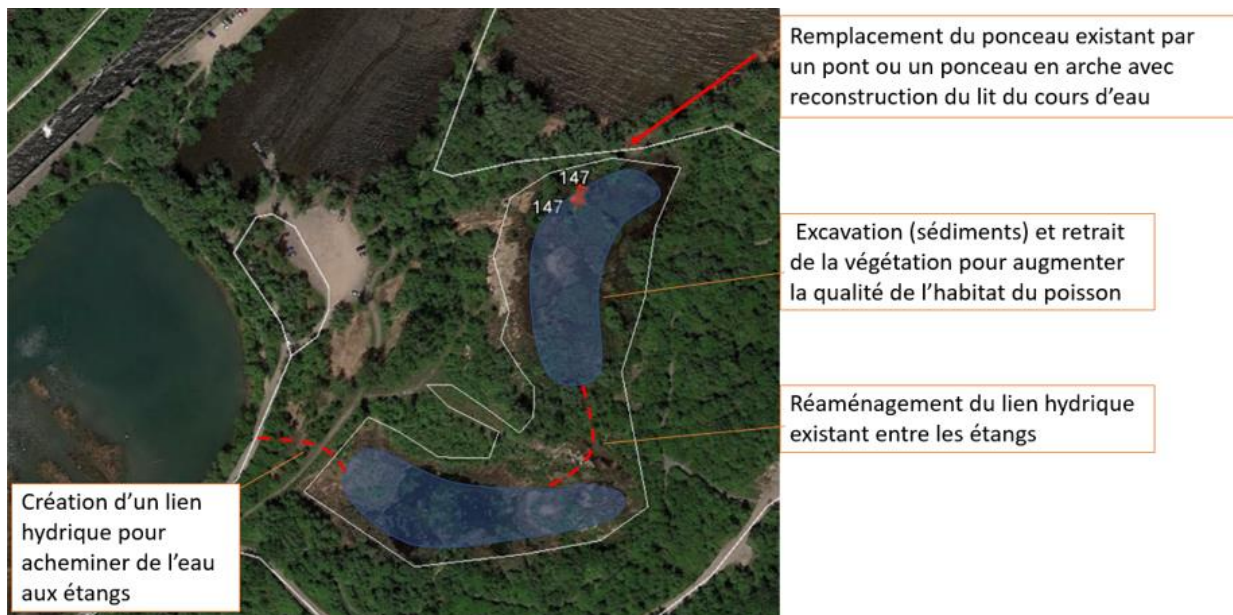


Figure 7 Proposition de projet de restauration du site à Pointe-des-Cascades (n° 147)

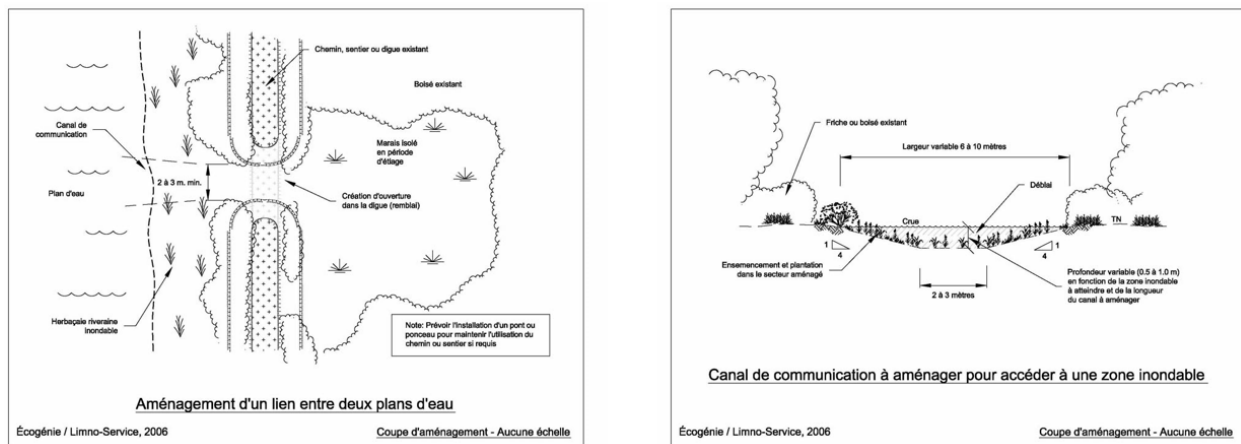


Figure 8 Croquis de l'aménagement potentiel – Aménagement d'un lien entre deux plans d'eau et canal de communication à aménager pour accéder à une zone inondable (ECCC, 2020)

2.1.3 CRÉATION D'OUVERTURES DANS LES MARAIS ÉMERGENTS D'EAU DOUCE TROP DENSES

Dans plusieurs sites aménagés par Canards Illimités Canada (CIC) en bordure du fleuve Saint-Laurent, la végétation aquatique est devenue trop dense et il devient nécessaire de créer des ouvertures dans les marais émergents afin d'améliorer le potentiel faunique des sites. Un résumé des caractéristiques de chacun des sites et des projets de restauration proposés est présenté aux sections suivantes. Tous les projets de restauration proposés devront se faire en collaboration avec CIC. Malgré que des projets de restauration de base soient présentés aux sections suivantes, M. André Michaud (CIC) a mentionné lors de nos communications que CIC était conscient que les concepts d'aménagement ayant été mis en place au cours des années 1970 et 1980 devaient être adaptés afin d'assurer la pérennité des habitats et que des solutions étaient disponibles à cet effet sans s'avancer sur plus de détails à ce moment-ci du processus.

2.1.3.1 DESCRIPTION DES SITES

Les sites marécage Fraser, Mado, Hay Point et Pointe Leblanc ont été aménagés dans les années 1970 et 1980. Ils se situent en bordure du lac Saint-François et sont tous en lien avec un cours d'eau existant ou le fleuve Saint-Laurent. En plus de la végétation aquatique dense, des barrages de castors bloquent l'écoulement des canaux aménagés et des cours d'eau qui alimentent les aménagements. Le roseau commun et la salicaire pourpre sont présents dans le secteur. Ainsi, ces sites aménagés, il y a de cela 40 à 50 ans, bénéficieraient de travaux de restauration qui permettraient d'améliorer l'habitat du poisson à long terme.

Quant au site du ruisseau Le Bateau, celui-ci n'a pas encore été aménagé, mais la grande prairie humide qui borde le cours d'eau possède un potentiel d'aménagement faunique élevé.

Dans tous les cas, il sera important de déterminer sur les sites lesquels ont réellement des problématiques pour le poisson, notamment au niveau de l'accès, afin de travailler sur ces éléments.



Figure 9 Localisation des 5 sites de CIC potentiels pour la création d'ouvertures dans les marais émergents d'eau douce trop fermés

2.1.3.2 PROPOSITION DE PROJET

La restauration des sites existants pourrait se faire par la création de fossés piscicoles en lien avec les cours d'eau existants et d'étangs piscicoles dans les milieux humides aménagés. Le projet pourrait également inclure l'excavation et le reprofilage des anciens canaux et ainsi créer des habitats du poisson supplémentaires. Pour le site du marécage Fraser, comme celui-ci est situé à un niveau plus élevé que le Lac Saint-François, le risque d'envasement est moins présent. Cependant, il faudra valider si ce site présente une problématique réelle pour le poisson. Pour le site de Pointe Leblanc, un lien hydrologique avec le fleuve Saint-Laurent serait également aménagé afin de permettre la libre circulation du poisson dans les aménagements et d'assurer un meilleur apport en eau aux milieux humides aménagés. Pour le ruisseau Le Bateau, il est proposé d'aménager des fossés et des étangs piscicoles dans la prairie humide adjacente au cours d'eau.

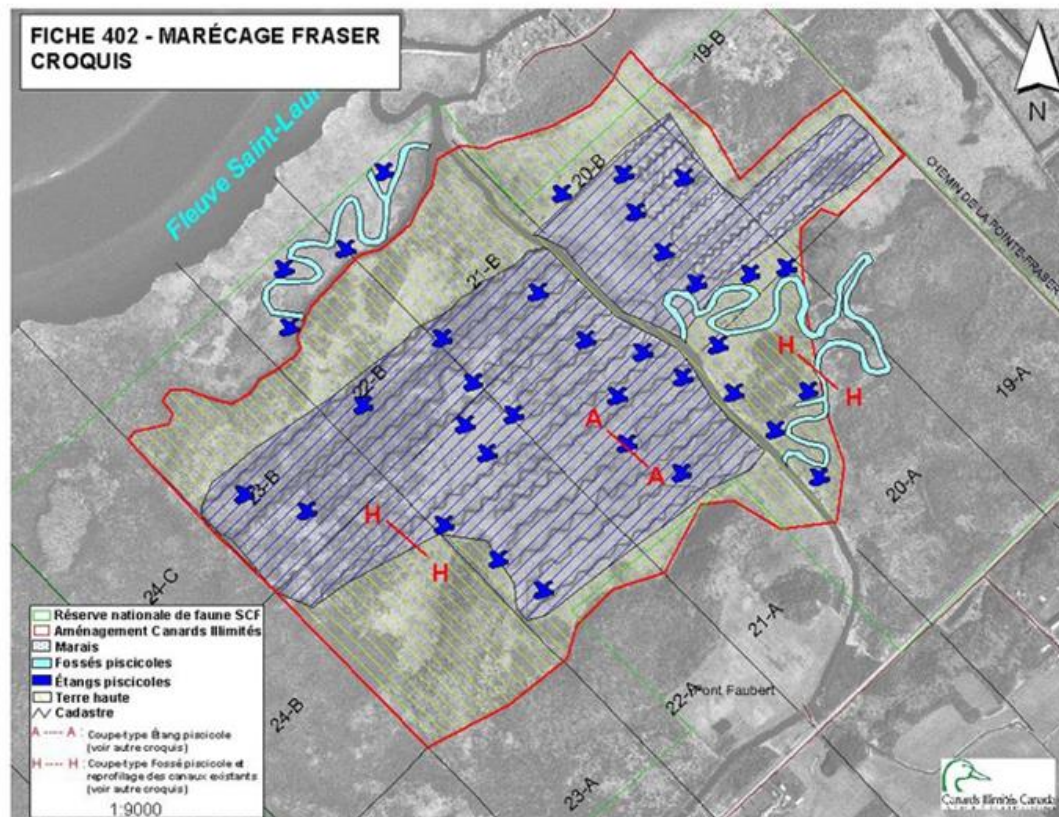


Figure 10 Situation actuelle et projet potentiel de restauration d'habitats du site du marécage Fraser (n° 402) (ECCC, 2020)

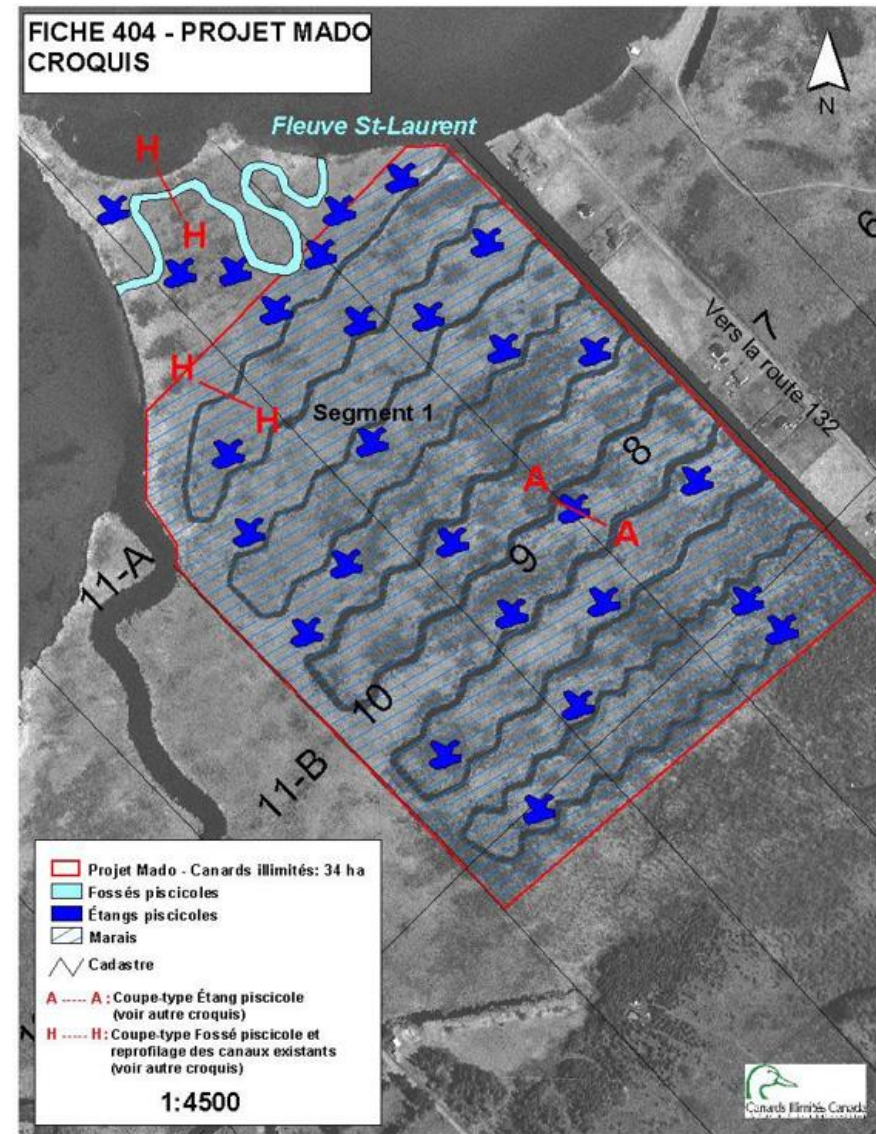


Figure 11 Situation actuelle et projet potentiel de restauration d'habitats du site du marécage Mado (n° 404) (ECCC, 2020)

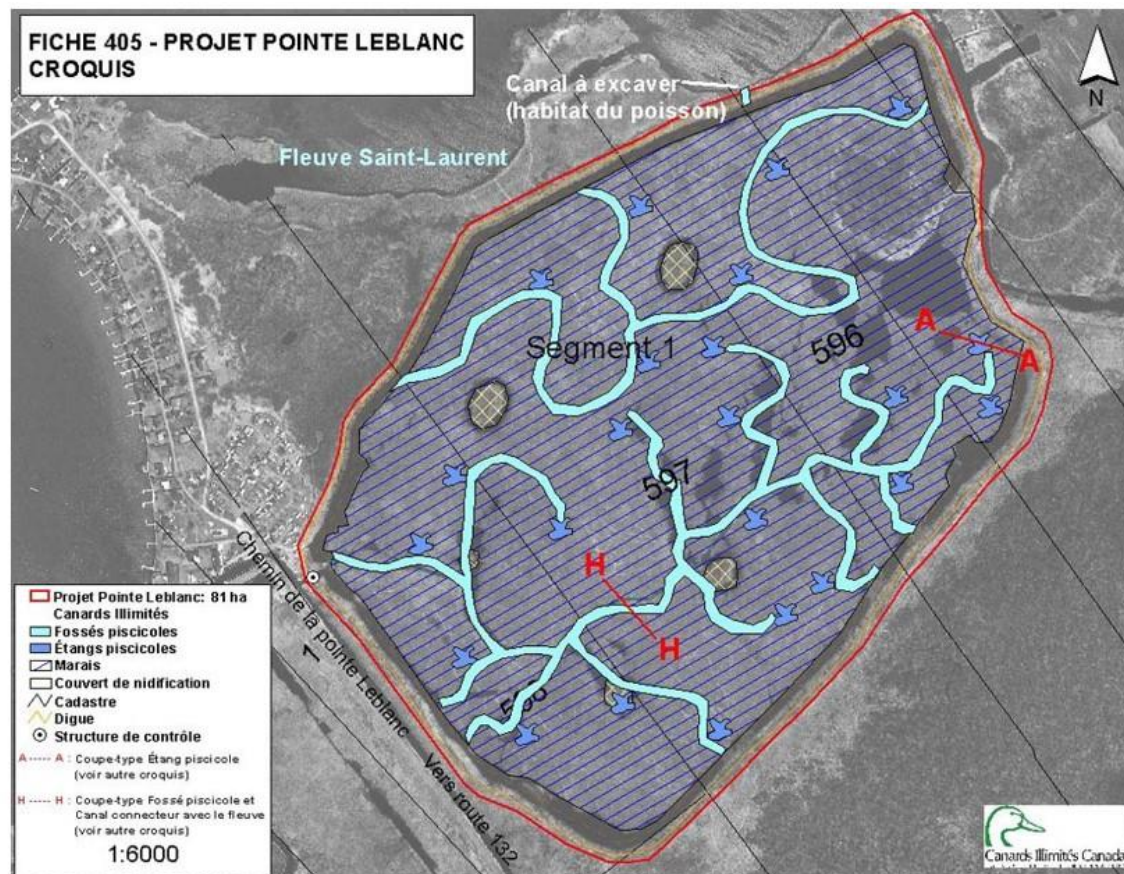


Figure 12 Situation actuelle et projet potentiel de restauration d'habitats du site Pointe Leblanc (n° 405) (ECCC, 2020)

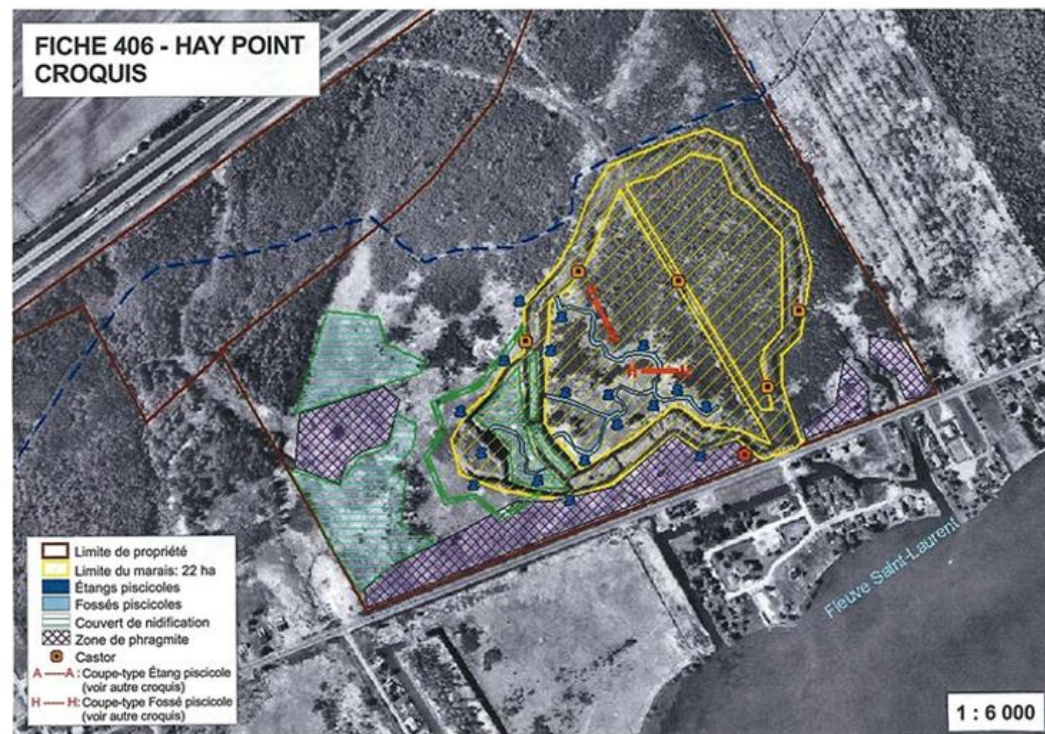


Figure 13 Situation actuelle et projet potentiel de restauration d'habitats du site Hay Point (n° 406) (ECCC, 2020)

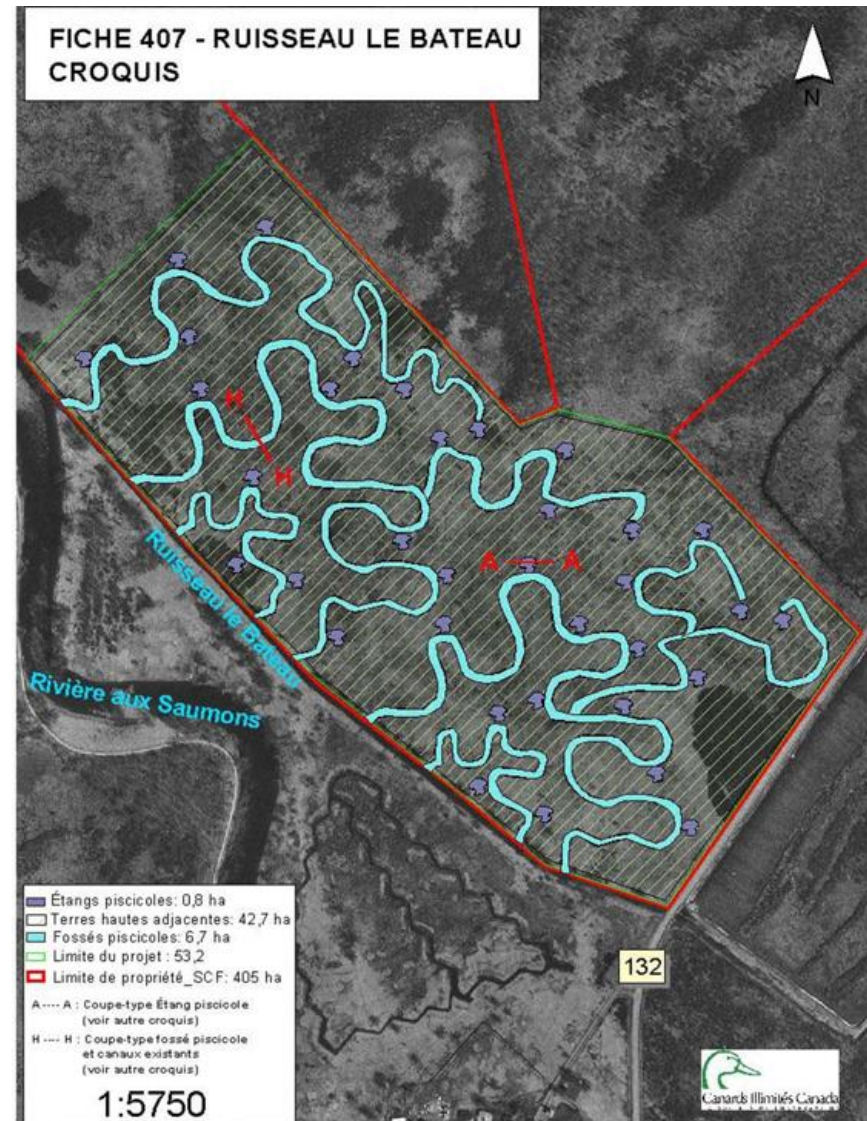


Figure 14 Situation actuelle et projet potentiel de restauration d'habitats du site du ruisseau Le Bateau (n° 407) (ECCC, 2020)

Les gains d'habitats du poisson liés à la réalisation de ces projets sont fonction de la longueur des fossés et du nombre d'étangs piscicoles qui seraient aménagés et/ou restaurés. Chacun des projets ciblés visent la création ou la restauration d'un ou plusieurs fossés piscicoles et l'aménagement de 20 à 35 étangs piscicoles selon le projet.

La perchaude et le brochet d'Amérique pourraient être favorisés dans les types d'habitats proposés pouvant représenter un habitat de fraie pour ces espèces. Les concepts préliminaires ayant été élaborés pour ces cinq sites devraient tous être revus dans le cadre de la réalisation d'un projet d'aménagement et ceux-ci pourraient ainsi être adaptés aux objectifs et budgets disponibles. À titre informatif, sur la base des concepts préparés à ce jour par CIC, les gains potentiels en habitats du poisson sont présentés au tableau suivant.

Tableau 3 Gains potentiels en habitats du poisson pour les sites de Canards Illimités Canada

| Sites | Tenure | Superficie (m ²) | | | |
|--------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|--|--------|
| | | Fossés piscicoles | Étangs piscicoles | Excavation et reprofilage des canaux existants | Total |
| Marécage Fraser | Publique | 28 800 | 7 875 | 54 000 | 90 675 |
| Marécage Mado | Privée et publique | 5 850 | 6 075 | 20 000 | 31 925 |
| Pointe Leblanc | Privée | 48 870 | 5 175 | - | 54 045 |
| Hay Point | Privée | 1 000 | 4 500 | 39 200 | 44 700 |
| Ruisseau Le Bateau | Publique | 67 500 | 7 875 | - | 75 375 |

2.2 SITES POUR LA STABILISATION DE RIVES EN ÉROSION

Les projets de stabilisation de rives en érosion retenus combinent la possibilité de stabiliser des rives en érosion, de protéger les rives avec des ouvrages tels que des brise-lames ainsi que la création ou l'amélioration d'habitats par la plantation d'herbiers ou la recharge en cailloux dans un habitat où l'érosion aurait pu détériorer la granulométrie du substrat utilisé par l'ichtyofaune. Ces projets ont le potentiel de bonifier l'habitat du poisson et d'assurer la pérennité d'habitats susceptibles d'être perdus, détériorés ou contaminés par l'érosion des rives.

2.2.1 ÎLES DE LA PAIX

2.2.1.1 DESCRIPTION DU SITE

Des études ont mis en évidence une importante problématique d'érosion au niveau de l'archipel des Îles de la Paix, une réserve nationale de faune appartenant à Environnement Canada.

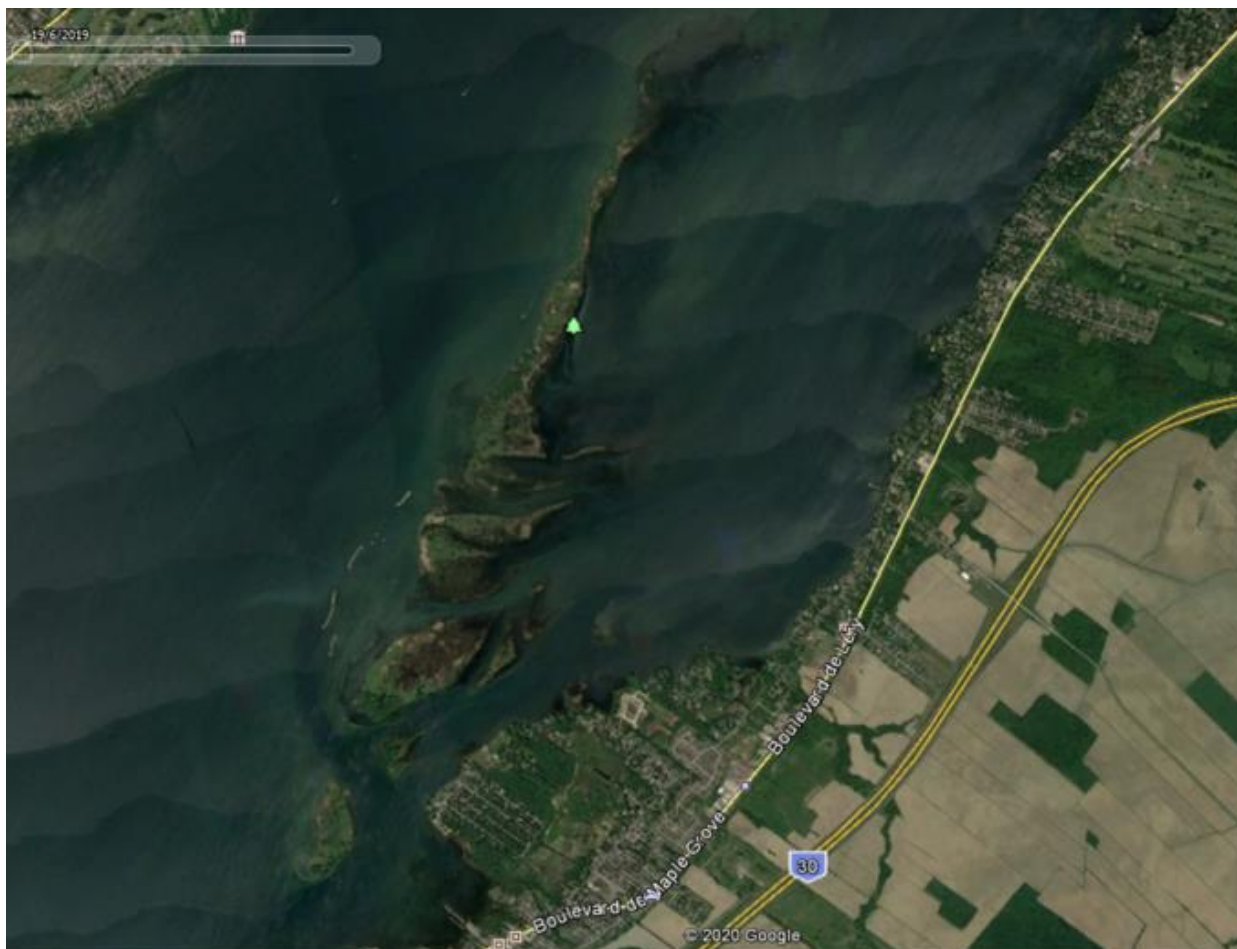


Figure 15 Localisation de l'archipel des Îles de la Paix

Plusieurs segments riverains sont érodés par les vagues causées par le vent. Des reculs annuels de l'ordre de 1,0 m par année ont été observés sur certaines îles, ce qui cause la perte d'habitats. L'archipel comporte plusieurs types d'habitats fauniques de haute valeur, incluant des habitats pour la faune ichthyenne qu'il est important de protéger à long terme.



Figure 16 Archipel des Îles de la Paix – Problématique d'érosion et végétation derrière les talus (ECCC, 2020)

2.2.1.2 PROPOSITION DE PROJET

Des projets de compensation sont en cours ou ont déjà eu lieu dans la réserve nationale de faune des Îles de la Paix. Toutefois, selon les informations obtenues auprès de MM. Benoît Roberge et Charles Desrosiers d'ECCC, il existe toujours un fort intérêt pour les projets d'aménagement aux Îles de la Paix. Il est notamment toujours possible de réaliser des aménagements de stabilisation de rives ou la création de milieux humides, par exemple l'aménagement d'herbiers aquatiques entre les digues et les rives des îles. La réalisation de projets de stabilisation sur ce site peut s'avérer relativement coûteuse, mais la facilité d'accès et l'abondance de données récoltées au fil des ans représentent des avantages. Plusieurs espèces seraient favorisées par ces types d'aménagements, notamment la lotte, le grand brochet, la perchaude, le poisson-castor, la carpe, l'achigan à grande bouche, la barbotte brune, la barbue de rivière, la marigane noire et les crapets de roche et soleil. Les possibilités de gain en termes de superficie pourraient se situer entre 1 000 m² et plus de 100 000 m², en fonction du projet qui serait choisi. L'atlas de restauration des rives du Saint-Laurent (ECCC, 2020) comporte plusieurs fiches de projets potentiels dans l'archipel des Îles de la Paix.

Ces projets de stabilisation proposent des aménagements semblables pour diverses îles étant aux prises avec des problématiques d'érosion semblables (Grande Île, Île Ronde, Île aux Plaines, Île Bouchard). On note également que d'autres types d'ouvrages tel l'aménagement de brise-lames ont été réalisés dans l'archipel et qu'il pourrait également être envisagé d'en aménager pour protéger d'autres berges. Une évaluation du gain d'habitats pour le poisson créé par la réalisation de tels ouvrages en comparaison avec les empiétements nécessaires pour l'aménagement de brise-lames, de jetées d'accès, etc. devra être effectuée.

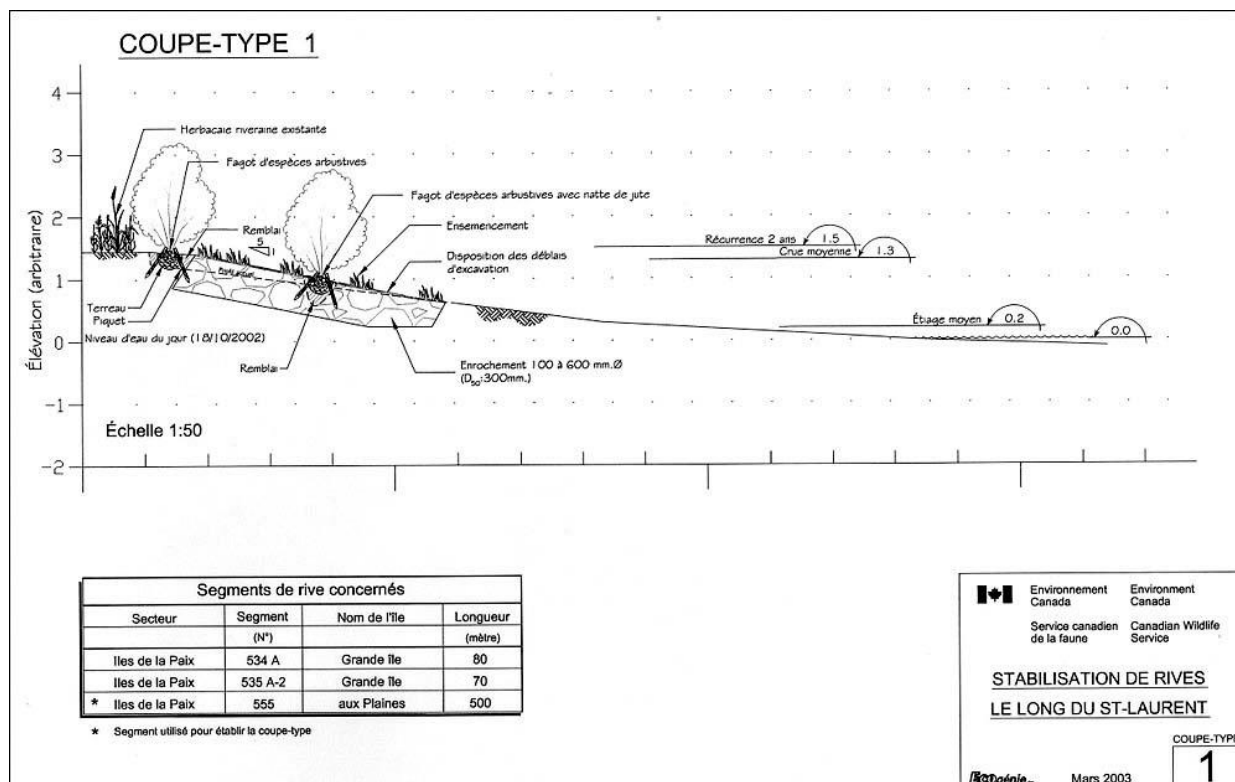


Figure 17 Croquis d'un aménagement potentiel aux îles de la Paix – Stabilisation des rives (ECCC, 2020)

Coupe-type du concept proposé

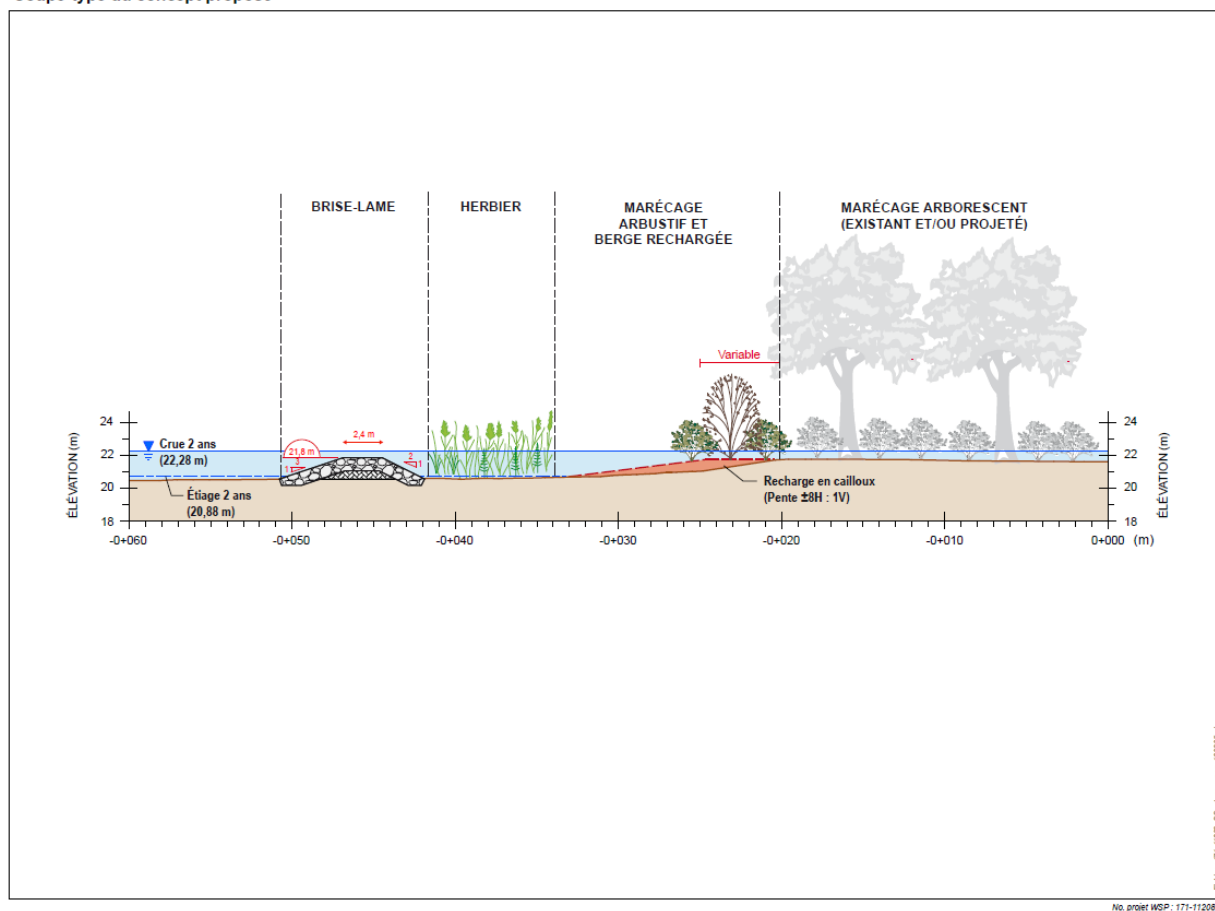


Figure 18 Croquis d'un aménagement potentiel aux Îles de la Paix – Stabilisation des rives (WSP, 2018)

2.2.2 ÎLES DE CONTRECOEUR

2.2.2.1 DESCRIPTION DU SITE

Des études ont montré une importante problématique d'érosion au niveau des Îles de Contrecoeur, une réserve nationale de faune appartenant à ECCC.

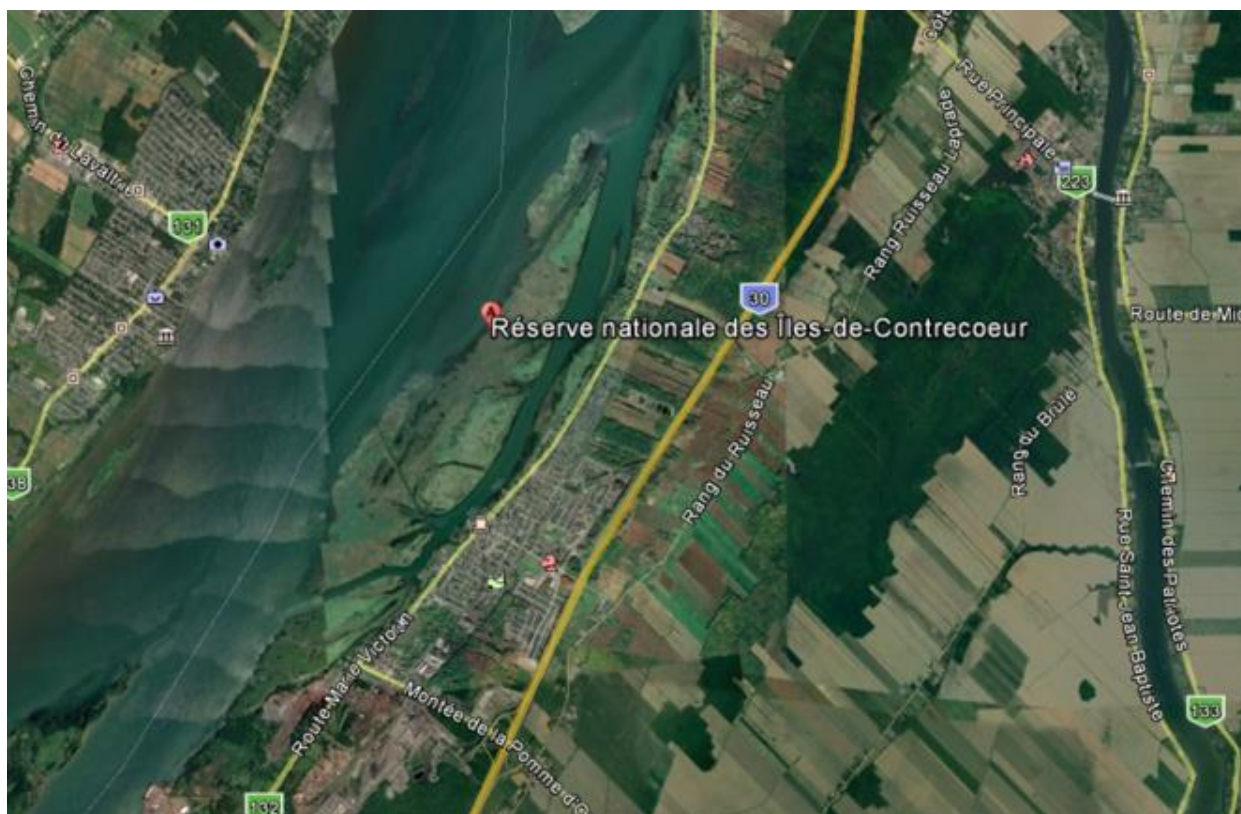


Figure 19 Localisation de l'archipel des Îles de Contrecoeur

La problématique observée à ce site est sensiblement la même que celle évoquée pour les Îles de la Paix. Plusieurs segments riverains sont érodés par les vagues causées par le vent et le batillage provenant de la voie maritime, qui peuvent causer des reculs annuels de l'ordre de 2 à 3 m par année. Les îles comportent plusieurs types d'habitats fauniques de haute valeur, incluant des habitats pour la faune ichthyenne qu'il est important de protéger à long terme.



Figure 20 Archipel des Îles de Contrecoeur – Problématique d'érosion et végétation derrière les talus (ECCC, 2020)

2.2.2.2 PROPOSITION DE PROJET

Le projet de restauration inclurait sans doute la réalisation d'un enrochement végétalisé en rive. L'atlas de restauration des rives du Saint-Laurent (ECCC, 2020) comporte plusieurs fiches de projets potentiels dans l'archipel des Îles de Contrecoeur. Deux de ces projets de stabilisation se situent sur l'Île Duval et l'Île Saint-Ours. Les projets de restauration devraient, comme pour le projet des Îles de la Paix, inclure également la création ou la restauration d'habitats du poisson en plus de la stabilisation de la rive.

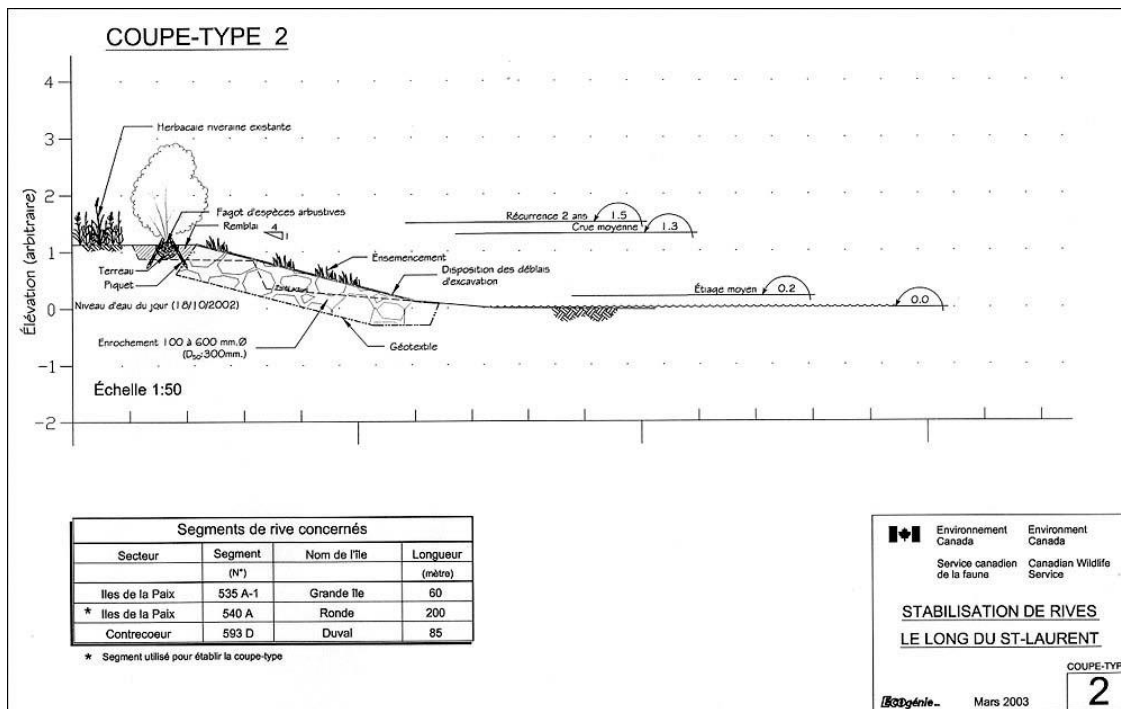


Figure 21 Croquis de l'aménagement potentiel aux Îles de Contrecoeur – Stabilisation des rives (Île Duval) (ECCC, 2020)

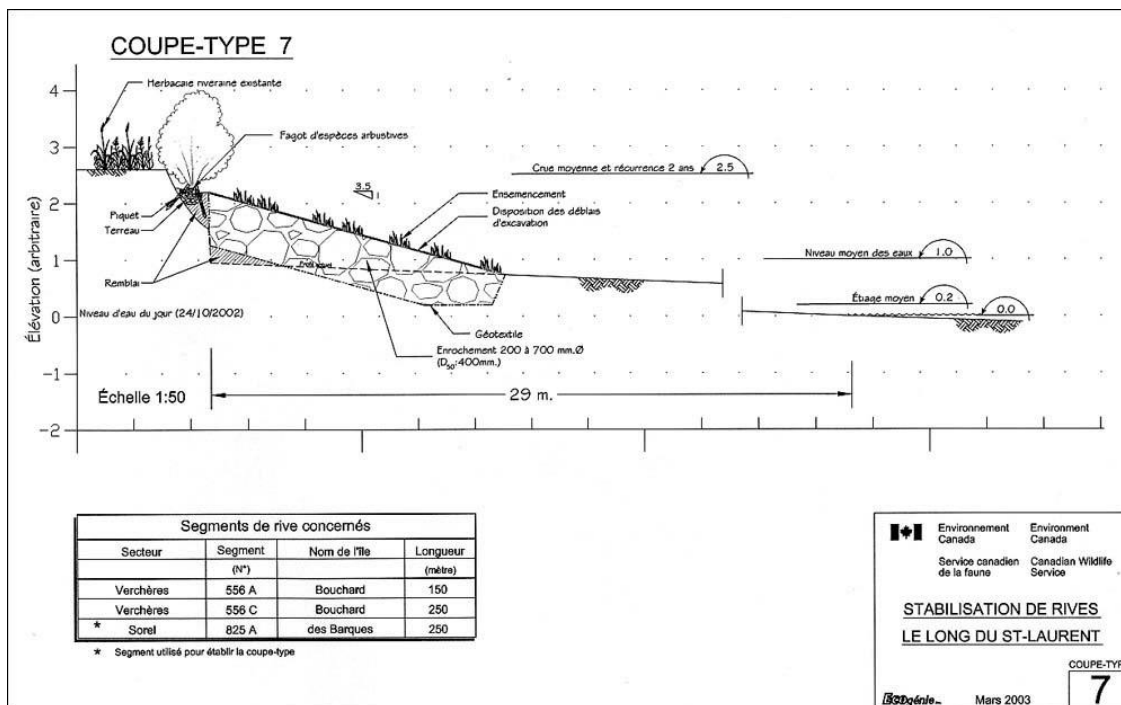


Figure 22 Croquis de l'aménagement potentiel aux Îles de Contrecoeur – Stabilisation des rives (Île Sainte-Ours) (ECCC, 2020)

Les possibilités de gains en termes de superficie pourraient atteindre entre 1 000 m² et 50 000 m² en fonction du projet qui serait choisi. Tel que mentionné, le site des Îles de Contrecoeur est moins bien documenté que celui des Îles de la Paix. Des investigations supplémentaires sur la problématique du site seraient requises afin de bien cerner les projets potentiels d'amélioration de l'habitat du poisson. De plus, la présence d'espèces fauniques à statut particulier dans le secteur (hirondelle de rivage, chevalier cuivré) devra être prise en considération advenant que le site soit retenu. En outre il faut également s'assurer de ne pas créer d'autres problématiques en lien notamment avec la qualité de l'eau, puisque les Îles de Contrecoeur sont situées dans le panache des eaux usées de Montréal, Laval et Longueuil, surtout dans l'idée de créer des zones d'eau calme.

2.3 SITES POUR LA CRÉATION D'HABITATS ARTIFICIELS

Suite à l'introduction de la moule zébrée dans le lac Saint-François qui a augmenté la profondeur de la zone photique, les abris pour la faune aquatique, comme le doré jaune, sont moins abondants. Afin de répondre à cette problématique, la création de récifs artificiels pour le doré jaune est envisagée, soit par l'immersion d'un bateau ou de structures (ex., abris rocheux). Le projet proposé par le MFFP requiert de la recherche et du développement afin d'identifier un site propice et de concevoir les structures qui seront adaptées aux besoins du doré jaune en termes d'habitats. De tels aménagements pourraient également représenter un attrait pour les adeptes de plongée. Les gains potentiels d'habitats n'ont pas été estimés, mais ils ne dépasseront probablement pas 5 000 m². Plusieurs activités seraient nécessaires pour identifier les paramètres requis ou limitant (profondeur, vitesse de courant, etc.) pour la réalisation de ce projet.

3 SÉLECTION DES SITES

Tels que décrits dans les sections précédentes, plusieurs sites ont été évalués dans le cadre des recherches de projets de compensation. Le tableau 4 présente un bilan des projets proposés pour l'ensemble des sites évalués, en précisant la catégorie à laquelle ils sont associés selon les exigences du MFFP et du MPO. Pour le volet législatif, il est important de mentionner que le choix des projets retenus a été basé sur les *Lignes directrices pour la conservation des habitats fauniques* du MFFP (2015) et sur la *Politique sur l'application de mesures visant à compenser les effets néfastes sur le poisson et son habitat en vertu de la Loi sur les pêches* (MPO, 2019).

Tableau 4 Récapitulatif des projets de compensation proposés pour l'ensemble des sites évalués

| Site | Description du projet proposé | Type de projet selon le MFFP (2015) | Type de projet selon le MPO (2019) | Gains en habitats du poisson estimés (m ²) | Analyse multicritères (Pointage) |
|---------------------|---|---|---|--|----------------------------------|
| Ruisseau Girouard | Retrait de végétation et de sédiments dans un chenal pour améliorer la connectivité et excavation de fossés piscicoles | Restauration d'un habitat dégradé et création d'un nouvel habitat | Restauration et amélioration de l'habitat | 10 000 à 20 000 | 60,0 |
| Pointe-des-Cascades | Création d'une ouverture dans un remblai, aménagement d'un chenal, ponceau en arche et création d'un lien hydrologique | Restauration d'un habitat dégradé et création d'un nouvel habitat | Restauration et amélioration de l'habitat | 20 000 | 75,6 |
| Marécage Fraser | Création d'une succession d'étangs connectés par des liens hydriques et reprofilage des canaux existants | Restauration d'un habitat dégradé et création d'un nouvel habitat | Restauration et amélioration de l'habitat | 90 000 | 70,0 |
| Marécage Mado | Création d'une succession d'étangs connectés par des liens hydriques et reprofilage des canaux existants | Restauration d'un habitat dégradé et création d'un nouvel habitat | Restauration et amélioration de l'habitat | 30 000 | 64,4 |
| Hay Point | Création d'une succession d'étangs connectés par des liens hydriques et reprofilage des canaux existants | Restauration d'un habitat dégradé et création d'un nouvel habitat | Restauration et amélioration de l'habitat | 40 000 | 64,4 |
| Pointe Leblanc | Création d'une succession d'étangs connectés par des liens hydriques et création d'un lien avec le fleuve Saint-Laurent | Restauration d'un habitat dégradé et création d'un nouvel habitat | Restauration et amélioration de l'habitat | 50 000 | 64,4 |
| Ruisseau Le Bateau | Création d'une succession d'étangs connectés par des liens hydriques | Restauration d'un habitat dégradé et création d'un nouvel habitat | Création d'habitats | 80 000 | 70,0 |
| Îles de la Paix | Aménagements de stabilisation de rives ou la création de milieux humides (ex., herbiers aquatiques) | Restauration d'un habitat dégradé | Restauration et amélioration de l'habitat | 1 000 à 10 000 | 84,4 |

| Site | Description du projet proposé | Type de projet selon le MFFP (2015) | Type de projet selon le MPO (2019) | Gains en habitats du poisson estimés (m ²) | Analyse multicritères (Pointage) |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------------|
| Îles de Contrecoeur | Enrochement végétalisé en rive | Restauration d'un habitat dégradé | Restauration et création d'habitats | 1 000 à 50 000 | 55,6 |
| Récifs artificiels dans le lac St-François | Création de récifs artificiels pour le doré jaune (immersion d'un bateau ou de structures) | Création d'un nouvel habitat | Création d'habitats | 5 000 | 41,1 |

La majorité de ces sites présentait un potentiel de compensation intéressant pour la faune aquatique, indépendamment des contraintes techniques, législatives ou des investissements requis. Compte tenu de l'éventail des projets potentiels disponibles, deux stratégies de compensation peuvent être envisagées, soit :

- 1 compenser en réalisant plusieurs petits projets;
- 2 compenser en réalisant un seul projet de plus grande envergure.

La réalisation de plusieurs petits projets procure un niveau de confiance plus élevé par rapport à la performance et aux résultats attendus, car advenant qu'un projet n'atteigne pas les objectifs de compensation, les autres projets peuvent soutenir le plan global. La réalisation d'un seul projet de plus grande envergure offre quant à lui une forme d'économie d'échelle en matière d'effort et de coût, notamment par rapport aux inventaires supplémentaires, à la mobilisation de la machinerie et aux suivis de la performance. L'avantage de l'économie d'échelle surpasse le niveau de confiance qu'apporterait la réalisation de plusieurs petits projets. Une analyse multicritère a été conduite afin de classer préliminairement les projets évalués. Cette analyse est présentée à l'annexe A.

L'analyse multicritère attribue un pointage total pondéré en pourcentage variant entre 41,1 % et 84,4 %. Le projet de création de récifs artificiels est celui qui obtient le plus bas pointage principalement en raison des difficultés techniques de réalisation de ce projet combinées aux incertitudes quant au succès de ce type d'aménagement.

Le projet de stabilisation des rives en érosion aux Îles de la Paix se démarque par un pointage plus élevé. Cependant, il faut valider la disponibilité des sites de même que le potentiel de gain en habitat du poisson qui s'en dégagerait. Malgré une complexité technique à la réalisation des ouvrages, le fait que d'autres projets de compensation ont été réalisés sur ce site ont permis de bâtir une grande connaissance du milieu et des ouvrages à construire ce qui facilite tout de même la réalisation. De plus, les bienfaits environnementaux connus de ces projets réalisés contribuent à ce résultat favorable. À l'inverse, le projet aux Îles de Contrecoeur obtient un pointage plus faible malgré une problématique semblable en plusieurs points. La distance de l'île et le manque de connaissances sur le milieu (notamment concernant la bathymétrie, la force des vents, la typologie des habitats, le déplacement des sédiments et du courant, etc.), contrairement aux Îles de la Paix, en sont responsables.

L'autre projet obtenant également un pointage très intéressant est celui de Pointe-des-Cascades. En effet, ce projet obtient un pointage de 75,6 % et il se démarque au niveau des critères environnementaux notamment pour les gains de fonctions d'habitats pour plusieurs espèces de poissons impactées par la réalisation du projet de reconstruction du PIT. En plus, au niveau économique, les coûts de construction estimés sont moins élevés que pour certains autres projets étudiés.

Autres possibilités

En plus des sites potentiels ayant été évalués dans le cadre de ce rapport, d'autres pistes pourraient être approfondies dans le cas où certains projets ciblés ne pouvaient pas être réalisés pour une quelconque raison.

Les démarches effectuées auprès de certains organismes au cours des recherches de sites potentiels de compensation n'ont pas mené à la sélection de projets dans le cadre de la présente évaluation. Cependant, si la situation l'exige, ceux-ci pourraient être contactés à nouveau afin d'approfondir la recherche. Parmi ces organismes, on note :

- Conservation de la nature Canada :
 - Projets de renaturalisation de terres agricoles situées en plaine inondable dans le secteur du Lac Saint-Pierre. De tels projets ont été considérés et retenus comme projets de compensation dans le passé. Le principal enjeu pour ces projets est l'acceptation par les propriétaires et la Commission de Protection du Territoire Agricole (CPTAQ).
- Société de conservation et d'aménagement des bassins versants de la zone Châteauguay (SCABRIC) :
 - Projets en rive principalement. Potentiel de travaux d'amélioration dans l'habitat du poisson également.
- Ciel et Terre :
 - Plusieurs projets débutés et à venir dans le cadre du plan d'action pour améliorer le ruisseau Massé et son bassin versant qui subissent d'importantes pressions anthropiques.
- Ambioterra;
- Conseil du bassin versant de la région de Vaudreuil-Soulanges (COBAVER-VS).

La possibilité d'aménager des récifs à même les anciennes structures du pont actuel qui demeureront en place a déjà été évoquée. Cette avenue pourrait également être étudiée davantage afin d'évaluer la faisabilité et le gain potentiel qui pourrait être obtenu.

Enfin, le retrait de remblais ayant été mis en place dans le lac des Deux-Montagnes lors de la construction d'origine du pont de l'Île-aux-Tourtes représente une autre avenue de gain potentiel d'habitats du poisson. Ces remblais présents à l'est de l'Île aux-Tourtes ainsi qu'à l'ouest et à l'est de l'Île Girwood pourraient potentiellement être retirés en partie afin de retrouver de l'habitat du poisson. Des considérations sur la stabilité des remblais en place et sur l'effet du retrait de certaines zones devront être évaluées davantage avant de pouvoir se prononcer sur la faisabilité de cette option. La localisation des ouvrages permanents du futur pont ainsi que des aires de drainage devront également être prises en considération.

4 CONCLUSION

Le présent document avait pour objectif d'identifier et d'évaluer diverses options pouvant être envisagées afin de compenser les impacts sur les eaux où vivent les poissons dans le cadre du projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes. Ces sites ont été évalués selon différents critères inspirés des lignes directrices du MPO et du MFFP en la matière.

L'analyse multicritère effectuée pour les projets ciblés a permis de distinguer les avantages et inconvénients ou limites des projets tant au niveau environnemental, socioéconomique qu'au niveau technique. Parmi les projets évalués, ceux de Pointe-des-Cascades et des Îles de la Paix se démarquent plus particulièrement. Le site de Pointe-des-Cascades offre une opportunité intéressante de gain pour l'habitat du poisson malgré que certaines sources indiquent que le site serait déjà visé pour des travaux d'aménagement dans le cadre d'un autre projet de compensation. Des recherches devront être effectuées afin de clarifier la disponibilité de ce site, mais la possibilité de réaliser des aménagements complémentaires demeure très intéressante. Pour ce qui est du site des Îles de la Paix, la possibilité de participer à la consolidation de la protection et de l'amélioration d'un archipel de grande valeur écologique représente une option intéressante. Malgré certains doutes émis sur les gains potentiels en habitat du poisson, les représentants d'Environnement Canada semblent convaincus que des aménagements intéressants demeurent toujours à réaliser. Des investigations supplémentaires devraient être réalisées pour mieux définir les gains potentiels pour le poisson sur le site.

De manière générale, de plus amples investigations seront requises pour préciser le choix des projets de compensation ainsi que le concept et son mode de réalisation en prenant en considération les commentaires des autorités concernées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CANARDS ILLIMITÉS CANADA ET MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (CIC ET MELCC), 2009 à 2019. *Cartographie détaillée des milieux humides des secteurs habités du sud du Québec – Données du projet global*. En ligne : <https://www.canards.ca/cartographie-detaillee-des-milieux-humides-du-quebec/>. Consulté le : 26 octobre 2020.
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (ECCC), 2020. *Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026*. Atlas de restauration des rives du Saint-Laurent. Observatoire global du Saint-Laurent. En ligne : <https://ogsl.ca>. Consulté le 5 octobre 2020.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2015. *Lignes directrices pour la conservation des habitats fauniques (4e édition)*. Direction générale de la valorisation du patrimoine naturel. 41 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC (MRNF), 2007. *Banque de données du MRNF sur les lieux de reproduction du poisson*. Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, Montérégie et Estrie.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (MPO), 2019. *Politique sur l'application de mesures visant à compenser les effets néfastes sur le poisson et son habitat en vertu de la Loi sur les pêches*. Programme de protection du poisson et de son habitat. 17 p.
- WSP, 2018. *Corridor du nouveau pont Champlain - Compensation pour la perte de milieux humides et d'habitats dans un refuge d'oiseaux migrateurs, Îles de la Paix – Design préliminaire (SR3)*. Rapport de WSP Canada Inc. à Travaux publics et Services gouvernementaux Canada. 27 p. et annexes.

ANNEXE

A

ANALYSE MULTICRITÈRE
DES PISTES DE
COMPENSATION – HABITAT
DU POISSON

A-1 *PRINCIPES DIRECTEURS ET CRITÈRES*

Annexe A-1 Principes directeurs et critères

| Critère | Catégorie | Description |
|---|-----------------|--|
| <i>Principe 1 : gestion des pêches et priorité de restaurations locales</i> | | |
| Milieu situé à proximité du secteur affecté par le projet | Environnement | Ce critère vise à déterminer si les projets compensatoires proposés sont suffisamment proches du site du projet et que ceux-ci s’inscrivent dans le schéma des priorités de restauration locale. |
| Bénéfices pour une ou des espèces à statut | Environnement | Ce critère vise à déterminer si le projet permet de favoriser le rétablissement d’espèces jugées vulnérables par l’amélioration de son habitat. |
| Intérêt des Premières Nations | Socioéconomique | Ce critère permet de discriminer si un projet est d’intérêt pour les communautés locales autochtones et s’il permet d’appuyer, lorsqu’applicable, les visions en ce qui concerne la gestion des pêches des intervenants autochtones du milieu. |
| Intérêt des intervenants locaux et collaboration possible avec les organismes du milieu, des institutions à vocation éducative et la communauté scientifique (recherche et développement) | Socioéconomique | La collaboration avec les organismes et les intervenants du milieu est primordiale pour le succès d’un aménagement compensatoire. Ce critère vise donc à identifier si les mesures de compensation potentielles ont l’appui des intervenants du milieu et si elles viennent combler des besoins en matière de priorités de restauration locale. |
| <i>Principe 2 : contrebalancer les impacts du projet</i> | | |
| Aménagement permettant des gains d’habitats fauniques | Environnement | Il s’agit ici de déterminer si le projet d’aménagement offrira un gain suffisant en termes de superficie supplémentaire acquise afin de compenser la perte d’habitats causée par le projet. |
| Aménagement permettant des gains de productivité (gains de fonctions d’habitats) | Environnement | Ce critère vise à déterminer si les mesures compensatoires étudiées ciblent des facteurs qui limitent la productivité dans une zone donnée et permettent d’obtenir un gain de productivité dans le but de contrebalancer la productivité perdue en raison de la mise en place du projet. |
| Aménagement permettant l’amélioration d’habitats fauniques déjà présents (consolidation de gains antérieurs) et/ou de la biodiversité | Environnement | Ce paramètre vient compléter les critères de gains de superficie et de productivité en explorant la possibilité que les mesures de compensation soumises permettent également de consolider un habitat faunique déjà présent afin d’en améliorer la qualité ou d’en augmenter la richesse spécifique (biodiversité). |
| Favorise une ou des espèce(s) impactée (s) par le projet | Environnement | Il s’agit ici de déterminer si les mesures de compensation permettront de faire des gains pour des espèces qui seront impactées par le projet. |
| Milieu similaire au secteur affecté par le projet | Environnement | Ce critère vise à évaluer si les mesures de compensation permettent de remplacer ou d’améliorer un habitat du même type que celui qui sera impacté. |
| État d’avancement du projet d’aménagement | Technique | L’état d’avancement d’un projet permet de déterminer si la quantité d’informations disponibles actuellement est suffisante pour juger des bénéfices potentiels pouvant découler des mesures de compensation. Par exemple, un manque d’informations concrètes au sujet d’un projet, malgré la documentation et les recherches effectuées, impliquerait qu’il serait difficile de déterminer efficacement si le projet contrebalance vraiment les impacts du projet. |
| <i>Principe 3 : avantages supplémentaires à la pêche</i> | | |
| Possibilité de soutenir des activités récréotouristiques ou autres (gestion intégrée et développement durable) | Socioéconomique | Il s’agit ici d’évaluer si les mesures compensatoires proposées peuvent offrir des avantages supplémentaires pour la productivité des pêches, sans influencer d’autres facteurs, afin de soutenir des activités durables d’utilisation de la ressource. Le suivi des aménagements compensatoires devra démontrer que l’augmentation de productivité des pêches est le fruit des mesures de compensation. |
| Présence d’espèces visées par des activités de pêche sportive | Environnement | Ce critère permet de déterminer si une espèce d’intérêt pour la pêche sportive est visée par les mesures compensatoires. Si une telle espèce est visée par les aménagements proposés, ceci permettrait d’appuyer les gestionnaires de pêche locaux dans leur démarche de valorisation de la ressource. |
| <i>Principe 4 : générer des avantages autosuffisants à long terme</i> | | |
| Consensus chez les spécialistes sur les retombées de l’aménagement | Socioéconomique | Ce critère permet de déterminer si une avenue de compensation est valable et durable selon différents experts (intervenants locaux, institutions gouvernementales et universitaires, professionnels en environnement, etc.) afin de s’assurer d’un consensus sur les avantages à long terme du projet. |
| Efficacité appréhendée de l’aménagement (garantie de succès) | Technique | Il s’agit ici d’évaluer, dans la mesure des connaissances actuelles, l’efficacité appréhendée des mesures de compensation étudiées en matière de gains de superficie et/ou de productivité afin de s’assurer que les avantages offerts par la compensation durent aussi au moins longtemps que les impacts causés par le projet. |
| Perturbations du milieu lors de la mise en place de l’aménagement, après mise en place des mesures d’atténuation | Environnement | Ce critère permet d’évaluer si une avenue de compensation pourrait avoir des effets sur l’environnement pendant la construction, même après l’application de mesures d’atténuation. Un impact négatif sur l’environnement au moment de la mise en place du projet pourrait avoir un effet à long terme et minimiser les avantages autosuffisants du projet. |
| Complexité d’entretien | Technique | Ces aspects techniques permettent de déterminer si les avenues de compensation permettent l’établissement d’un plan d’entretien et de suivi réalisable à long terme. |
| Complexité du suivi, après construction | Technique | Par exemple, il pourrait être difficile d’évaluer les avantages dans le temps découlant d’un projet si ce dernier implique une complexité importante d’entretien et de suivi. |

| Critère | Catégorie | Description |
|--|-----------------|--|
| Autres critères | | |
| Contraintes réglementaires | Technique | Ce critère vise à identifier la présence de contraintes réglementaires provinciales et fédérales pouvant avoir une implication dans l'établissement d'un projet de compensation. |
| Accessibilité du milieu | Technique | Ces aspects permettent d'évaluer si un projet comporte des contraintes techniques de construction importantes, pouvant nuire au succès du projet. |
| Complexité de construction | Technique | |
| Coûts de construction estimés | Économique | Ces aspects économiques sont à titre indicatif et permettent de comparer les coûts versus les bénéfices des différents projets potentiels. |
| Coûts d'entretien estimés | Économique | |
| Coûts de suivi estimés | Économique | |
| Création d'emplois/retombées locales, en construction | Socioéconomique | Ce critère socioéconomique permet de déterminer si les avenues de compensation auront des retombées intéressantes pour le milieu local lors de la phase de construction. Ce critère s'inscrit dans une démarche d'acceptabilité sociale des projets de compensation. |
| Note : Les autres critères sont évalués, mais ne sont pas pondérés dans la grille d'analyse. | | |

A-2 CRITÈRES D'ANALYSE

Annexe A-2 Critères d’analyse

| | Principe directeur | Pointage | Pondération | Pondération relative (%) | Pointage maximum | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|--------------------|----------|-------------|--------------------------|------------------|--|---|--|-------------------------------|
| Environnement | | | | 57,5 % | | | | | |
| Aménagement permettant des gains d'habitats fauniques (superficie supplémentaire acquise) | 2 | 0 à 3 | 3 | 7,5 % | 9 | Gains en habitats négligeables | Gains faibles | Gains moyens | Gains élevés |
| Aménagement permettant des gains de productivité (gains de fonctions d'habitats) | 2 | 0 à 3 | 3 | 7,5 % | 9 | Gains de productivité négligeables | Gains faibles | Gains moyens | Gains élevés |
| Aménagement permettant l'amélioration d'habitats fauniques déjà présents (consolidation de gains antérieurs) et/ou de la biodiversité | 2 | 0 ou 1 | 2 | 5,0 % | 2 | Non | Oui | | |
| Favorise une ou des espèce(s) impactée(s) par le projet | 2 | 0 à 3 | 4 | 10,0 % | 12 | Incertain | Faiblement | Moyennement | Fortement |
| Bénéfices pour une ou des espèces à statut | 1 | 0 ou 1 | 2 | 5,0 % | 2 | Non (ou information non disponible) | Oui | | |
| Présence d'espèces visées par des activités de pêche sportive | 3 | 0 ou 1 | 2 | 5,0 % | 2 | Non (ou information non disponible) | Oui | | |
| Perturbations du milieu lors de la mise en place de l'aménagement, après mise en place des mesures d'atténuation | 4 | 0 à 3 | 2 | 5,0 % | 6 | Risques de perturbations pouvant avoir un effet important sur le milieu | Risques de perturbations pouvant avoir un effet modéré sur le milieu | Risques de perturbations faibles et ayant peu d'effet sur le milieu | Aucune perturbation envisagée |
| Milieu similaire au secteur affecté par le projet | 2 | 0 ou 1 | 3 | 7,5 % | 3 | Non | Oui | | |
| Milieu situé à proximité du secteur affecté par le projet | 1 | 0 à 2 | 2 | 5,0 % | 4 | Plus de 20 km | 6 à 20 km | Moins de 5 km | |
| Socioéconomique | | | | 20,0 % | | | | | |
| Consensus chez les spécialistes sur les retombées de l'aménagement | 4 | 0 à 2 | 2 | 5,0 % | 4 | Acteurs du milieu en désaccord sur les retombées du projet d'aménagement | Acteurs du milieu partageant raisonnablement les mêmes conclusions au sujet des retombées du projet d'aménagement | Acteurs du milieu partageant tous les mêmes conclusions au sujet des retombées du projet d'aménagement | |
| Intérêt des Premières Nations | 1 | 0 à 2 | 3 | 7,5 % | 6 | Non | Neutre | Oui | |
| Intérêt des intervenants locaux et collaboration possible avec les organismes du milieu, des institutions à vocation éducative et la communauté scientifique (recherche et développement) | 1 | 0 à 2 | 2 | 5,0 % | 4 | Non | Potentiellement | Oui | |
| Création d'emplois/retombées locales, en construction | Autre | | | | | Non | Oui | | |
| Possibilité de soutenir des activités récréotouristiques ou autres (gestion intégrée et développement durable) | 3 | 0 à 2 | 1 | 2,5 % | 2 | Non | Potentiellement | Oui | |

| | Principe directeur | Pointage | Pondération | Pondération relative (%) | Pointage maximum | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--|--------------------|----------|-------------|--------------------------|------------------|--|---|--|---|
| Technique | | | | 22,5 % | | | | | |
| Complexité de construction | Autre | | | | | Présence de contraintes importantes pouvant affecter le succès de l'aménagement | Présence de contraintes, mais qui n'affectent pas le succès potentiel de l'aménagement | Absence de contrainte | |
| Complexité d'entretien | 4 | 0 à 3 | 1 | 2,5 % | 3 | Complexité d'entretien très élevée nécessitant l'implication de plusieurs ressources matérielles et humaines | Complexité d'entretien élevée, mais réaliste sur le plan économique | Complexité moyenne nécessitant peu de ressources matérielles et humaines | Complexité d'entretien faible et peu coûteuse |
| Complexité du suivi, après construction | 4 | 0 à 2 | 2 | 5,0 % | 4 | Présence de contraintes importantes pouvant nuire à la validation de l'atteinte des objectifs | Présence de contraintes, mais qui n'affectent pas la validation de l'atteinte des objectifs | Absence de contrainte | |
| Contraintes réglementaires | Autre | | | | | Oui | Non | | |
| Accessibilité du milieu | Autre | | | | | Difficilement accessible | Contraignante, mais accessible | Facilement accessible | |
| Efficacité appréhendée de l'aménagement (garantie de succès) | 4 | 0 à 3 | 4 | 10,0 % | 12 | Nulle | Faible ou incertaine | Moyenne | Forte |
| État d'avancement du projet d'aménagement | 2 | 0 à 3 | 2 | 5,0 % | 6 | Problématique floue et/ou plusieurs études supplémentaires requises | Problématique documentée, mais aucun plan concret mis en place (ou en voie de l'être) | Problématique documentée et plan d'action mis en place | Problématique documentée, plan d'action mis en place et plans d'ingénierie élaborés |
| Économique | | | | 0,0 % | | | | | |
| Coûts de construction estimés | Autre | | | | | Très élevés | Élevés | Moyens | Faibles |
| Coûts d'entretien estimés | Autre | | | | | Très élevés | Élevés | Moyens | Faibles |
| Coûts de suivi estimés | Autre | | | | | Très élevés | Élevés | Moyens | Faibles |
| TOTAL | | --- | 40 | 100,0 % | 90 | | | | |
| Pondération relative par principe directeur | 1 | 22,5 % | | | | | | | |
| | 2 | 42,5 % | | | | | | | |
| | 3 | 7,5 % | | | | | | | |
| | 4 | 27,5 % | | | | | | | |

Note : Les cases en rouge dans le tableau représentent des plages de valeurs non applicables pour le critère évalué.

A-3 *RÉSULTATS DE L'ANALYSE*

Annexe A-3 Résultats d'analyse

| | Principe directeur | Pointage | Pondération | Pondération maximale | Restauration d'habitats dégradés | | | | | | | Stabilisation de rives en érosion | | Création d'habitats |
|---|--------------------|----------|-------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|------------|-----------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|--|
| | | | | | Ruisseau Girouard | Pointe-des-Cascades | Marécage Fraser (CIC) | Mado (CIC) | Hay Point (CIC) | Pointe Leblanc | Ruisseau Le Bateau | Îles de la Paix | Îles de Contrecoeur | Récifs artificiels dans le lac St-François |
| Environnement | | | | 49 | 28 | 40 | 33 | 30 | 30 | 30 | 33 | 43 | 29 | 27 |
| Aménagement permettant des gains d'habitats fauniques (superficie supplémentaire acquise) | 2 | 0 à 3 | 3 | 9 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| Aménagement permettant des gains de productivité (gains de fonctions d'habitats) | 2 | 0 à 3 | 3 | 9 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| Aménagement permettant l'amélioration d'habitats fauniques déjà présents (consolidation de gains antérieurs) et/ou de la biodiversité | 2 | 0 ou 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Favorise une ou des espèce(s) impactée(s) par le projet | 2 | 0 à 3 | 4 | 12 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| Bénéfices pour une ou des espèces à statut | 1 | 0 ou 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Présence d'espèces visées par des activités de pêche sportive | 3 | 0 ou 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Perturbations du milieu lors de la mise en place de l'aménagement, après mise en place des mesures d'atténuation | 4 | 0 à 3 | 2 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Milieu similaire au secteur affecté par le projet | 2 | 0 ou 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Milieu situé à proximité du secteur affecté par le projet | 1 | 0 à 2 | 2 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

| | Principe directeur | Pointage | Pondération | Pondération maximale | Restauration d'habitats dégradés | | | | | | | Stabilisation de rives en érosion | | Création d'habitats |
|---|--------------------|----------|-------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|------------|-----------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|--|
| | | | | | Ruisseau Girouard | Pointe-des-Cascades | Marécage Fraser (CIC) | Mado (CIC) | Hay Point (CIC) | Pointe Leblanc | Ruisseau Le Bateau | Îles de la Paix | Îles de Contrecoeur | Récifs artificiels dans le lac St-François |
| Socioéconomique | | | | 16 | 6 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 8 | 14 | 8 | 6 |
| Consensus chez les spécialistes sur les retombées de l'aménagement | 4 | 0 à 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| Intérêt des Premières Nations | 1 | 0 à 2 | 3 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Intérêt des intervenants locaux et collaboration possible avec les organismes du milieu, des institutions à vocation éducative et la communauté scientifique (recherche et développement) | 1 | 0 à 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Création d'emplois/retombées locales, en construction | Autre | 0 ou 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Possibilité de soutenir des activités récréotouristiques ou autres (gestion intégrée et développement durable) | 3 | 0 à 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Technique | | | | 25 | 20 | 20 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 19 | 13 | 4 |
| Complexité de construction | Autre | 0 à 2 | | | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Complexité d'entretien | 4 | 0 à 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| Complexité du suivi, après construction | 4 | 0 à 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| Contraintes règlementaires | Autre | 0 ou 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Accessibilité du milieu | Autre | 0 à 2 | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Efficacité appréhendée de l'aménagement (garantie de succès) | 4 | 0 à 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| État d'avancement du projet d'aménagement | 2 | 0 à 3 | 2 | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| Économique | | | | | | | | | | | | | | |
| Coûts de construction estimés | Autre | 0 à 3 | | | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Coûts d'entretien estimés | Autre | 0 à 3 | | | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Coûts de suivi estimés | Autre | 0 à 3 | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Pointage total pondéré sur 100 (%) | | --- | --- | | 60,0% | 75,6% | 70,0% | 64,4% | 64,4% | 64,4% | 70,0% | 84,4% | 55,6% | 41,1% |
| Rang | | | | | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 6 | 7 |

ANNEXE

8-3 *AVANT-PROJET PRÉLIMINAIRE - VOLET CLIMAT SONORE PROJETÉ (MTQ, 2021)*

Avant-projet préliminaire – Volet climat sonore

Climat sonore projeté

Reconstruction du pont de l'île-aux-Tourtes

Février 2021

Table des matières

| | |
|---|---------------|
| 1. Contexte et problématique | 3 |
| 2. Zone d'étude | 3 |
| 3. Climat sonore à proximité du pont de l'île-aux-Tourtes..... | 3 |
| 3.1 MODÉLISATION DU CLIMAT SONORE EXISTANT | 4 |
| 3.1.1 Secteur de Senneville | 5 |
| 3.1.2 Secteur de l'île-aux-Tourtes | 5 |
| 3.2 MODÉLISATION DU CLIMAT SONORE PROJETÉ | 8 |
| 3.2.1 Climat sonore projeté - Tracé Mi-Nord | 9 |
| 3.2.2 Climat sonore projeté - Tracé Nord..... | 10 |
| 4. Impact sonore et mesure d'atténuation..... | 11 |
| 4.1 RÉDUCTION DU NOMBRE DE JOINTS DE DILATATION | 12 |
| 4.2 AMÉNAGEMENT D'UNE ZONE VÉGÉTALISÉE – SENNEVILLE | 12 |
| 5. Conclusion | 13 |
| Annexe : Cartographie du climat sonore projeté..... | 14 |

1. Contexte et problématique

Le projet d'intervention majeure au pont de l'île-aux-Tourtes de l'autoroute 40 qui relie l'ouest de l'île-de-Montréal à Vaudreuil-Dorion, entraîne la reconstruction complète du pont selon les tracés mi-nord ou nord de la localisation actuelle.

Quelques habitations sont situées à proximité du futur pont en bordure du chemin Senneville sur l'île-de-Montréal.

L'objectif du présent document est de présenter le climat sonore projeté et l'impact sonore anticipé selon les deux tracés afin de déterminer si des mesures d'atténuation du bruit doivent être envisagées.

2. Zone d'étude

La zone d'étude s'étend jusqu'à environ 300 mètres de part et d'autre du pont sur le territoire de la municipalité de Senneville et comprend également l'île aux Tourtes.

Des relevés sonores ont été réalisés en 2014 sur le territoire de Senneville ainsi qu'en 2015 sur l'île aux Tourtes. Dans l'ensemble, les niveaux sonores mesurés sont inférieurs à 65 dBA. La source principale de bruit dans le secteur à l'étude provient de la circulation sur l'autoroute 40 et le pont de l'île-aux-Tourtes. Le chemin Senneville est une source de bruit peu importante, car le débit de véhicules y est faible.

3. Climat sonore à proximité du pont de l'île-aux-Tourtes

Le climat sonore sera évalué par modélisation. Le logiciel de simulation utilisé afin d'obtenir la contribution du pont et de l'autoroute au climat sonore ambiant est TNM¹ (Traffic Noise Model) du Federal Highway Administration (FHWA) des États-Unis.

À l'aide de la simulation par ordinateur et en utilisant des données sur la topographie de la route, le volume de circulation et sa composition, la présence d'obstacles naturels, la distance des maisons par rapport à la route et la vitesse des véhicules, il est possible d'évaluer le niveau sonore généré par la circulation.

L'évaluation du climat sonore existant a été réalisée antérieurement et est présentée au rapport daté de mars 2015². Une version révisée du rapport de 2015 a été produite en janvier 2021 afin d'inclure les relevés sonores réalisés sur l'île-aux-Tourtes en 2015.

L'évaluation du climat sonore a été réalisée pour différentes situations. Ainsi, le climat sonore a été évalué pour la configuration existante du pont à l'aide de deux débits soit un DJME de 2019 (débit le plus récent disponible) et une projection de débit en 2031. Le climat sonore projeté selon les deux tracés est évalué pour deux années soit 2031 et 2036. Une comparaison sera faite avec la situation existante afin d'évaluer l'impact sonore des tracés proposés.

Le débit de 2019 provient d'un compteur permanent du MTQ (n° de section de trafic 0004004000). Les débits projetés pour les deux tracés ont été estimés à partir de

¹ TNM 2.5 (Traffic Noise Model) du Federal Highway Administration (FHWA) des États-Unis : décrit au document FHWA-PD-96-010 « FHWA Traffic Noise Model, version 1.0, Technical Manual », MENGE C.W. et al., 1998.

² *Étude de besoins – Volet climat sonore, Pont de l'île-aux-Tourtes – Autoroute 40*, Ministère des Transports du Québec, mars 2015

modélisations réalisées par le MTQ pour les horizons 2031 et 2036. Puisque seuls ces horizons étaient disponibles, il a été convenu que le débit 2031 serait utilisé pour évaluer le niveau sonore au moment de la mise en service, et ce pour les des deux tracés. Une différence de quelques années pour l'évaluation des débits est généralement négligeable.

Tous les débits utilisés pour les calculs sont des débits journaliers moyens estivaux (DJME). Le pourcentage de camions sur l'autoroute 40 et le pont est de 10% et provient des résultats du compteur permanent. La vitesse de 100 km/h est utilisée pour les voies d'autoroute. La présence des glissières latérales et centrales a été prise en compte. Le tableau 1 présente les débits utilisés pour les calculs.

Tableau 1 : Débits de circulation utilisés pour les calculs

| Route | Débit journalier (DJME) | | |
|--|-------------------------|---------|---------|
| | 2019 | 2031 | 2036 |
| Pont A40 (n°section 0004004000) | 93 000 | 104 445 | 108 060 |
| A40 , section avant sortie et entrée de l'échangeur du boulevard des Anciens-Combattants | | 96 540 | 99 960 |
| Nouvelle sortie direction est | | 8 680 | 8 930 |
| Nouvelle sortie direction ouest | | 775 | 830 |
| Voie de desserte direction est, entre le pont et le boul. des Anciens-Combattants | | 9 240 | 9 560 |

3.1 MODÉLISATION DU CLIMAT SONORE EXISTANT

Des calculs ont été effectués en considérant la configuration existante du pont de l'île-aux-Tourtes. Les niveaux sonores ont été calculés à 1.5 m au-dessus du sol (au niveau du rez-de-chaussée). Le pont de l'île-aux-Tourtes, l'autoroute 40 et les routes secondaires ont été considérés dans le modèle de calcul de même que la topographie, la présence des glissières de béton et les bâtiments.

Les résultats du calcul de la contribution des routes considérées au climat sonore existant sont présentés à 10 points montrés à la figure 1, soit des habitations situées au nord et au sud du pont du côté de Senneville ainsi qu'à quatre points correspondants aux relevés sonores de 2015 sur l'île-aux-Tourtes montrés à la figure 2. Le tableau 2 présente les résultats des calculs pour les deux années d'évaluation.

Tableau 2 : Niveaux sonores calculés – Configuration existante

| Pt | Localisation du point de calcul | Niveau sonore $L_{eq,24h}$ en dBA | |
|----|---|--------------------------------------|--------------|
| | | DJME 2019 | DJME 2031 |
| N1 | 150 ch. Senneville | 61.2 | 61.8 |
| N2 | 154 ch. Senneville | 59.3 | 59.8 |
| N3 | 165 ch. Senneville | 59.1 | 59.5 |
| S1 | 114 ch. Senneville | 65.6 | 66.1 |
| S2 | 118 ch. Senneville | 62.2 | 62.7 |
| S3 | 118 ch. Senneville | 61.3 | 61.9 |
| S4 | 108 ch. Senneville | 61.4 | 62.0 |
| S5 | 113-115-117 ch. Senneville | 61.3 | 61.7 |
| S6 | 109-111 ch. Senneville | 60.7 | 61.1 |
| S7 | 102 ch. Senneville | 60.5 | 60.9 |
| T1 | Ile-aux-Tourtes (environ 75m de l'A40) | 62.5 | 63.0 |
| T2 | Ile-aux-Tourtes (environ 70m de l'A40) | 62.6 | 63.1 |
| T3 | Ile-aux-Tourtes (environ 167m de l'A40) | 58.7 | 59.2 |
| T4 | Ile-aux-Tourtes (environ 140m de l'A40) | 56.5 | 57.0 |

3.1.1 Secteur de Senneville

Au sud du pont, l'habitation la plus rapprochée, soit le 114 chemin Senneville (point S1) est située à environ 32 mètres de ce dernier. Le niveau sonore $L_{eq,24h}$ calculé y est de près de 66 dBA et diminue à près de 61 dBA à proximité du 102 chemin Senneville (point S7) qui est situé à 170 mètres de l'autoroute 40.

Au nord du pont, l'habitation la plus rapprochée, soit le 150 chemin Senneville (point N1) est située à environ 175 mètres du pont. Le niveau sonore $L_{eq,24h}$ y est de près de 61 dBA et diminue à 59 dBA à proximité du 165 chemin Senneville (point N3) qui se trouve à 205 mètres du pont.

Les calculs réalisés avec le débit de 2031 montrent une augmentation d'au plus 0.6 décibel des niveaux sonores.

3.1.2 Secteur de l'île-aux-Tourtes

À la hauteur de l'île-aux-Tourtes, l'autoroute 40 s'abaisse graduellement et le niveau sonore à proximité de cette dernière est de près de 63 dBA à 70 mètres de l'autoroute (point T2) dans la partie surélevée diminuant à 57 dBA (point T4) à 140 mètres de l'autoroute dans la partie centrale de l'île. Les calculs réalisés avec le débit de 2031 montrent une augmentation de 0.5 dBA des niveaux sonores par rapport à 2019.



Figure 1 : Localisation des points de calcul du niveau sonore – Secteur de Senneville



Figure 2 : Localisation des points de calcul du niveau sonore – Secteur de l'île-aux-Tourtes

3.2 MODÉLISATION DU CLIMAT SONORE PROJETÉ

Une modélisation du climat sonore projeté en présence du nouveau pont a été réalisée. Le nouvel alignement du pont utilisé provient des plans des tracés mi-nord et nord. La géométrie des tracés mi-nord et nord utilisée de même que les profils et élévations des structures proposées proviennent des plans M05318A_C3D-Geom_1 et M05318A_C3D-Geom_10 de mai 2020.

Les niveaux sonores ont été calculés avec les débits de 2031 ainsi que cinq après, en 2036. Les calculs ont été effectués à 1.5 m au-dessus du sol (au niveau du rez-de-chaussée). Le pont de l'île-aux-Tourtes, l'autoroute 40, les nouvelles sorties directions est et ouest, la voie de desserte direction est et l'usage de l'accotement par les autobus ont été considérés dans le modèle de calcul ainsi que la topographie, la présence des glissières de béton et les habitations.

Les résultats du calcul de la contribution des routes considérées au climat sonore avec les deux tracés du nouveau pont sont présentés aux tableaux 3 et 4. L'impact sonore, soit la variation des niveaux sonores par rapport à la situation sans le projet en 2031 est également montré aux tableaux. La cartographie du climat sonore projeté pour chaque tracé est présentée en annexe. Le climat sonore en présence du pont existant calculé à l'aide des débits de 2031 est également montré sur les cartes des scénarios évalués en 2036.

3.2.1 Climat sonore projeté - Tracé Mi-Nord

Pour le secteur de Senneville, au nord du nouveau pont, le rapprochement de la structure entraîne une augmentation de moins d'un décibel du niveau sonore pour les trois habitations les plus rapprochées (N1 à N3). Au sud du nouveau pont, une réduction du niveau sonore est anticipée pour les deux années d'évaluation, soit une réduction de 0.4 à 1.8 dBA selon la localisation du point de calcul.

En ce qui concerne l'île-aux-Tourtes, la localisation du nouveau pont et son changement de profil entraînent des effets variables en fonction de la position du point de calcul par rapport à la route. Ainsi au point T1 situé dans la section abaissée de l'autoroute 40, le niveau sonore restera sensiblement le même, l'ajout d'une glissière latérale en béton permet de réduire l'impact du déplacement de la route. Au point T2 situé dans la section en structure de l'autoroute 40, le niveau sonore sera pratiquement inchangé et au point T3 une faible augmentation de 0.4 à 0.6 dBA est anticipée. Finalement, une augmentation de 2.6 à 2.8 dBA a été calculée au point T4 situé à 140 mètres de l'autoroute. À cette distance, l'ajout d'une glissière latérale en béton ne permet pas de réduire l'impact du déplacement de l'autoroute, le niveau sonore calculé est toutefois comparable à celui du point T3 (près de 60 dBA).

Tableau 3 : Niveaux sonores calculés – Tracé Mi-Nord

| Pt | Localisation du point de calcul | Niveau sonore L _{eq,24h} en dBA | | | Impact sonore (dBA) | |
|----|---|---|---------------|------|------------------------|------|
| | | Pont existant 2031 | Tracé Mi-Nord | | 2031 | 2036 |
| | | | 2031 | 2036 | | |
| N1 | 150 ch. Senneville | 61.8 | 62.4 | 62.5 | 0.6 | 0.7 |
| N2 | 154 ch. Senneville | 59.8 | 60.4 | 60.5 | 0.6 | 0.7 |
| N3 | 165 ch. Senneville | 59.5 | 60 | 60.1 | 0.5 | 0.6 |
| S1 | 114 ch. Senneville | 66.1 | 65.1 | 65.2 | -1 | -0.9 |
| S2 | 118 ch. Senneville | 62.7 | 60.9 | 61 | -1.8 | -1.7 |
| S3 | 118 ch. Senneville | 61.9 | 60.4 | 60.5 | -1.5 | -1.4 |
| S4 | 108 ch. Senneville | 62.0 | 60.6 | 60.7 | -1.4 | -1.3 |
| S5 | 113-115-117 ch. Senneville | 61.7 | 60.9 | 61 | -0.8 | -0.7 |
| S6 | 109-111 ch. Senneville | 61.1 | 60.4 | 60.5 | -0.7 | -0.6 |
| S7 | 102 ch. Senneville | 60.9 | 60.5 | 60.6 | -0.4 | -0.3 |
| T1 | Ile-aux-Tourtes (environ 75m de l'A40) | 63 | 63.0 | 63.1 | 0 | 0.1 |
| T2 | Ile-aux-Tourtes (environ 70m de l'A40) | 63.1 | 62.9 | 63 | -0.2 | -0.1 |
| T3 | Ile-aux-Tourtes (environ 167m de l'A40) | 59.2 | 59.6 | 59.8 | 0.4 | 0.6 |
| T4 | Ile-aux-Tourtes (environ 140m de l'A40) | 57 | 59.6 | 59.8 | 2.6 | 2.8 |

3.2.2 Climat sonore projeté - Tracé Nord

Au nord du nouveau pont, le rapprochement de la structure entraîne une augmentation en 2031 de 1.5 à 2.1 dBA du niveau sonore pour les trois habitations les plus rapprochées (N1 à N3). Au sud, des réductions de 1.5 à 2.7 dBA sont anticipées en 2031.

En ce qui concerne l'île-aux-Tourtes, la localisation du nouveau pont et son changement de profil entraînent des effets variables en fonction de la position du point de calcul par rapport à la route. Ainsi au point T1 situé dans la section abaissée de l'autoroute 40, le niveau sonore augmentera de moins d'un décibel, l'ajout d'une glissière latérale en béton permet de réduire l'impact du déplacement de la route. Aux points T2 et T3 situés dans la section en structure de l'autoroute 40, les niveaux sonores seront pratiquement inchangés en 2031 et 2036. Finalement, une augmentation de 3.5 à 3.6 dBA a été calculée au point T4 situé à 140 mètres de l'autoroute. À cette distance, l'ajout d'une glissière latérale en béton ne permet pas de réduire l'impact du déplacement de l'autoroute.

Tableau 4 : Niveaux sonores calculés – Tracé Nord

| Pt | Localisation du point de calcul | Niveau sonore Leq,24h en dBA | | | Impact sonore (dBA) | |
|----|---|---------------------------------|------------|------|------------------------|------|
| | | Pont existant 2031 | Tracé Nord | | 2031 | 2036 |
| | | | 2031 | 2036 | | |
| N1 | 150 ch. Senneville | 61.8 | 63.9 | 64 | 2.1 | 2.2 |
| N2 | 154 ch. Senneville | 59.8 | 61.7 | 61.9 | 1.9 | 2.1 |
| N3 | 165 ch. Senneville | 59.5 | 61 | 61.1 | 1.5 | 1.6 |
| S1 | 114 ch. Senneville | 66.1 | 63.4 | 63.5 | -2.7 | -2.6 |
| S2 | 118 ch. Senneville | 62.7 | 60.6 | 60.7 | -2.1 | -2.0 |
| S3 | 118 ch. Senneville | 61.9 | 59.9 | 60 | -2.0 | -1.9 |
| S4 | 108 ch. Senneville | 62 | 59.9 | 60 | -2.1 | -2.0 |
| S5 | 113-115-117 ch. Senneville | 61.7 | 59.7 | 59.7 | -2.0 | -2.0 |
| S6 | 109-111 ch. Senneville | 61.1 | 59.1 | 59.2 | -2.0 | -1.9 |
| S7 | 102 ch. Senneville | 60.9 | 59.4 | 59.4 | -1.5 | -1.5 |
| T1 | Ile-aux-Tourtes (environ 75m de l'A40) | 63 | 63.8 | 63.9 | 0.8 | 0.9 |
| T2 | Ile-aux-Tourtes (environ 70m de l'A40) | 63.1 | 62.8 | 62.9 | -0.3 | -0.2 |
| T3 | Ile-aux-Tourtes (environ 167m de l'A40) | 59.2 | 59 | 59.2 | -0.2 | 0.0 |
| T4 | Ile-aux-Tourtes (environ 140m de l'A40) | 57 | 60.5 | 60.6 | 3.5 | 3.6 |

4. Impact sonore et mesure d'atténuation

Les niveaux sonores projetés en 2031 et 2036 étant peu différents, l'impact a été évalué en comparant les niveaux sonores en présence du pont existant en 2031 et les niveaux des deux tracés proposés en 2036. Le tableau 5 présente les impacts anticipés aux points de calcul. L'évaluation de l'impact est réalisée à l'aide de la grille d'évaluation de l'impact sonore tirée du document de la *Politique sur le bruit routier* du MTQ.

Tableau 5 : Impact sonore du nouveau pont de l'île-aux-Tourtes

| Pt | Localisation du point de calcul | Impact sonore (2036) | |
|----|---|----------------------|------------|
| | | Tracé Mi-Nord | Tracé Nord |
| N1 | 150 ch. Senneville | Faible | Faible |
| N2 | 154 ch. Senneville | Faible | Faible |
| N3 | 165 ch. Senneville | Nul | Faible |
| S1 | 114 ch. Senneville | Diminution | Diminution |
| S2 | 118 ch. Senneville | Diminution | Diminution |
| S3 | 118 ch. Senneville | Diminution | Diminution |
| S4 | 108 ch. Senneville | Diminution | Diminution |
| S5 | 113-115-117 ch. Senneville | Diminution | Diminution |
| S6 | 109-111 ch. Senneville | Diminution | Diminution |
| S7 | 102 ch. Senneville | Diminution | Diminution |
| T1 | Ile-aux-Tourtes (environ 75m de l'A40) | Nul | Faible |
| T2 | Ile-aux-Tourtes (environ 70m de l'A40) | Nul | Nul |
| T3 | Ile-aux-Tourtes (environ 167m de l'A40) | Faible | Nul |
| T4 | Ile-aux-Tourtes (environ 140m de l'A40) | Faible | Moyen |

Le tracé mi-nord n'entraîne que des impacts sonores faibles du côté de Senneville et de l'île-aux-Tourtes qui ne nécessitent pas la mise en place de mesures d'atténuation. Selon la *Politique sur le bruit routier* du MTQ, un impact sonore faible est considéré comme étant non significatif et ne nécessite pas la mise en place d'une mesure d'atténuation. Le tracé nord entraîne des impacts sonores faibles à Senneville du côté nord du pont et des diminutions du niveau sonore au sud du pont.

Un impact moyen est identifié sur l'île-aux-Tourtes avec le tracé nord. Ce secteur n'est pas développé actuellement, mais la Ville de Vaudreuil-Dorion souhaite y aménager des sentiers. Afin de réduire l'impact sonore anticipé, il est recommandé après la construction du nouveau pont, de reboiser les surfaces disponibles.

L'élaboration d'une mesure d'atténuation sonore au nord du nouveau pont dans le secteur de Senneville n'est pas requise selon la *Politique sur le bruit routier* du MTQ. Toutefois, le tracé nord entraîne des augmentations de près de deux décibels et certaines actions reliées à la conception du pont ou à l'aménagement du terrain à proximité de ce dernier peuvent contribuer à atténuer cette augmentation sonore.

4.1 RÉDUCTION DU NOMBRE DE JOINTS DE DILATATION

La modélisation des niveaux sonores produits par la circulation sur le pont existant ou sur les tracés proposés ne considère pas la présence des joints de dilatation. Le pont existant comporte 21 joints de dilatation alors qu'il ne devrait y en avoir que six sur les nouvelles structures proposées.

La présence des joints sur le pont existant engendre des plaintes de la part des riverains, car il s'agit d'un bruit bien identifiable qui génère une gêne sonore non négligeable. À titre d'exemple, une étude produite en 2019 à la demande du département de Transport de l'État de Washington³, mentionne que le passage d'un véhicule sur ce type de joint crée une impulsion de bruit d'un niveau variant entre 70 et 105 décibels selon le type de véhicule et son poids. Des relevés montrent une augmentation d'environ 20 décibels du niveau sonore entre 400 et 800 Hz pendant le passage sur un joint.

Le passage des véhicules sur les joints n'entraîne pas nécessairement une augmentation importante du niveau sonore $L_{eq,24h}$, toutefois il contribue à augmenter la gêne sonore ressentie. La diminution du nombre de joints sur la nouvelle structure contribuera à réduire la gêne sonore et représente un impact positif.

4.2 AMÉNAGEMENT D'UNE ZONE VÉGÉTALISÉE – SENNEVILLE

Au nord de l'autoroute 40, l'habitation la plus rapprochée se situe à près de 120 mètres du futur pont. À cette distance, un écran antibruit n'est pas efficace, mais l'ajout d'une bande boisée peut procurer une certaine réduction sonore.

Il est recommandé de mettre en place une bande boisée de 15 mètres de profondeur dans l'emprise disponible sur la plus longue distance possible entre le chemin Senneville et la berge du lac des Deux Montagnes. Bien que le pont se situe à plusieurs mètres au-dessus du terrain naturel, une bande boisée peut apporter une certaine réduction du bruit routier par la diffusion du son par les troncs et les branches ainsi que le feuillage et l'effet de la modification des profils météorologiques sur la propagation du son (réfraction).

Dans le cas présent, les recommandations minimales pour la composition de la bande boisée sont les suivantes :

- Arbres feuillus et conifères : ratio de 0.12 plant/m²
- Arbustes : ratio de 0.25 plant/m²
- Conifères : maximum de 30% dans la composition de la bande boisée.

La mise en place d'une bande boisée offre une atténuation sonore relativement limitée, mais elle devrait permettre de réduire l'intensité de l'impact sonore anticipé dans le cas présent.

³ *Modular Expansion Joint Noise Mitigation Study*, University of Washington, Janvier 2019

5. Conclusion

Le projet d'intervention majeure au pont de l'île-aux-Tourtes de l'autoroute 40 qui relie l'ouest de l'île-de-Montréal à Vaudreuil-Dorion, entraîne la reconstruction complète du pont selon les tracés mi-nord ou nord de la localisation actuelle.

Puisque quelques habitations sont situées à proximité du futur pont en bordure du chemin Senneville sur l'île de Montréal, le climat sonore projeté et l'impact anticipé selon les deux tracés ont été évalués. Le climat sonore pour les deux tracés a été évalué pour les premières années d'exploitation du nouveau pont, puis comparé aux niveaux sonores de la situation du pont existant.

La modélisation des niveaux sonores produits par la circulation et l'évaluation de l'impact ne tiennent pas compte de la diminution importante du nombre de joints de dilatation sur la nouvelle structure. Il y a 21 joints de dilation sur le pont existant alors qu'il ne devrait y en avoir que six sur les nouvelles structures proposées. La diminution du nombre de joints sur la nouvelle structure contribuera à réduire la gêne sonore et représente un impact positif.

Les tracés mi-nord et nord engendrent tout au plus quelques impacts sonores de faible intensité du côté de Senneville qui ne nécessitent pas la mise en place d'une mesure d'atténuation selon les critères élaborés à la *Politique sur le bruit routier* du MTQ. Le tracé nord entraîne un impact moyen sur l'île-aux-Tourtes dans un secteur non développé. Puisque la Ville de Vaudreuil-Dorion souhaite y aménager des sentiers, il est recommandé après la construction du nouveau pont, de reboiser les surfaces disponibles afin de réduire l'impact sonore anticipé.

Finalement, bien qu'il n'y ait pas d'impact sonore à atténuer au nord du pont du côté de Senneville, il est recommandé de mettre en place une bande boisée de 15 mètres de profondeur dans l'emprise disponible, sur la plus longue distance possible entre le chemin Senneville et la berge du lac des Deux Montagnes. La mise en place d'une telle bande offre une atténuation sonore relativement limitée, mais elle devrait permettre de réduire l'intensité de l'impact sonore anticipé.

Rédigé par :

Line Gamache, ing.

Direction de la Planification et de la mobilité durable

Février 2021

Annexe

Cartographie du climat sonore projeté

Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes - **Option Mi-Nord**

Secteur de Senneville

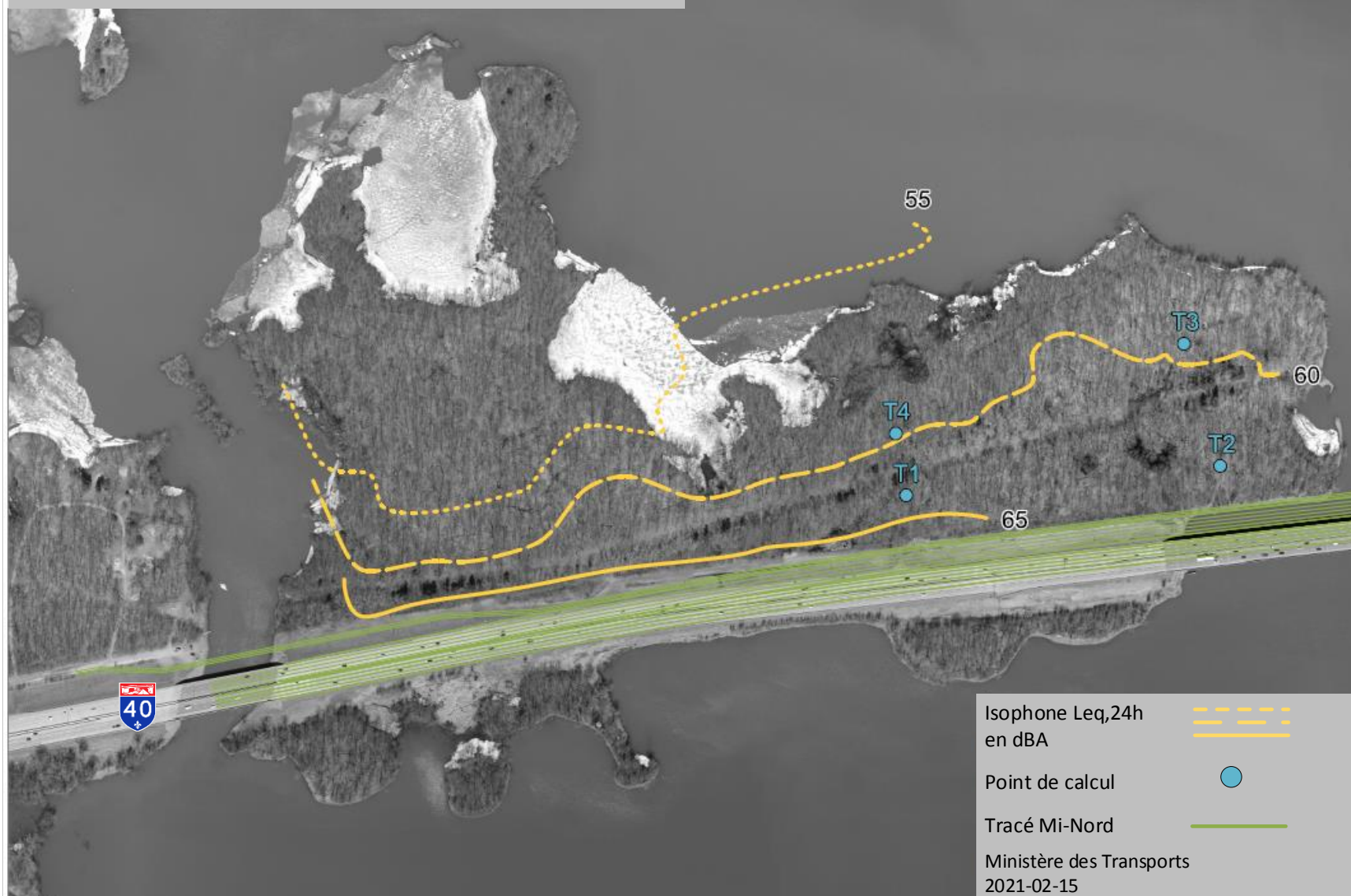
Climat sonore projeté - **2031**



Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes - **Option Mi-Nord**

Secteur de l'Île-aux-Tourtes

Climat sonore projeté - **2031**



Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes - Option Mi-Nord

Secteur de Senneville

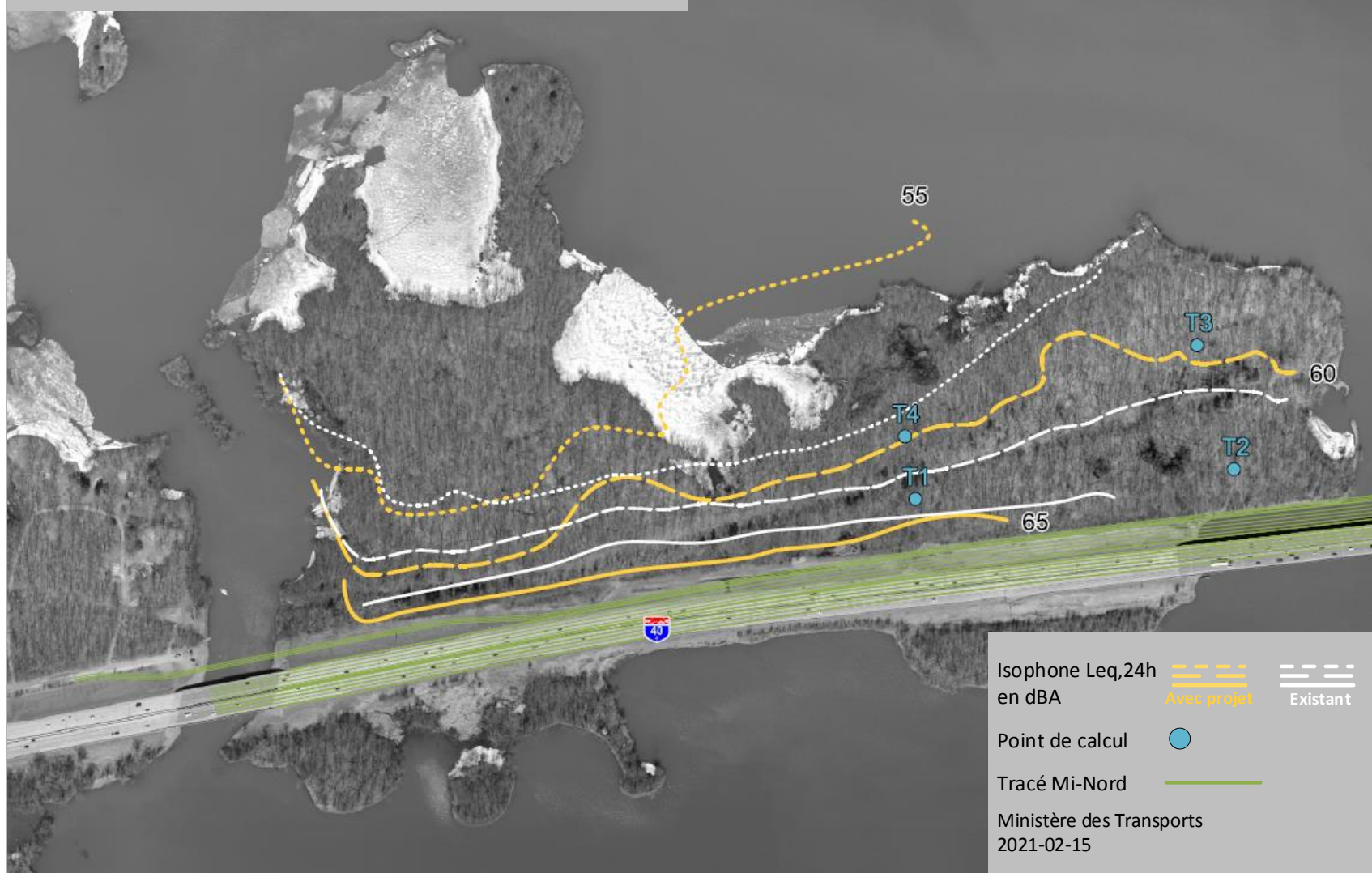
Climat sonore projeté - 2036



Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes - **Option Mi-Nord**

Secteur de l'Île-aux-Tourtes

Climat sonore projeté - **2036**



Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes - **Option Nord**

Secteur de Senneville

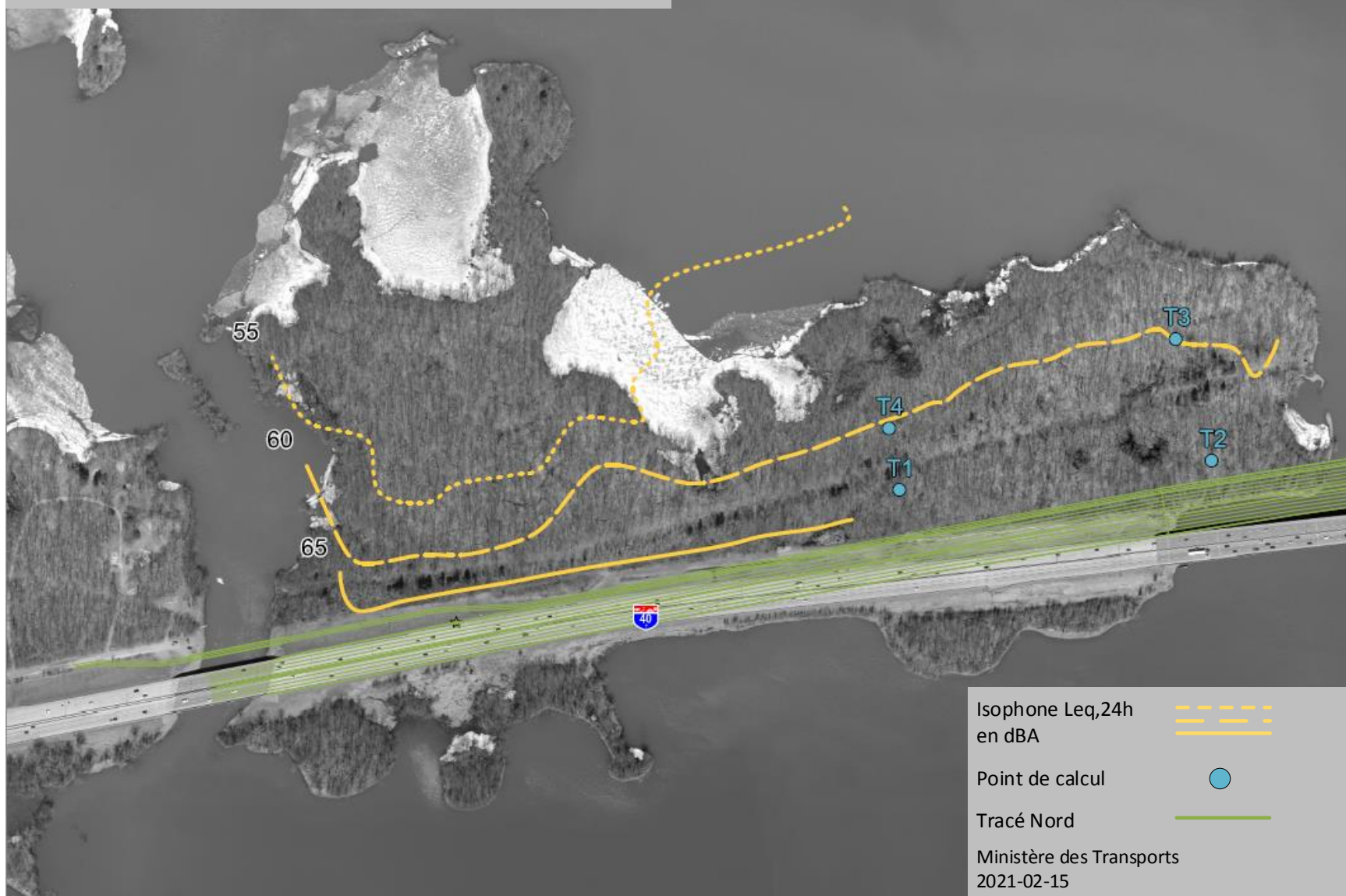
Climat sonore projeté - **2031**



Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes - **Option Nord**

Secteur de l'Île-aux-Tourtes

Climat sonore projeté - **2031**



Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes - **Option Nord**

Secteur de Senneville

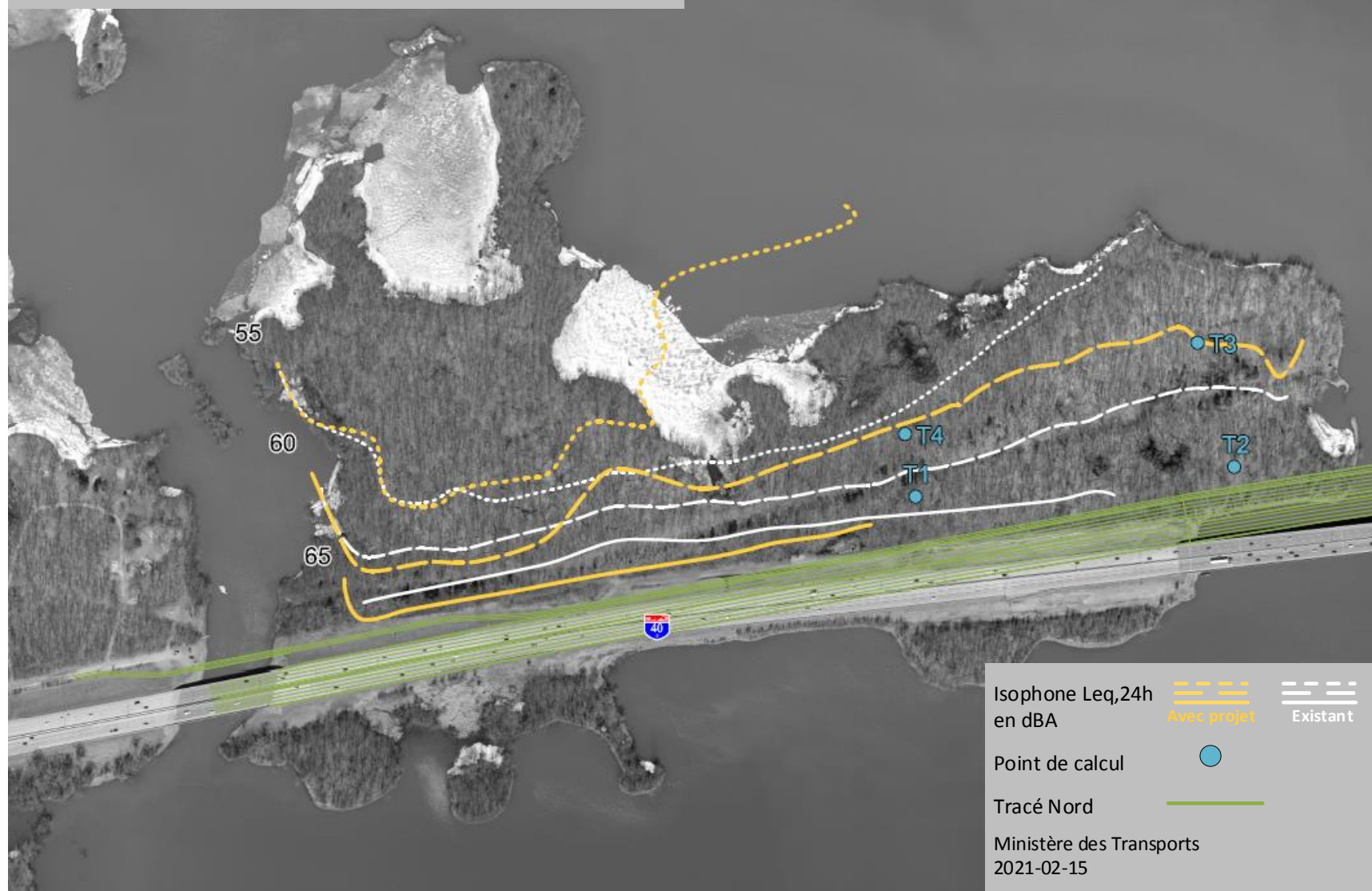
Climat sonore projeté - **2036**



Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes - **Option Nord**

Secteur de l'Île-aux-Tourtes

Climat sonore projeté - **2036**



ANNEXE

8-4 *NOTES TECHNIQUES DE CALCUL DES ÉMISSIONS DE GES (WSP ET MTQ)*



NOTE TECHNIQUE

| | | |
|-----------------------|---|--------------------------------|
| CLIENT : | Ministère des Transports du Québec | |
| PROJET : | Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes | Réf. WSP : 191-11642-00 |
| OBJET : | Estimation des émissions de gaz à effet de serre durant les travaux | DATE : 18 février 2021 |
| DESTINATAIRE : | Sarah Côté-René | |
| CC : | Ghyslain Pothier | |

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) a mandaté WSP Canada Inc (WSP) afin de réaliser une étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) relativement à la démolition du pont de l'Île-aux-Tourtes et à la construction d'un nouveau pont à proximité de l'emplacement actuel. Ce pont, vieux de 50 ans, a déjà fait l'objet de nombreuses réparations et doit maintenant être remplacé. Le Ministère en profitera pour améliorer la conception du lien inter-rives selon les besoins actuels, notamment en y facilitant le transport en commun.

Cette étude d'impact est sujette à l'article 31.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, et éventuellement, à une audience publique. À ce sujet, des directives ont été élaborées par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et émises le 27 novembre 2018. Il est également établi que le projet n'est pas assujéti à la procédure fédérale d'évaluation environnementale.

Le présent document constitue l'étude des émissions de gaz à effet de serre (GES) réalisée lors des différentes étapes du projet incluant la construction de la passerelle de Breslay.

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les principaux objectifs de cette étude sont de :

- Déterminer les sources d'émissions de GES du projet;
- Estimer les émissions de GES des sources identifiées.

2 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie suivante a été suivie :

- Analyse des éléments et des activités du projet en fonction des documents descriptifs et techniques;
- Identification des sources significatives de GES du projet.

La figure 1 indique la zone des travaux du pont de l'Île-aux-Tourtes.

Figure 1 Site du pont de l'Île-aux-Tourtes



2.1 GAZ À EFFET DE SERRE CONSIDÉRÉS

Les GES et les potentiels de réchauffement planétaire (PRP) considérés dans cette évaluation sont présentés au tableau 1. Les potentiels considérés sont les PRP actualisés selon le rapport AR4 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Selon un échange avec le MELCC, ces facteurs sont applicables aux projets qui seront en exploitation après 2021.

Tableau 1 Potentiels de réchauffement planétaire des gaz à effet de serre considérés

| Gaz à effet de serre | Potentiel de réchauffement planétaire |
|----------------------|---------------------------------------|
| CO ₂ | 1 |
| CH ₄ | 25 |
| N ₂ O | 298 |

2.2 SOURCES D'ÉMISSIONS

Les émissions de GES ont été estimées sur toute la durée du projet. La section suivante donne le détail des émissions par source ainsi que par catégorie de GES.

2.3 DÉFINITION DES TYPES D'ÉMISSIONS

2.3.1 ÉMISSIONS DIRECTES DE GAZ À EFFET DE SERRE

Les émissions directes proviennent de sources appartenant ou étant sous le contrôle opérationnel du responsable des travaux pendant toute la durée du projet. Ainsi, ces émissions incluent celles provenant d'activités pouvant être sous-traitées sur le site. Il s'agit essentiellement des émissions provenant de la combustion de sources d'énergie fossile comme l'utilisation de carburants dans les véhicules et dans la machinerie opérée sur le site.

2.3.2 ÉMISSIONS INDIRECTES DE GAZ À EFFET DE SERRE

Les émissions indirectes sont des émissions qui sont indirectement produites par les activités du projet. Il s'agit essentiellement des émissions provenant d'activités connexes, typiquement sous le contrôle opérationnel d'une autre entité.

Considérant les différents travaux projetés, toutes les émissions, incluant les émissions dues au transport, seront considérées comme directes. Il n'y a donc aucune émission indirecte.

2.3.3 IDENTIFICATION DES SOURCES ET DES PUIXS DE GAZ À EFFET DE SERRE

La norme ISO 14064-1 définit :

- une source de GES comme une unité physique ou un processus rejetant un GES dans l'atmosphère;
- un puits de GES comme une unité physique ou un processus retirant un GES de l'atmosphère.

Le tableau 2 identifie les sources et les puits de GES par activité.

Tableau 2 Sources et puits de gaz à effet de serre par activité du projet

| Activité | Source | Puits | Type de gaz à effet de serre | | | | | | |
|--|--|------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|-----|-----|-----------------|-----------------|
| | | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | HFC | PFC | SF ₆ | NF ₃ |
| Transports des matériaux et du personnel | Combustion de carburant fossile par des équipements mobiles routiers | Pas de puits identifié | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| Travaux de construction | Combustion de carburant fossile par des équipements mobiles hors-route, par les équipements fixes et pour le chauffage | Pas de puits identifié | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |

Légende : CO₂ : dioxyde de carbone; CH₄ : méthane; N₂O : protoxyde d'azote (oxyde nitreux); HFC : hexafluorure de soufre; PFC : perfluorocarbure; SF₆ : hexafluorure de soufre; NF₃ : trifluorure d'azote

2.4 MÉTHODE DE QUANTIFICATION

2.4.1 CALCUL DES GAZ À EFFET DE SERRE

COMBUSTION DE CARBURANT

Pour toute combustion, le calcul des émissions de GES est réalisé à partir de l'équation suivante :

$$\text{Émissions GES} = \sum (\text{Carburant}_j * \text{FE}_j)$$

(Environnement Canada 2015, Annexe 3, Équation A3-1)

Où :

Carburant_j = quantité de carburant j consommée (en L, kg ou m³)
 FE_j = facteur d'émissions (g GES/L, kg ou m³ de carburant)
 J = type de carburant

2.4.2 FACTEURS D'ÉMISSIONS

Les facteurs d'émissions du *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère* (RDOCECA) pour les véhicules et équipements à essence et au diesel sont présentés au tableau 3.

Tableau 3 Facteurs d'émissions de gaz à effet de serre – Véhicules et équipements

| Source | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Source |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| Véhicule à essence | 2 307 g/L | 0,14 g/L | 0,022 g/L | MELCC (2019), tableau 4 |
| Véhicules à essence hors-route | 2 307 g/L | 10,61 g/L | 0,013 g/L | MELCC (2019), tableau 4 |
| Véhicule au diesel (routier) | 2 681 g/L | 0,11 g/L | 0,151 g/L | MELCC (2019), tableau 4 |
| Véhicule au diesel (hors-route) | 2 681 g/L | 0,073 g/L | 0,022 g/L | MELCC (2019), tableau 4 |
| Équipements fixes (essence) | 2 307 g/L | 10,61 g/L | 0,013 g/L | RDOCECA (2020), tableau 1-3 |

2.4.3 INTRANTS

Les données sont fournies par la note technique GP-04 *Estimation de la quantité de carburant et du nombre d'heures d'utilisation des équipements de construction requis pour la construction du pont de l'Île-aux-Tourtes* réalisée en juillet 2020 par PIAT ainsi que la note technique GP-07 *Estimation de la quantité de carburant et du nombre d'heures d'utilisation des équipements de construction requis pour la construction de la passerelle de Breslay, en complément à la NT-GP-04* en décembre 2020.

Les principales hypothèses utilisées pour le calcul du nombre de transports des matériaux sont :

- Pour les matériaux de déblai et remblai du projet calculés en m³, un volume moyen de 12 m³ par camion a été considéré;
- Pour les matériaux du projet calculés en tonnes, une capacité moyenne de 25 tonnes par camion a été considérée;
- Pour le béton coulé en place, un volume moyen de 8 m³ par camion a été considéré;
- Pour les équipements de chantier, le nombre d'heures travaillées est en fonction de l'échéancier de travail;
- Des journées de travail de 10 heures sont considérées;
- La consommation moyenne de diesel pour le transport est de 40 litres par 100 km;
- La consommation moyenne d'essence pour le transport des travailleurs est de 12 litres par 100 km;
- Les distances indiquées sont les distances aller-retour.

En ce qui concerne les travaux à proprement parler, la durée d'utilisation a été calculée selon la durée des travaux à laquelle trois mois d'inactivité pour la période hivernale ont été soustraits.

3 RÉSULTATS

3.1 ACTIVITÉS DE TRANSPORT

Le MTQ envisage deux scénarios de construction soit l'option mi-nord et l'option nord. Les émissions de GES seront évaluées pour les deux scénarios.

Dans le projet, il y a des activités de transport de passagers, de matériaux de construction et de mobilisation / démobilisation d'équipements. Les quantités de carburant pour la construction de la passerelle de Breslay sont incluses et sont identiques pour les deux options.

Les quantités d'essence et de diesel pour les différentes activités de transport sont présentées dans le rapport de PIAT (PIAT, 2020) selon différentes hypothèses de fournisseurs. Les tableaux 4 et 5 fournissent ces quantités pour respectivement l'option mi-nord et nord.

Les quantités de carburant pour la construction de la passerelle de Breslay sont identiques pour les deux options et sont incluses dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4 Consommation de carburant pour les différentes activités de transport – option mi-nord

| Type de transport | Essence | Total Litres |
|---|---------|--------------|
| Passagers (travailleurs) | Essence | 1 570 404 |
| Matériaux de construction | Diesel | 3 505 951 |
| Mobilisation / démobilisation d'équipements | Diesel | 68 651 |

Tableau 5 Consommation de carburant pour les différentes activités de transport – option nord

| Type de transport | Essence | Total Litres |
|---|---------|--------------|
| Passagers (travailleurs) | Essence | 1 479 540 |
| Matériaux de construction | Diesel | 3 459 049 |
| Mobilisation / démobilisation d'équipements | Diesel | 64 692 |

En utilisant les facteurs d'émissions du tableau 3 et l'équation du point 2.4.1, les émissions de GES sont calculées. Les résultats sont indiqués aux tableaux 6 et 7.

Tableau 6 Émissions de GES pour les activités de transport – option mi-nord

| Type de transport | Type de facteur d'émission | Émissions de GES (tonnes) | | | |
|---|----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Passager (travailleurs) | Route | 3 623 | 0,220 | 0,035 | 3 639 |
| Matériaux de construction | Route | 9 399 | 0,386 | 0,529 | 9 567 |
| Mobilisation / démobilisation d'équipements | Route | 184 | 0,008 | 0,010 | 187 |

Tableau 7 Émissions de GES pour les activités de transport – option nord

| Type de transport | Type de facteur d'émission | Émissions de GES (tonnes) | | | |
|---|----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Passager (travailleurs) | Route | 3 413 | 0,207 | 0,033 | 3 428 |
| Matériaux de construction | Route | 9 274 | 0,380 | 0,522 | 9 439 |
| Mobilisation / démobilisation d'équipements | Route | 173 | 0,007 | 0,010 | 177 |

Les activités de transport génèrent ainsi un total de 13,4 et 13,0 kT de CO₂ eq respectivement pour l'option mi-nord et l'option nord incluant la passerelle de Breslay.

3.2 ACTIVITÉS DE CONSTRUCTION

Les tableaux 8 et 9 présentent les différentes étapes du projet de construction en indiquant les équipements utilisés ainsi que leur temps d'utilisation en heures pour l'option mi-nord et nord.

Tableau 8 Étapes du projet – option mi-nord

| Étapes | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Heures totales |
|---|--------|----------------------|-----------------|-----------|----------------|
| | | | | HP | h |
| Organisation de chantier | 8 | Camionnette | F150 | 375 | 115200 |
| | 1 | Camion de service | F350 | 430 | 14400 |
| | 2 | Camion 26 tonnes | Crane 900A | 475 | 28800 |
| | 1 | Remorqueur | Puissant | 1500 | 14400 |
| | 2 | Remorqueur | Petit | 500 | 28800 |
| | 2 | Bateau de sécurité | - | 200 | 28800 |
| | 1 | Chargeur | Caterpillar 960 | 200 | 14400 |
| | 1 | Pelle hydraulique | Caterpillar 245 | 325 | 14400 |
| | 1 | Compresseur | 500 l/sec | 100 | 14400 |
| Mise en place d'un nouvel émissaire | 2 | Chargeur | CAT 960 | 200 | 1000 |
| | 2 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 1000 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 500 |
| Mise en place des jetées | 4 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 5100 |
| | 2 | Chargeur | CAT 960 | 200 | 2600 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 2600 |
| | 2 | Buteur | CAT D6H | 200 | 2600 |
| Forage des pieux | 2 | Foreuse | BX 360 XP-2 | 536 | 10800 |
| | 2 | Remorqueur | Puissant | 1500 | 10800 |
| Mise en place des poutres d'acier | 2 | Grue 440 tonnes | Manitowoc | 500 | 5440 |
| | 2 | Remorqueur | Puissant | 1500 | 2560 |
| Bétonnage des piles, travées et approches | 1 | Pompe à béton | Putzmeister | 350 | 2120 |
| | 1 | Épandeur à béton | GHP 2800 | 325 | 520 |
| | 2 | Grue automotrice 50T | RT 750 | 150 | 10220 |
| Reconstruction des approches | 2 | Buteur | CAT D6H | 200 | 10000 |
| | 2 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 10000 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 10000 |
| | 2 | Niveleuse | CAT 160H | 180 | 10000 |

| | | | | | |
|-----------------------------|---|----------------------|-------------|------|-------|
| | 2 | Chargeur | CAT 960 | 200 | 10000 |
| Pavage | 2 | Paveuse | BG-245CX | 100 | 600 |
| | 4 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 1200 |
| | 1 | Camion colace | 10 roues | 175 | 300 |
| Démolition du pont existant | 4 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 20400 |
| | 4 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 20400 |
| | 1 | Grue automotrice 50T | RT750 | 150 | 3300 |
| | 2 | Grue 440T | Manitowoc | 500 | 3600 |
| | 3 | Remorqueur | Puissant | 1500 | 15300 |
| | 2 | Scie à béton | Automotrice | 50 | 840 |
| Déboisement | 1 | Bûcheuse sur pelle | CAT 245X | 325 | 400 |
| | 1 | Buteur | CAT D6H | 200 | 400 |

Tableau 9 Étapes du projet – option nord

| Étapes | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Heures totales |
|-------------------------------------|--------|---------------------|-----------------|-----------|----------------|
| | | | | HP | h |
| Organisation de chantier | 8 | Camionnette | F150 | 375 | 100800 |
| | 1 | Camion de service | F350 | 430 | 12600 |
| | 2 | Camion 26 tonnes | Crane 900A | 475 | 25200 |
| | 1 | Remorqueur | Puissant | 1500 | 12600 |
| | 2 | Remorqueur | Petit | 500 | 25200 |
| | 2 | Bateau de sécurité | - | 200 | 25200 |
| | 1 | Chargeur | Caterpillar 960 | 200 | 12600 |
| | 1 | Pelle hydraulique | Caterpillar 245 | 325 | 12600 |
| | 1 | Compresseur | 500 l/sec | 100 | 12600 |
| Mise en place d'un nouvel émissaire | 2 | Chargeur | CAT 960 | 200 | 1000 |
| | 2 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 1000 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 500 |
| Mise en place des jetées | 4 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 4600 |
| | 2 | Chargeur | CAT 960 | 200 | 2400 |

| | | | | | |
|---|---|----------------------|-------------|------|-------|
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 2400 |
| | 2 | Buteur | CAT D6H | 200 | 2400 |
| Forage des pieux | 2 | Foreuse | BX 360 XP-2 | 536 | 12400 |
| | 2 | Remorqueur | Puissant | 1500 | 12400 |
| Mise en place des poutres d'acier | 2 | Grue 440 tonnes | Manitowoc | 500 | 4200 |
| | 2 | Remorqueur | Puissant | 1500 | 2400 |
| Bétonnage des piles, travées et approches | 1 | Pompe à béton | Putzmeister | 350 | 2440 |
| | 1 | Épandeur à béton | GHP 2800 | 325 | 600 |
| | 2 | Grue automotrice 50T | RT 750 | 150 | 10220 |
| Reconstruction des approches | 2 | Buteur | CAT D6H | 200 | 10000 |
| | 2 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 10000 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 10000 |
| | 2 | Niveleuse | CAT 160H | 180 | 10000 |
| | 2 | Chargeur | CAT 960 | 200 | 10000 |
| Pavage | 2 | Paveuse | BG-245CX | 100 | 600 |
| | 4 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 1200 |
| | 1 | Camion colace | 10 roues | 175 | 300 |
| Démolition du pont existant | 4 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 20400 |
| | 4 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 20400 |
| | 1 | Grue automotrice 50T | RT750 | 150 | 3300 |
| | 2 | Grue 440T | Manitowoc | 500 | 3600 |
| | 3 | Remorqueur | Puissant | 1500 | 15300 |
| | 2 | Scie à béton | Automotrice | 50 | 840 |
| Déboisement | 1 | Bûcheuse sur pelle | CAT 245X | 325 | 440 |
| | 1 | Buteur | CAT D6H | 200 | 440 |

Le tableau suivant présente les différentes étapes du projet de la construction de la passerelle de Breslay. Les étapes sont les mêmes pour les deux options.

Tableau 10 Étapes du projet de la passerelle de Breslay – options mi-nord et nord

| Étapes | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Heures totales |
|--|--------|---------------------|----------------|-----------|----------------|
| | | | | HP | h |
| Mise en place des jetées | 1 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 100 |
| | 1 | Chargeur | CAT 960 | 200 | 100 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 100 |
| | 1 | Buteur | CAT D6H | 200 | 100 |
| Forage des pieux | 1 | Foreuse | BX 360 XP-2 | 536 | 50 |
| Mise en place des poutres - Treillis | 2 | Grue 350 tonnes | Grove GMK6350L | 282 | 20 |
| Bétonnage des piles, culées et approches | 1 | Pompe à béton | Putzmeister | 350 | 60 |
| Reconstruction des approches | 1 | Buteur | CAT D6H | 200 | 100 |
| | 1 | Pelle hydraulique | CAT 245 | 325 | 100 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 100 |
| | 1 | Niveleuse | CAT 160H | 180 | 100 |
| | 1 | Chargeur | CAT 960 | 200 | 100 |
| Pavage | 1 | Paveuse | BG-245CX | 100 | 20 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | BW-11Rx | 85 | 20 |
| | 1 | Camion colace | 10 roues | 175 | 20 |

Afin de calculer les émissions de GES produites par ces équipements, il faut estimer la quantité de carburant consommée. Cette consommation de carburant est estimée en fonction de la puissance des moteurs en chevaux-vapeur (HP) et de la durée des travaux. Le calcul de la consommation de litres de l'essence en fonction des HP, se base sur le pouvoir calorifique moyen de l'essence en prenant comme hypothèse une efficacité thermique du moteur de 30 % (USDOE, <https://www.fueleconomy.gov/feg/atv.shtml>)

Le calcul de la consommation en litre de la machinerie au diesel a été réalisé en utilisant les taux de consommation par puissance de moteur en chevaux-vapeurs (HP) proposés par l'USEPA dans le document Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling — Compression-Ignition. Les taux BSFC de la table A2 ont été utilisés en fonction de la puissance de moteur de chacun des équipements au diesel et converti en L/HP en considérant une densité de 850 g/L.

Un facteur de charge de 0,59 a été attribué de manière conservatrice à l'ensemble des équipements (USEPA, 2010)

Le tableau 11 montre le calcul effectué pour obtenir un facteur en litres par chevaux-vapeur (L/HP) pour obtenir la consommation de carburant de type essence avant application du facteur de charge.

Tableau 11 Consommation d'essence par heure de fonctionnement en L/HP

| Type de carburant | PCS | Puissance | Efficacité thermique moteur | Puissance réelle | Consommation par heure de fonctionnement | |
|-------------------|--------|-----------|-----------------------------|------------------|--|--------|
| | kJ/L | kW/L | | kW/L | L/kW | L/HP |
| Essence | 34 870 | 9,69 | 30 % | 2,91 | 0,34 | 0,2566 |

Notes : PCS = Pouvoir Calorifique Supérieur (RDOCECA)
1 kW = 1,34102 HP

Le tableau 12 montre le calcul effectué pour obtenir un facteur en litres par chevaux-vapeur (L/HP) permettant d'obtenir la consommation de carburant de type diesel avant application du facteur de charge.

Tableau 12 Consommation d'essence par heure de fonctionnement en L/HP

| Puissance de moteur | BSFC (g/HP-h) | Densité (g/L) | Consommation par heure de fonctionnement |
|---------------------|---------------|---------------|--|
| <100 HP | 185,1 | 850 | 0,2178 |
| >100 HP | 166,5 | 850 | 0,1959 |

Dès lors, il est possible de calculer la quantité de carburant consommé pour les différentes étapes du projet. Par exemple, pour les camionnettes de l'organisation du chantier, il suffit de multiplier

- $375 \text{ HP} \times 0,2566221 \text{ L/HP-h} \times 100\,800 \text{ h} \times 0,59 = 5\,723\,186 \text{ litres d'essences.}$
- $475 \text{ HP} \times 0,1959 \text{ L/hp-h} \times 25\,200 \text{ heures} \times 0,59 = 1\,383\,380 \text{ litres de diesel}$

Tableau 13 Quantité de carburant consommé pour toute la durée du projet – option mi-nord

| Étapes | Nombre | Type d'équipement | Type de carburant | Litres consommés |
|--------------------------|--------|-------------------|-------------------|------------------|
| | | | | L |
| Organisation de chantier | 8 | Camionnette | Essence | 11 086 074 |
| | 1 | Camion de service | Essence | 1 589 004 |
| | 2 | Camion 26 tonnes | Diesel | 3 196 195 |
| | 1 | Remorqueur | Diesel | 5 046 624 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 3 364 416 |

| | | | | |
|---|---|----------------------|--------|-----------|
| | 2 | Bateau de sécurité | Diesel | 1 345 766 |
| | 1 | Chargeur | Diesel | 672 883 |
| | 1 | Pelle hydraulique | Diesel | 1 093 435 |
| | 1 | Compresseur | Diesel | 336 442 |
| Mise en place d'un nouvel émissaire | 2 | Chargeur | Diesel | 46 728 |
| | 2 | Pelle hydraulique | Diesel | 75 933 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 9 930 |
| Mise en place des jetées | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 387 258 |
| | 2 | Chargeur | Diesel | 121 493 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 51 634 |
| | 2 | Bouteur | Diesel | 121 493 |
| Forage des pieux | 2 | Foreuse | Diesel | 1 352 495 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 3 784 968 |
| Mise en place des poutres d'acier | 2 | Grue 440 tonnes | Diesel | 635 501 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 897 178 |
| Bétonnage des piles, travées et approches | 1 | Pompe à béton | Diesel | 173 361 |
| | 1 | Épandeur à béton | Diesel | 39 485 |
| | 2 | Grue automotrice 50T | Diesel | 358 170 |
| Reconstruction des approches | 2 | Bouteur | Diesel | 467 280 |
| | 2 | Pelle hydraulique | Diesel | 759 330 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 198 594 |
| | 2 | Niveleuse | Diesel | 420 552 |
| | 2 | Chargeur | Diesel | 467 280 |
| Pavage | 2 | Paveuse | Diesel | 14 018 |
| | 4 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 23 831 |
| | 1 | Camion colace | Diesel | 12 266 |
| Démolition du pont existant | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 1 549 033 |
| | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 1 549 033 |
| | 1 | Grue automotrice 50T | Diesel | 115 652 |
| | 2 | Grue 440T | Diesel | 420 552 |

| | | | | |
|-------------|---|--------------------|--------|-----------|
| Déboisement | 3 | Remorqueur | Diesel | 5 362 038 |
| | 2 | Scie à béton | Diesel | 9 813 |
| | 1 | Bûcheuse sur pelle | Diesel | 30 373 |
| | 1 | Buteur | Diesel | 18 691 |

Tableau 14 Quantité de carburant consommé pour toute la durée du projet – option nord

| Étapes | Nombre | Type d'équipement | Type de carburant | Litres consommés |
|-------------------------------------|--------|---------------------|-------------------|------------------|
| | | | | L |
| Organisation de chantier | 8 | Camionnette | Essence | 15155 |
| | 1 | Camion de service | Essence | 2172 |
| | 2 | Camion 26 tonnes | Diesel | 4252 |
| | 1 | Remorqueur | Diesel | 6714 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 4476 |
| | 2 | Bateau de sécurité | Diesel | 1790 |
| | 1 | Chargeur | Diesel | 895 |
| | 1 | Pelle hydraulique | Diesel | 1455 |
| | 1 | Compresseur | Diesel | 515 |
| Mise en place d'un nouvel émissaire | 2 | Chargeur | Diesel | 62 |
| | 2 | Pelle hydraulique | Diesel | 101 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 15 |
| Mise en place des jetées | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 515 |
| | 2 | Chargeur | Diesel | 162 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 76 |
| | 2 | Buteur | Diesel | 162 |
| Forage des pieux | 2 | Foreuse | Diesel | 1799 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 5035 |
| Mise en place des poutres d'acier | 2 | Grue 440 tonnes | Diesel | 358 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 1194 |
| | 1 | Pompe à béton | Diesel | 239 |

| | | | | |
|---|---|----------------------|--------|------|
| Bétonnage des piles, travées et approches | 1 | Épandeur à béton | Diesel | 53 |
| | 2 | Grue automotrice 50T | Diesel | 476 |
| Reconstruction des approches | 2 | Bouteur | Diesel | 622 |
| | 2 | Pelle hydraulique | Diesel | 1010 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 294 |
| | 2 | Niveleuse | Diesel | 559 |
| | 2 | Chargeur | Diesel | 622 |
| Pavage | 2 | Paveuse | Diesel | 21 |
| | 4 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 35 |
| | 1 | Camion colace | Diesel | 16 |
| Démolition du pont existant | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 2061 |
| | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 2061 |
| | 1 | Grue automotrice 50T | Diesel | 65 |
| | 2 | Grue 440T | Diesel | 559 |
| | 3 | Remorqueur | Diesel | 7133 |
| | 2 | Scie à béton | Diesel | 15 |
| Déboisement | 1 | Bûcheuse sur pelle | Diesel | 40 |
| | 1 | Bouteur | Diesel | 25 |

Tableau 15 **Quantité de carburant consommé pour la construction de la passerelle de Breslay – options mi-nord et nord**

| Étapes | Nombre | Type d'équipement | Type de carburant | Litres consommés |
|--------------------------------------|--------|---------------------|-------------------|------------------|
| | | | | L |
| Mise en place des jetées | 1 | Pelle hydraulique | Diesel | 3 756 |
| | 1 | Chargeur | Diesel | 2 311 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 1 092 |
| | 1 | Bouteur | Diesel | 2 311 |
| Forage des pieux | 1 | Foreuse | Diesel | 3 097 |
| Mise en place des poutres - Treillis | 2 | Grue 350 tonnes | Diesel | 652 |

| | | | | |
|--|---|---------------------|--------|-------|
| Bétonnage des piles, culées et approches | 1 | Pompe à béton | Diesel | 2 427 |
| Reconstruction des approches | 1 | Buteur | Diesel | 2 311 |
| | 1 | Pelle hydraulique | Diesel | 3 756 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 1 092 |
| | 1 | Niveleuse | Diesel | 2 080 |
| | 1 | Chargeur | Diesel | 2 311 |
| Pavage | 1 | Paveuse | Diesel | 257 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 218 |
| | 1 | Camion colace | Diesel | 404 |

Les émissions de GES pour les différents équipements de chaque étape, calculées en fonction des facteurs d'émissions appropriés, sont présentées aux tableaux 16 à 18.

Tableau 16 GES émis par équipement pour les différentes étapes du projet – option mi-nord

| Étapes | Nombre | Type d'équipement | Type de carburant | Émissions de GES (tonnes) | | | |
|-------------------------------------|--------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | | | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Organisation de chantier | 8 | Camionnette | Essence | 15090 | 0,916 | 0,144 | 15155 |
| | 1 | Camion de service | Essence | 2163 | 0,131 | 0,021 | 2172 |
| | 2 | Camion 26 tonnes | Diesel | 4239 | 0,115 | 0,035 | 4252 |
| | 1 | Remorqueur | Diesel | 6693 | 0,182 | 0,055 | 6714 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 4462 | 0,121 | 0,037 | 4476 |
| | 2 | Bateau de sécurité | Diesel | 1785 | 0,049 | 0,015 | 1790 |
| | 1 | Chargeur | Diesel | 892 | 0,024 | 0,007 | 895 |
| | 1 | Pelle hydraulique | Diesel | 1450 | 0,039 | 0,012 | 1455 |
| | 1 | Compresseur | Diesel | 493 | 0,025 | 0,074 | 515 |
| Mise en place d'un nouvel émissaire | 2 | Chargeur | Diesel | 62 | 0,002 | 0,001 | 62 |
| | 2 | Pelle hydraulique | Diesel | 101 | 0,003 | 0,001 | 101 |

| | | | | | | | |
|---|---|----------------------|--------|------|-------|-------|------|
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 15 | 0,000 | 0,000 | 15 |
| Mise en place des jetées | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 514 | 0,014 | 0,004 | 515 |
| | 2 | Chargeur | Diesel | 161 | 0,004 | 0,001 | 162 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 76 | 0,002 | 0,001 | 76 |
| | 2 | Bouteur | Diesel | 161 | 0,004 | 0,001 | 162 |
| | 2 | Foreuse | Diesel | 1794 | 0,049 | 0,015 | 1799 |
| Forage des pieux | 2 | Remorqueur | Diesel | 5019 | 0,137 | 0,041 | 5035 |
| | 2 | Grue 440 tonnes | Diesel | 357 | 0,010 | 0,003 | 358 |
| Mise en place des poutres d'acier | 2 | Remorqueur | Diesel | 1190 | 0,032 | 0,010 | 1194 |
| | 1 | Pompe à béton | Diesel | 228 | 0,011 | 0,034 | 239 |
| Bétonnage des piles, travées et approches | 1 | Épandeur à béton | Diesel | 52 | 0,001 | 0,000 | 53 |
| | 2 | Grue automotrice 50T | Diesel | 475 | 0,013 | 0,004 | 476 |
| | 2 | Bouteur | Diesel | 620 | 0,017 | 0,005 | 622 |
| Reconstruction des approches | 2 | Pelle hydraulique | Diesel | 1007 | 0,027 | 0,008 | 1010 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 293 | 0,008 | 0,002 | 294 |
| | 2 | Niveleuse | Diesel | 558 | 0,015 | 0,005 | 559 |
| | 2 | Chargeur | Diesel | 620 | 0,017 | 0,005 | 622 |
| | 2 | Paveuse | Diesel | 21 | 0,001 | 0,000 | 21 |
| Pavage | 4 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 35 | 0,001 | 0,000 | 35 |
| | 1 | Camion colace | Diesel | 16 | 0,000 | 0,000 | 16 |
| | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 2054 | 0,056 | 0,017 | 2061 |
| Démolition du pont existant | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 2054 | 0,056 | 0,017 | 2061 |
| | 1 | Grue automotrice 50T | Diesel | 65 | 0,002 | 0,001 | 65 |
| | 2 | Grue 440T | Diesel | 558 | 0,015 | 0,005 | 559 |
| | 3 | Remorqueur | Diesel | 7111 | 0,194 | 0,058 | 7133 |
| | 2 | Scie à béton | Diesel | 14 | 0,001 | 0,002 | 15 |
| | 1 | Bûcheuse sur pelle | Diesel | 40 | 0,001 | 0,000 | 40 |
| Déboisement | 1 | Bouteur | Diesel | 25 | 0,001 | 0,000 | 25 |
| | 1 | Bûcheuse sur pelle | Diesel | 40 | 0,001 | 0,000 | 40 |

Tableau 17 **GES émis par équipement pour les différentes étapes du projet – option nord**

| Étapes | Nombre | Type d'équipement | Type de carburant | Émissions de GES (tonnes) | | | |
|---|--------|----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | | | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Organisation de chantier | 8 | Camionnette | Essence | 13203 | 0,801 | 0,126 | 13261 |
| | 1 | Camion de service | Essence | 1892 | 0,115 | 0,018 | 1901 |
| | 2 | Camion 26 tonnes | Diesel | 3709 | 0,101 | 0,030 | 3720 |
| | 1 | Remorqueur | Diesel | 5856 | 0,159 | 0,048 | 5874 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 3904 | 0,106 | 0,032 | 3916 |
| | 2 | Bateau de sécurité | Diesel | 1562 | 0,043 | 0,013 | 1566 |
| | 1 | Chargeur | Diesel | 781 | 0,021 | 0,006 | 783 |
| | 1 | Pelle hydraulique | Diesel | 1269 | 0,035 | 0,010 | 1273 |
| | 1 | Compresseur | Diesel | 431 | 0,022 | 0,005 | 451 |
| Mise en place d'un nouvel émissaire | 2 | Chargeur | Diesel | 62 | 0,002 | 0,001 | 62 |
| | 2 | Pelle hydraulique | Diesel | 101 | 0,003 | 0,001 | 101 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 15 | 0,000 | 0,000 | 15 |
| Mise en place des jetées | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 463 | 0,013 | 0,004 | 465 |
| | 2 | Chargeur | Diesel | 149 | 0,004 | 0,001 | 149 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 70 | 0,002 | 0,001 | 70 |
| | 2 | Buteur | Diesel | 149 | 0,004 | 0,001 | 149 |
| Forage des pieux | 2 | Foreuse | Diesel | 2059 | 0,056 | 0,017 | 2066 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 5763 | 0,157 | 0,047 | 5781 |
| Mise en place des poutres d'acier | 2 | Grue 440 tonnes | Diesel | 651 | 0,018 | 0,005 | 653 |
| | 2 | Remorqueur | Diesel | 1115 | 0,030 | 0,009 | 1119 |
| Bétonnage des piles, travées et approches | 1 | Pompe à béton | Diesel | 263 | 0,013 | 0,039 | 275 |
| | 1 | Épandeur à béton | Diesel | 60 | 0,002 | 0,000 | 61 |
| | 2 | Grue automotrice 50T | Diesel | 475 | 0,013 | 0,004 | 476 |
| Reconstruction des approches | 2 | Buteur | Diesel | 620 | 0,017 | 0,005 | 622 |
| | 2 | Pelle hydraulique | Diesel | 1007 | 0,027 | 0,008 | 1010 |
| | 2 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 293 | 0,008 | 0,002 | 294 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------|---|----------------------|--------|------|-------|-------|------|
| | 2 | Niveleuse | Diesel | 558 | 0,015 | 0,005 | 559 |
| | 2 | Chargeur | Diesel | 620 | 0,017 | 0,005 | 622 |
| Pavage | 2 | Paveuse | Diesel | 21 | 0,001 | 0,000 | 21 |
| | 4 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 35 | 0,001 | 0,000 | 35 |
| | 1 | Camion colace | Diesel | 16 | 0,000 | 0,000 | 16 |
| Démolition du pont existant | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 2054 | 0,056 | 0,017 | 2061 |
| | 4 | Pelle hydraulique | Diesel | 2054 | 0,056 | 0,017 | 2061 |
| | 1 | Grue automotrice 50T | Diesel | 153 | 0,004 | 0,001 | 154 |
| | 2 | Grue 440T | Diesel | 558 | 0,015 | 0,005 | 559 |
| | 3 | Remorqueur | Diesel | 7111 | 0,194 | 0,058 | 7133 |
| | 2 | Scie à béton | Diesel | 14 | 0,001 | 0,002 | 15 |
| Déboisement | 1 | Bûcheuse sur pelle | Diesel | 44 | 0,001 | 0,000 | 44 |
| | 1 | Bouteur | Diesel | 27 | 0,001 | 0,000 | 27 |

Tableau 18 GES émis par équipement pour les différentes étapes du projet de la passerelle de Breslay – options mi-nord et nord

| Étapes | Nombre | Type d'équipement | Type de carburant | Litres consommés | Émissions de GES (tonnes) | | | |
|--------------------------------------|--------|---------------------|-------------------|------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | | | | L | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Mise en place des jetées | 1 | Pelle hydraulique | Diesel | 3 756 | 10 | 2,74E-04 | 8,26E-05 | 10 |
| | 1 | Chargeur | Diesel | 2 311 | 6 | 1,69E-04 | 5,09E-05 | 6 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 1 092 | 3 | 1,45E-04 | 4,37E-04 | 3 |
| | 1 | Bouteur | Diesel | 2 311 | 6 | 1,69E-04 | 5,09E-05 | 6 |
| Forage des pieux | 1 | Foreuse | Diesel | 3 097 | 8 | 2,26E-04 | 6,81E-05 | 8 |
| Mise en place des poutres - Treillis | 2 | Grue 350 tonnes | Diesel | 652 | 2 | 4,76E-05 | 1,43E-05 | 2 |

| | | | | | | | | |
|--|---|---------------------|--------|-------|----|----------|----------|----|
| Bétonnage des piles, culées et approches | 1 | Pompe à béton | Diesel | 2 427 | 6 | 3,23E-04 | 9,71E-04 | 7 |
| Reconstruction des approches | 1 | Buteur | Diesel | 2 311 | 6 | 1,69E-04 | 5,09E-05 | 6 |
| | 1 | Pelle hydraulique | Diesel | 3 756 | 10 | 2,74E-04 | 8,26E-05 | 10 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 1 092 | 3 | 1,45E-04 | 4,37E-04 | 3 |
| | 1 | Niveleuse | Diesel | 2 080 | 6 | 1,52E-04 | 4,58E-05 | 6 |
| | 1 | Chargeur | Diesel | 2 311 | 6 | 1,69E-04 | 5,09E-05 | 6 |
| Pavage | 1 | Paveuse | Diesel | 257 | 1 | 1,88E-05 | 5,65E-06 | 1 |
| | 1 | Compacteur 8 tonnes | Diesel | 218 | 1 | 2,90E-05 | 8,74E-05 | 1 |
| | 1 | Camion colace | Diesel | 404 | 1 | 2,95E-05 | 8,90E-06 | 1 |

Cela fait un total de 62,8 et 59,4 kT de CO₂ eq respectivement pour l'option mi-nord et l'option nord et un total de 76 T de CO₂ eq pour la passerelle de Breslay.

3.3 PETITS ÉQUIPEMENTS

Tout au long du chantier, plusieurs petits équipements seront utilisés, tels que :

- Génératrices portables;
- Souffleurs;
- Pompes diverses;
- Scies à chaînes;
- Scies portables à béton;
- Plaques vibrantes;
- Moteur hors-bord pour bateau de sécurité;
- Autres.

Le MTQ a considéré dans l'étude de PIAT, une hypothèse de consommation hebdomadaire de 60 litres pour un total sur l'option mi-nord de 13 560 litres d'essence et un total sur l'option nord de 12 840 litres d'essence.

Les tableaux 19 et 20 fournissent les GES émis par les petits équipements tout au long du projet pour les options mi-nord et nord.

Tableau 19 Émissions de GES des petits équipements – option mi-nord

| Type de transport | Type de facteur d'émission | Émissions de GES (tonnes) | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Consommation des petits équipements | Eq. fixes | 31 | 0,144 | 1,76E-04 | 35 |

Tableau 20 Émissions de GES des petits équipements – option nord

| Type de transport | Type de facteur d'émission | Émissions de GES (tonnes) | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Consommation des petits équipements | Eq. fixes | 30 | 0,136 | 1,67E-04 | 33 |

Les petits équipements émettent ainsi 35 et 33 tonnes de CO₂ eq respectivement pour l'option mi-nord et l'option nord.

3.4 CHAUFFAGE

Une consommation de 5 000 lbs de propane est estimée pour le chauffage et pour les deux options. Avec une densité de 500 kg/m³, le volume de propane est de 4,54 m³.

A l'aide des taux d'émission du tableau 21, le tableau 22 donne les quantités de GES émis par la combustion du propane.

Tableau 21 Facteurs d'émissions de gaz à effet de serre – Propane

| Source | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Source |
|---------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| Propane | 1 510 g/L | 0,024 g/L | 0,108 g/L | RDOCECA (2020), tableau 1-3 |

Tableau 22 Émissions de GES du chauffage

| Type | Émissions de GES (tonnes) | | | |
|-----------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Chauffage | 7 | 1,09E-04 | 4,90E-04 | 7 |

3.5 DÉBOISEMENT

Pour calculer les émissions de GES dues au déboisement, on se base sur le document du GIES « Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 : Agriculture, Forestry and Other Land Use » de 2019. Le facteur d'émission se calcule avec l'équation suivante :

$$E (\text{déboisement}) = T_{msh} \times (1 + T_x) \times CC \times 44/12$$

Avec :

- E, la quantité en tonnes de CO₂ eq émis par hectare déboisé;
- Tmsh, la quantité en tonne de matières sèches par hectare;
- Tx, le taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne;
- CC, la teneur en carbone dans la biomasse (tonnes de carbone / tonnes de matières sèches).

Afin de trouver les valeurs adéquates des paramètres, il faut se référer aux tableaux 4-4 et 4-7 des lignes directrices de 2006 mises à jour en 2019 :

- Tmsh = 46 tonnes de masse sèche par hectare (terre boisée, climat tempéré, continental, Amérique du Nord, moins de 20 ans)
- Tx = 0,481 tonnes racines / tonnes pousse matières sèches (climat tempéré, continental, Amérique du Nord, naturel, moins de 125 tonnes de biomasse au sol / ha)
- CC = 0,47 (valeur par défaut)

Dès lors, pour une surface de 8,8 ha, la quantité de GES émis est de 1033 tonnes CO₂ eq.

3.6 SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GES

Les tableaux 23 et 24 donnent les émissions totales de GES pour tout le projet des activités de construction pour les options mi-nord et nord. La partie provenant de la passerelle de Breslay est incluse dans les différentes activités. Les émissions liées au déboisement sont incluses dans la construction à la colonne CO₂ eq.

Tableau 23 Émissions totales de GES pour tout le projet – option mi-nord

| Activités | GES (tonnes) | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Transport | 13 206 | 0,613 | 0,574 | 13 393 |
| Construction | 62 636 | 2,300 | 0,643 | 63 918 |
| Petits équipements | 31 | 0,144 | 1,76E-04 | 35 |
| Chauffage | 7 | 1,09E-04 | 4,90E-04 | 7 |
| Total | 75 880 | 3,0 | 1,2 | 77 353 |

Tableau 24 Émissions totales de GES pour tout le projet – option nord

| Activités | GES (tonnes) | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | CO ₂ eq |
| Transport | 12 860 | 0,595 | 0,565 | 13 044 |
| Construction | 59 263 | 2,135 | 0,609 | 60 531 |
| Petits équipements | 30 | 0,136 | 1,67E-04 | 33 |
| Chauffage | 7 | 1,09E-04 | 4,90E-04 | 7 |
| Total | 72 160 | 2,9 | 1,2 | 73 617 |

Les émissions de GES pour l'ensemble du projet sont estimées à 77,4 et 73,6 kT de CO₂ eq respectivement pour les options mi-nord et nord.

La consommation d'électricité n'est pas incluse dans le total. Elle s'élève à 1 536 000 kWh et 1 280 000 kWh respectivement pour l'option mi-nord et nord. Sous la base du facteur d'émissions proposé par Environnement Canada dans son plus récent rapport annuel d'inventaire, soit 1,7 g CO₂eq/kWh, les émissions seraient de l'ordre de moins de 3 tonnes de CO₂eq pour ces deux options.

3.7 ACTIVITÉS D'ENTRETIEN ET DE RÉHABILITATION

Selon le rapport du MTQ (MTQ, 2020), l'ensemble des émissions de GES engendrées annuellement par les activités d'entretien et de réhabilitation en phase d'exploitation du futur pont de l'Île-aux-Tourtes à la suite du projet de reconstruction du pont est présenté au tableau 25.

Les émissions de GES liées aux activités additionnelles que le futur pont engendrera par rapport au pont actuel en phase d'exploitation sont également présentées pour les options mi-nord et nord.

Tableau 25 Émissions annuelles de GES des activités d'entretien et de réhabilitation

| Phase exploitation | Émissions de GES (tonnes CO ₂ eq.) | |
|--|---|-------------|
| | Option mi-nord | Option nord |
| Ensemble des activités d'entretien et de réhabilitation | 718 | 722 |
| Activités d'entretien et de réhabilitation additionnelles par rapport au pont actuel | 195 | 201 |

4 CONCLUSION

En se basant sur le *Rapport d'inventaire national 1990-2018* d'Environnement et Changements climatiques Canada, la province du Québec a émis, en 2018, 83 MT de CO₂eq. Le projet total, sans les activités d'entretien et de réhabilitation, représente alors 0,09 % des émissions de GES du Québec par rapport à 2018 pour les deux options mi-nord et nord. Selon l'*Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre*, le transport routier au Québec a émis, en 2017, 27 MT de CO₂eq. Le projet total représente alors 0,29 % des émissions de GES du transport lourd au Canada pour le projet mi-nord et 0,27 % pour le projet nord.

5 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES CANADA. 2020. *Rapport d'inventaire national 1990-2018 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada – Sommaire*. Site Internet : <https://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=Fr&n=662F9C56-1>.
- GIEC. 2019. *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 : Agriculture, Forestry and Other Land Use*. 71 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Q-2, r. 15 - *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère*. Site Internet : <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2.%20r.%2015>.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC). 2019. *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre*. 107 pages.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC). 2018. *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2017 et leur évolution depuis 1990*. Québec, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de la réglementation carbone et des données d'émission. 44 pages. Site Internet : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/2017/inventaire1990-2017.pdf>.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS, DE LA MOBILITÉ DURABLE, ET ÉLECTRIFICATION DES TRANSPORTS (MTMDDET). 2015. *Directives aux quantificateurs et aux vérificateurs, programme PREGTI et PETMAF*. 3 pages.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. 2020. *Estimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) des activités d'entretien et de réhabilitation en phase d'exploitation du projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes entre Vaudreuil-Dorion et Senneville*. 75 pages.
- PIAT. 2020. *Estimation de la quantité de carburant et du nombre d'heures d'utilisation des équipements de construction requis pour la construction du pont de l'Île-aux-Tourtes*. 14 pages.
- US Department of Energy, *Where the Energy Goes: Gasoline Vehicles*, <https://www.fueleconomy.gov/feg/atv.shtml>
- US Department of Energy,
- USEPA, 2002, Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling Compression-Ignition, 21 pages.
- USEPA, 2010, Median life, annual activity, and load factor values for nonroad engine emission modeling.

PRÉPARÉ PAR



Benjamin Parys, Ph.D.
Chargé de projet

RÉVISÉ PAR



Sylvain Marcoux, ing., MBA (OIQ n°116307)
Directeur de projet

| | |
|---------------|--|
| Date | 10 septembre 2020 |
| Destinataires | - Sarah Côté-René, Direction des grands projets du pont de l'Île-aux-Tourtes et de l'échangeur Saint-Pierre (DGPPIES) - Alain Lanouette, Direction des grands projets du pont de l'Île-aux-Tourtes et de l'échangeur Saint-Pierre (DGPPIES) - Yann Godbout, Direction des grands projets du pont de l'Île-aux-Tourtes et de l'échangeur Saint-Pierre (DGPPIES) - Sarah Chabot, Direction du soutien technique des grands projets (DSTGP) |
| Rédacteurs | - Tan Minh Phan, Direction de la modélisation des systèmes de transport (DMST) - Anouk Germain-Paquette, Direction de la modélisation des systèmes de transport (DMST) |
| Objet | Documentation sur les données de GES envoyées à la direction des grands projets du pont de l'Île-aux-Tourtes et de l'échangeur Saint-Pierre dans le cadre de la reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes |

1. Mise en contexte

Dans le cadre de l'étude d'impacts en environnement pour le projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes (PIT), la direction des Grands Projets du pont de l'Île-aux-Tourtes et de l'échangeur Saint-Pierre (DGPPIES) a fait appel à la direction de la Modélisation des systèmes de transport (DMST) en juillet 2020 pour évaluer l'impact du projet sur les émissions de GES produites par les véhicules routiers en phase d'exploitation. Les données à fournir portent essentiellement sur les bilans régionaux de GES émis par les déplacements des véhicules légers et camions sur les routes pour une journée ouvrable moyenne dans la grande région de Montréal à l'horizon 2036. L'impact de la reconstruction du PIT sur les GES émis en exploitation est évalué grâce aux bilans du scénario avec la reconstruction du PIT et du scénario statu quo du pont tel qu'il est actuellement.

2. Codification de l'offre

Le réseau de transport routier de la grande région de Montréal est modifié pour refléter la configuration des voies circulables aux véhicules routiers en 2036 suite à la reconstruction du PIT. Plus précisément, ces changements incluent :

Direction est

- Fermeture de l'entrée en aval du PIT à l'est du chemin de Senneville
- Ajout de 2 voies de service du Ch. Senneville au Boul. des Anciens-Combattants
- La sortie vers Anciens-Combattants est maintenant tout juste après le PIT

Direction ouest

- Ajout de 2 voies de service du Boul. des Anciens-Combattants au Ch. Senneville

Il est à noter qu'en direction ouest, le déplacement de la sortie vers Ch. Senneville de quelques mètres plus à l'est est codifié mais que son impact est négligeable dans notre modèle de transport macroscopique régional. Par conséquent, l'emplacement du tronçon pour le scénario statu quo est identique au scénario avec la reconstruction du PIT.

Les figures ci-dessous illustrent les différences de réseau entre les scénarios sans reconstruction/statu quo et avec reconstruction du PIT.



Figure 2.1 - Différences dans la codification des scénarios



Figure 2.2 - Codification du scénario statu quo/sans la reconstruction du PIT

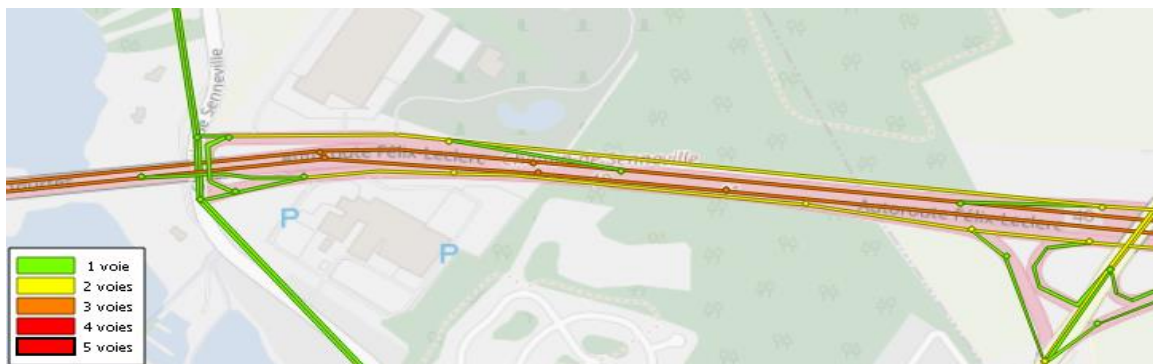


Figure 2.3 - Codification du scénario avec la reconstruction du PIT

Outre ces changements de géométrie dans le secteur qu'engendra la réfection du PIT, des élargissements de voies pour l'utilisation de l'accotement par les autobus (UAB) sont aussi à prévoir. L'impact de l'intégration de l'UAB n'est cependant pas codifié dans le modèle de transport régional macroscopique de la DMST étant donné que les effets sur la circulation ne sont pas significatifs en termes de changements de vitesses moyennes de circulation ni de capacité véhiculaire, soit des éléments qui peuvent être paramétrés et évalués à travers des simulations. Additionnellement, l'offre de service détaillée des autobus après la complétion du nouveau PIT n'est pas encore définie tant que la refonte des réseaux en prévision du REM n'est pas encore établie. Ceci aura lieu d'ici 2023, moment prévu pour la mise en service de l'antenne ouest.

3. Approche méthodologique

Le modèle d'évaluation des émissions routières de la DMST, basé sur le logiciel MOVES, est alimenté en données de circulation par des modèles régionaux macroscopiques de transport couvrant les régions métropolitaines du Québec. La demande véhiculaire est estimée en grande partie à partir des valeurs obtenues de l'enquête origines-destinations (O-D) de Montréal, en 2013 plus spécifiquement, qui représente un portrait des mouvements des résidents de la région pour une journée ouvrable moyenne d'automne où il y a moins de variabilité en termes de déplacements.

En tenant compte des prévisions démographiques et des divers développements planifiés dans la région, entre autres, la DMST projette la demande aux horizons futurs, dont 2036.

Le projet de reconstruction du Pont de l'Île-aux-Tourtes nécessite de prendre en considération l'impact de l'implantation du REM dans l'ouest de l'Île de Montréal sur les déplacements de la région. Pour ce faire, des hypothèses de transfert modal de l'auto-solo vers le transport en commun ont été appliquées dans la demande en transport de l'horizon 2036, pour les périodes de pointe. Ces hypothèses sont basées sur les Études de transport de l'autoroute 40 / Pont de l'Île-aux-Tourtes basées sur le document « Études de transport de l'autoroute 40 / Pont de l'Île-aux-Tourtes - volet étude des besoins », produit par Exo en avril 2019, pour la pointe AM de 6h à 9h. La pointe PM a été déduite à partir de la pointe AM en faisant l'hypothèse que les déplacements sont pendulaires et que les déplacements de retour se répartiront dans la pointe PM de 15h à 18h. Pour les autres heures de la journée, nous considérons la demande de référence pour l'horizon 2036 sans transfert modal.

3.1 Méthodologie du calcul pour le transfert modal

Dans l'étude de mobilité réalisée par Exo, on estime qu'environ 750 personnes en provenance de la MRC de Vaudreuil-Soulanges transfèreraient de l'auto vers le transport en commun, à l'horizon

2036, durant la période de pointe du matin (6h à 9h). De ce nombre, ils estiment que 300 personnes se rendent vers le Centre-Ville de Montréal et 450 vers le Centre de Montréal.

En considérant un taux d'occupation moyen des véhicules de 1.15 pers/véhicule, ce sont donc 652 véhicules en moins qui se déplaceront vers Montréal en période de pointe du matin (soit 261 véhicules vers le centre-ville et 391 véhicules vers le Centre). Ces diminutions se répartiront entre le pont de l'Île-Aux-Tourtes et le pont Taschereau en fonction de la simulation régionale.

Afin de simuler les effets du transfert modal dans le modèle de simulation régional MOTREM13, ces véhicules en moins estimés sont retranchés des matrices de véhicules légers, selon la distribution horaire observée dans l'enquête Origine-Destination de Montréal 2013. Selon les données de l'enquête O-D, les déplacements auto-conducteurs en provenance de la MRC de Vaudreuil-Soulanges vers ces régions de Montréal se distribuent de cette façon dans les différentes heures de la pointe du matin :

| Heure | % de la période |
|-------------|-----------------|
| 6h00 – 6h59 | 21 % |
| 7h00 – 7h59 | 43 % |
| 8h00 – 8h59 | 36 % |

Les modifications aux matrices auto-conducteurs ont été effectuées de la façon suivante :

- 1) Ajustement des matrices auto-conducteurs selon les proportions de véhicules de moins par région de destination (Centre ou Centre-ville de Montréal);
- 2) Ajustement du nombre de véhicules par heure de la PPAM.

Le transfert modal pour la période de pointe de l'après-midi a été estimé en inversant l'hypothèse du matin. Les 652 véhicules en provenance du Centre et du Centre-ville de Montréal vers la MRC de Vaudreuil-Soulanges sont retranchés des matrices horaires selon la distribution horaire des déplacements observée dans l'enquête Origine-Destination de Montréal 2013, entre 15h et 18h. Voici les distributions horaires utilisées :

| Heure | % de la période |
|---------------|-----------------|
| 15h00 – 15h59 | 29 % |
| 16h00 – 16h59 | 39 % |
| 17h00 – 17h59 | 32 % |

Pour les autres périodes de la journée, on suppose que le REM aura peu d'impact sur les déplacements véhiculaires de la région.

3.2 Impacts du transfert modal sur le Pont de l'Île-Aux-Tourtes

Des simulations routières ont ensuite été effectuées sur le modèle régional MOTREM13, en considérant les matrices modifiées. Selon les résultats de simulations, après équilibre, le différentiel de volumes véhiculaires sur le PIT par rapport au scénario de référence est d'environ, en direction est, 200 véhicules de moins en PPAM et légèrement moindre avec 140 véhicules de moins en PPPM en direction ouest. Il est à noter que la baisse des débits sur le pont Galipeault est de 295 et 261 véhicules, respectivement. Les tableaux 3.2.1 et 3.2.2 étalent les volumes simulés pour la situation de référence et la situation avec le transfert modal du REM au niveau du PIT dans les deux directions en 2036, selon la classe des véhicules aux périodes de pointe.

Tableau 3.2.1 – Volumes avec et sans transfert modal du REM sur le PIT en 2036

| Volumes véh. | Référence sans transfert modal dû au REM | | | | Avec transfert modal dû au REM | | | |
|-----------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Direction est | | Direction ouest | | Direction est | | Direction ouest | |
| | PPAM 6h-9h | PPPM 15h-18h | PPAM 6h-9h | PPPM 15h-18h | PPAM 6h-9h | PPPM 15h-18h | PPAM 6h-9h | PPPM 15h-18h |
| VéhLégPart | 15 141 | 4 715 | 3 138 | 16 354 | 14 940 | 4 684 | 3 109 | 16 210 |
| VéhLégCom | 221 | 746 | 561 | 238 | 196 | 744 | 561 | 235 |
| CamRég | 303 | 229 | 319 | 288 | 315 | 229 | 317 | 289 |
| CamLourd | 643 | 641 | 435 | 675 | 655 | 642 | 434 | 680 |
| Total | 16 308 | 6 331 | 4 453 | 17 555 | 16 106 | 6 299 | 4 421 | 17 414 |

Tableau 3.2.2 – Impact des volumes avec transfert modal du REM sur le PIT en 2036

| Δ Volumes véh. | Direction est | | Direction ouest | |
|-----------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | PPAM 6h-9h | PPPM 15h-18h | PPAM 6h-9h | PPPM 15h-18h |
| VéhLégPart | -201 | -31 | -29 | -144 |
| VéhLégCom | -25 | -2 | 0 | -3 |
| CamRég | 12 | 0 | -2 | 1 |
| CamLourd | 12 | 1 | -1 | 5 |
| Total | -202 | -32 | -32 | -141 |

Ces différences dans les volumes des véhicules légers particuliers sont faibles et restent en deçà du seuil de représentativité du modèle¹.

4. Résultats de GES obtenus

Le modèle d'émissions atmosphériques basé sur le logiciel MOVES, qui permet d'évaluer une centaine de polluants, est utilisé dans cet exercice pour évaluer les GES produits à la source, c'est-

¹ Dans le MOTREM13, un volume de déplacements inférieur à 750 véhicules pourrait ne pas être significatif, en raison du taux d'échantillonnage de l'enquête Origine-Destination de Montréal en 2013 qui est environ 4% de la population résidente sur le territoire couvert.

à-dire directement issus des véhicules circulant sur le réseau, avec les hypothèses de transfert modal décrites précédemment, de la grande région de Montréal. Outre les données intrants de circulation venant des résultats du modèle de transport régional, MOVES est alimenté de données locales :

- la description du parc actuel et futur de véhicules : nombre, répartition selon différentes classes par âge et par type de carburant (selon des bilans annuels de la SAAQ);
- le contexte régional : la formulation des carburants, ainsi que les données météorologiques locales (selon des données historiques d'Environnement Canada).

4.1 Bilans de GES pour la grande région de Montréal

Des bilans régionaux des émissions de GES produites, soit des totaux pour toute la région de l'enquête O-D de Montréal en 2013, par les véhicules routiers à la source pour chacun des deux scénarios, statu quo et avec la reconstruction du PIT, sont présentés dans les tableaux 4.1.1 à 4.1.3. Les véhicules sont séparés en quatre classes :

- véhicules légers particuliers,
- véhicules légers commerciaux,
- camions réguliers/porteurs et
- camions lourds/remorques.

Tableau 4.1.1 - Scénario statu quo **sans** reconstruction du PIT

| GES (tCO ₂ eq) | Nuit 0h-5h | PPAM 5h-9h | Jour 9h-15h | PPPM 15h-19h | Soir 19h-0h | Total 24h |
|------------------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| VéhLégPart | 267,3 | 3 737,9 | 3 181,1 | 4 715,4 | 1 291,1 | 13 192,8 |
| VéhLégCom | 116,3 | 739,7 | 2 900,8 | 1 370,8 | 1 047,3 | 6 175,0 |
| CamRég | 92,0 | 674,4 | 1 465,5 | 736,2 | 228,7 | 3 196,8 |
| CamLourd | 326,6 | 900,1 | 2 211,9 | 1 057,3 | 619,6 | 5 115,5 |
| Total | 802,1 | 6 052,2 | 9 759,3 | 7 879,7 | 3 186,7 | 27 680,1 |

Tableau 4.1.2 - Scénario **avec** reconstruction du PIT

| GES (tCO ₂ eq) | Nuit 0h-5h | PPAM 5h-9h | Jour 9h-15h | PPPM 15h-19h | Soir 19h-0h | Total 24h |
|------------------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| VéhLégPart | 267,2 | 3 737,1 | 3 181,0 | 4 715,9 | 1 291,1 | 13 192,3 |
| VéhLégCom | 116,3 | 739,7 | 2 900,8 | 1 370,8 | 1 047,3 | 6 175,0 |
| CamRég | 92,0 | 674,4 | 1 465,5 | 736,2 | 228,7 | 3 196,8 |
| CamLourd | 326,6 | 900,1 | 2 211,9 | 1 057,3 | 619,6 | 5 115,5 |
| Total | 802,1 | 6 051,4 | 9 759,2 | 7 880,2 | 3 186,7 | 27 679,6 |

Tableau 4.1.3 - Différentiel GES avec reconstruction du PIT vs sans reconstruction du PIT

| Δ GES (tCO ₂ eq) | Nuit 0h-5h | PPAM 5h-9h | Jour 9h-15h | PPPM 15h-19h | Soir 19h-0h | Total 24h |
|---------------------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|--------------|
| VéhLégPart | 0,0 | -0,8 | -0,2 | 0,5 | -0,1 | -0,5 |
| VéhLégCom | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| CamRég | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| CamLourd | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Total | 0,0 | -0,8 | -0,2 | 0,5 | -0,1 | -0,5 |

Selon les données simulées avec les modèles de la DMST, l'impact de la reconstruction du PIT, qui se résume à des modifications géométriques impliquant des bretelles et voies de services tout en gardant la même demande avec transfert modal dû au REM, n'est pas significatif tout comme l'impact du transfert modal présenté à la section 3.2, du moins à grande échelle régionale. Le plus grand impact est au niveau des GES émis par les véhicules légers particuliers en période de pointe du matin (PPAM) avec une réduction de 0,8 tonne de CO₂ équivalent. En termes de volumes, les plus grandes différences sont d'environ une centaine de véhicules, tombant ainsi dans les marges d'erreur du modèle. Avec une augmentation de 0,5 tonne de CO₂ équivalent en période de pointe de l'après-midi (PPPM) qui vient en partie contrebalancer la réduction surtout en PPAM, l'impact total en émissions de GES pour une journée moyenne d'automne en 2036 est une réduction de 0,5 tonne de CO₂ équivalent dans la grande région de Montréal.

Tel qu'attendu, les figures 4.1.1 et 4.1.2 représentant les variations des bilans de GES obtenus du modèle d'émissions sont presque identiques.

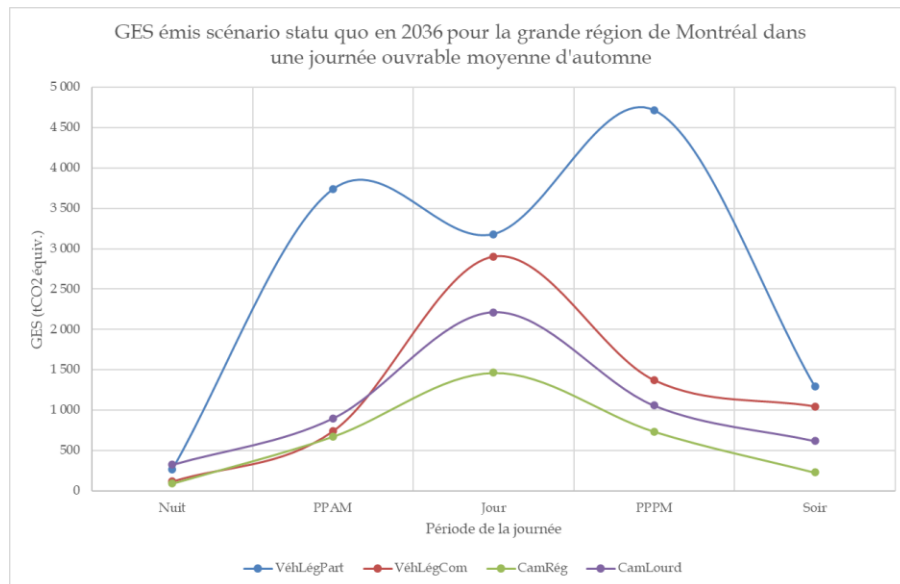


Figure 4.1.1 – Variation des GES émis dans le scénario statu quo

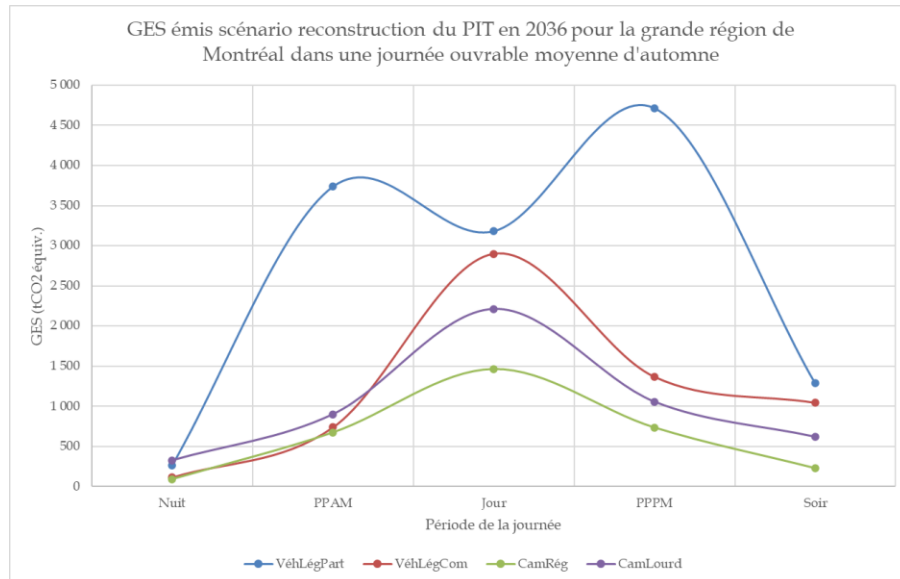


Figure 4.1.2 – Variation des GES émis dans le scénario avec la reconstruction du PIT

4.2 Taux de GES selon la vitesse de circulation des autobus

Les données de circulation des autobus dans le modèle régional de transport routier de la grande région de Montréal n'incluent pas les déplacements des autobus sur le territoire. Il n'est donc pas possible d'évaluer les émissions totales de GES produits spécifiquement par ce type de véhicules. Compte tenu que le nombre d'autobus ne diffère pas dans les deux scénarios, il n'y aurait pas eu d'impact dans les comparaisons.

Il est néanmoins possible d'estimer des GES émis par les autobus en utilisant des taux d'émissions à partir des simulations avec MOVES, en prenant comme hypothèse que les autobus ont des similarités avec les camions lourds en termes de poids, âges et kilomètres parcourus, faute de données en notre possession pour les autobus spécifiquement.

La figure 4.2.1 montre l'allure des taux d'émissions de GES selon la vitesse de parcours pour un autobus sur une journée complète ouvrable moyenne d'automne en 2036 sur un tronçon autoroutier dans la grande région de Montréal.

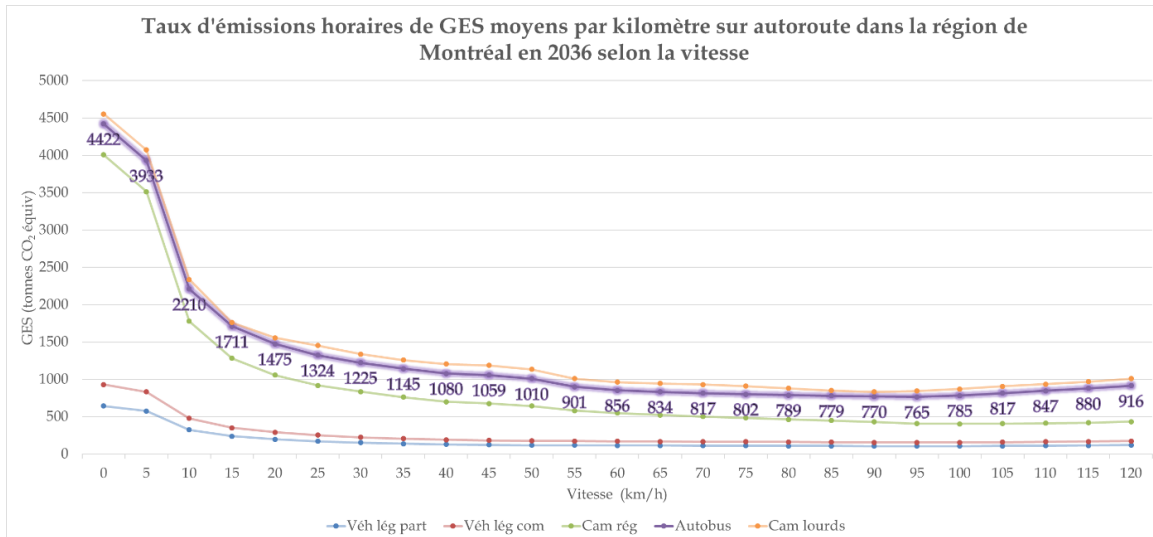


Figure 4.2.1 – Taux d'émissions horaires de GES par kilomètre parcouru par véhicule selon la vitesse sur une autoroute dans la région de Montréal en 2036

Les similarités avec les camions lourds dans nos hypothèses font en sorte que les taux y sont semblables, quoique légèrement inférieurs pour toutes les vitesses. Nous supposons que les données moyennes pour un autobus de transit tel que défini dans MOVES sont déterminées par des observations sur la flotte aux États-Unis.

Dans tous les cas, plus la vitesse de circulation est basse, plus les taux sont élevés, surtout pour les véhicules lourds. Les taux d'émission de GES se stabilisent et sont au plus bas niveau entre 60 km/h et 95 km/h environ pour un autobus sur autoroute, pour ensuite augmenter avec des vitesses de circulation plus élevées. Il y a donc un intérêt de rendre la circulation fluide à des vitesses optimales pour minimiser les taux de GES. Des mesures telles que l'UAB (avec accotements larges) et les feux de voies, même si ce n'est pas possible d'en évaluer quantitativement dans les modèles régionaux de la DMST faute de données disponibles, pourront au moins offrir une option de plus aux autobus pour garder une vitesse « acceptable », en cas d'accident par exemple, évitant ainsi des taux de GES plus élevés.

5. Limites

Plusieurs limites affectent la présente analyse sur le Pont de l'Île-aux-Tourtes :

- ✓ **Sur les informations des déplacements**
 - Les données de circulation sont basées sur une journée moyenne ouvrable d'automne qui permet d'évaluer la congestion routière récurrente par les habitudes de déplacements liés aux motifs travail/étude. Les particularités des déplacements en fin de semaine, jours de congé et autres saisons ne sont donc pas reflétées dans les résultats simulés.

- La référence aux autos dans l'enquête O-D ne concerne que les véhicules légers particuliers. Toutes les autres classes de véhicules (*camions légers, camions lourds, autobus*) n'ont donc pas le même niveau de détails d'informations sur les déplacements;
- ✓ **Sur les débits de circulation par type de véhicule**
 - Le modèle de simulation utilisé n'inclut pas implicitement les déplacements TC, et donc les débits des autobus ne sont pas connus;
 - Les débits représentent les déplacements entre chaque paire O-D à l'équilibre où aucun autre chemin pour la paire O-D ne pourrait améliorer le temps de parcours sans se contraindre à la capacité théorique des routes. En d'autres termes, les débits représentent les véhicules qui veulent passer mais qui ne passeront pas nécessairement en réalité (file d'attente).
 - Par ailleurs, les accidents et toute autre entrave ponctuelle (ex. : travaux de réparation mineure de route, grosses tempêtes, etc.) ne sont pas reflétés dans la codification du réseau routier.
 - Le modèle régional MOTREM de la DMST est un modèle dit macroscopique, où l'emphasis est mise sur les grands axes routiers, toute la circulation locale et la dynamique de la congestion ne sont pas évaluées.
- ✓ **Sur les émissions de GES résultantes**
 - Le modèle basé sur MOVES intègre des données historiques de diverses sources officielles, utilisées afin d'estimer la situation actuelle pour la région et de projeter aux années futures selon les tendances. Toute nouvelle technologie qui n'existe pas dans les données collectées est par conséquent non incluse dans les évaluations pour une année future.
 - L'hypothèse d'atteinte des cibles gouvernementales du Plan Énergétique du Québec en termes du nombre de véhicules électriques et hybrides rechargeables est intégrée dans les projections.
 - Les données intrants du modèle d'émissions ont été collectées par des institutions canadiennes et québécoises autant que possible. MOVES étant de base un outil créé pour la situation aux États-Unis, des valeurs par défaut américaines sont laissées lorsque la DMST n'est pas en mesure d'avoir des informations plus adaptées pour le Québec.
 - Les normes énergétiques intégrées dans le logiciel MOVES et la répartition des âges des véhicules québécois, avec un maintien du rythme de remplacement de la flotte, fait en sorte que les émissions de GES ont tendance à diminuer avec le temps, même en considérant l'augmentation grandissante des VUS sur le territoire québécois.

Compte tenu des hypothèses faites et des limites listées, l'utilisation des données produites doit donc être faite avec prudence. La DMST privilégie les analyses comparatives des résultats entre scénarios pour évaluer les impacts de projets ou d'évolution entre différentes années plutôt que se concentrer sur des valeurs totales précisément pour un scénario.

6. Conclusion

La réduction de 0,5 tonnes de GES en CO₂ équivalent entre les scénarios reflète l'impact régional avec un nouveau rééquilibrage des flux routiers dans les limites du territoire de l'enquête O-D de Montréal de 2013. Cet impact marginal dû uniquement à la modification géométrique des entrées et sorties autoroutières et l'ajout des voies de services tombe dans les marges d'erreur du modèle compte tenu du taux d'échantillonnage de l'enquête Origine-Destination de Montréal en 2013.

La nature des modèles régionaux de la DMST qui ont été utilisés pour simuler l'impact de la reconstruction du Pont de l'Île-aux-Tourtes fait en sorte qu'il n'est pas possible d'évaluer quantitativement des effets des modifications relativement plus fines dans la nouvelle configuration du secteur, tels l'ajout de l'UAB et l'élargissement de l'accotement de 3 et 4 mètres par rapport à 1,9 et 0,7 mètre actuellement. Nous pouvons supposer que leur impact ferait diminuer, d'un certain pourcentage, les valeurs de GES obtenues par les modèles de simulation de la DMST.

Un modèle microscopique portant plus spécifiquement sur le territoire d'étude serait plus sensible à ces changements, autant plus si le modèle simule des accidents et entraves qui pourraient survenir dans le secteur, soit une limitation importante des modèles utilisés pour évaluer le pire cas et ainsi estimer pleinement le potentiel de la nouvelle configuration en termes d'émissions de GES.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

Note technique – Estimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) des activités d'entretien et de réhabilitation en phase d'exploitation du projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes

Numéro de dossier MELCC : 3211-05-469

Numéro de projet MTQ : 154151176

JANVIER
2021



Estimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) des activités d'entretien et de réhabilitation en phase d'exploitation du projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes entre Vaudreuil-Dorion et Senneville

Numéro de dossier MELCC : 3211-05-469
Numéro de projet MTQ : 154151176

Note technique

Préparé par


2021-01-12

Jessica Desjardins, ing., DGE
Direction du soutien technique des grands projets

En collaboration avec : Direction des grands projets du pont de l'Île-aux-Tourtes et de
l'échangeur Saint-Pierre du Ministère

Direction générale de l'exploitation du réseau métropolitain du
Ministère

Consortium Tetrattech, Cima+ et AECOM

Registre des émissions et révisions

| N° de révision | Date | Description de l'émission ou de la modification |
|----------------|------------|--|
| 01 | 2020-09-15 | Version finale |
| 02 | 2020-10-01 | Version révisée |
| 03 | 2020-11-13 | Version révisée 02 |
| 04 | 2021-01-12 | Version révisée 03 |

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Introduction..... | 7 |
| 1.1. | Contexte et objectif de l'étude | 7 |
| 1.2. | Contenu..... | 7 |
| 2. | Méthodologie | 7 |
| 3. | Périmètre et sources d'émissions de GES | 8 |
| 3.1. | Activités d'entretien courant..... | 8 |
| 3.2. | Consommation d'énergie électrique | 10 |
| 3.3. | Activités de réhabilitation..... | 11 |
| 4. | Quantification des émissions de GES | 13 |
| 4.1. | Émissions des équipements mobiles routiers à partir du carburant consommé..... | 13 |
| 4.1.1. | Activités d'entretien courant..... | 14 |
| 4.1.2. | Activités de réhabilitation | 16 |
| 4.2. | Émissions des équipements mobiles routiers à partir du temps d'utilisation | 17 |
| 4.2.1. | Activités de réhabilitation | 17 |
| 4.3. | Émissions des équipements mobiles hors route | 19 |
| 4.3.1. | Activités d'entretien courant..... | 19 |
| 4.3.2. | Activités de réhabilitation | 21 |
| 4.4. | Consommation de l'énergie électrique..... | 21 |
| 4.5. | Systèmes de combustion fixes | 22 |
| 4.6. | Total des émissions de GES estimées pour la phase d'exploitation du futur pont | 23 |
| 5. | Émissions de GES pour les activités additionnelles | 24 |
| 5.1. | Activités d'entretien courant..... | 24 |
| 5.2. | Consommation d'énergie électrique | 26 |
| 5.3. | Activités de réhabilitation..... | 26 |
| 6. | Bilan des émissions de GES..... | 27 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Quantité de carburant requise pour les activités d'entretien courant – concept mi-nord..... | 9 |
| Tableau 2 : Quantité de carburant requise pour les activités d'entretien courant – concept nord..... | 10 |
| Tableau 3 : Consommation annuelle d'énergie électrique pour l'exploitation du pont | 10 |
| Tableau 4 : Consommation d'énergie électrique pour les roulottes de chantier | 11 |
| Tableau 5 : Quantité de carburant requise par type d'équipement pour les activités de réhabilitation..... | 12 |
| Tableau 6 : Quantité de carburant requise par type de transport pour les activités de réhabilitation..... | 12 |
| Tableau 7 : Facteurs d'émission associés aux équipements mobiles et fixes (MELCC, 2019)..... | 13 |
| Tableau 8 : Émissions de GES attribuables aux équipements routiers pour les activités d'entretien courant – concept mi-nord..... | 15 |
| Tableau 9 : Émissions de GES attribuables aux équipements routiers pour les activités d'entretien courant – concept nord | 15 |
| Tableau 10 : Émissions de GES attribuables aux équipements routiers utilisés pour le transport lors des activités de réhabilitation – concept mi-nord..... | 16 |
| Tableau 11 : Émissions de GES attribuables aux équipements routiers utilisés pour le transport lors des activités de réhabilitation – concept nord..... | 16 |
| Tableau 13 : Émissions de GES attribuables à l'utilisation de véhicules routiers pour les activités de réhabilitation – concept mi-nord | 18 |
| Tableau 14 : Émissions de GES attribuables à l'utilisation de véhicules routiers pour les activités de réhabilitation – concept nord | 18 |
| Tableau 15 : Estimation des émissions de GES attribuables aux équipements hors route pour les activités d'entretien courant – concept mi-nord | 20 |
| Tableau 16 : Estimation des émissions de GES attribuables aux équipements hors route pour les activités d'entretien courant – concept nord | 20 |
| Tableau 23 : Émissions de GES estimées pour la phase d'exploitation du futur pont – concept mi-nord..... | 23 |
| Tableau 24 : Émissions de GES estimées pour la phase d'exploitation du futur pont – concept nord..... | 23 |
| Tableau 25 : Émissions de GES estimées pour les activités d'entretien courant additionnelles par rapport au pont actuel – concept mi-nord..... | 25 |
| Tableau 26 : Émissions de GES estimées pour les activités d'entretien par rapport au pont actuel – concept nord | 25 |

| | |
|--|----|
| Tableau 27 : Émissions de GES estimées pour les activités de réhabilitation additionnelles par rapport au pont actuel | 26 |
|--|----|

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 – Données et hypothèses pour les activités d'entretien courant
- ANNEXE 2 – Données et hypothèses pour la consommation d'énergie électrique
- ANNEXE 3 – Données et hypothèses pour les activités de réhabilitation
- ANNEXE 4 – Activités additionnelles

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte et objectif de l'étude

Ce rapport présente une estimation, réalisée par le ministère des Transports, des émissions de gaz à effet de serre (GES) engendrées par les activités d'entretien et de réhabilitation en phase d'exploitation du futur pont de l'Île-aux-Tourtes, à la suite du projet de reconstruction du pont. Elle exclut les émissions de GES engendrées par le transfert modal des personnes, le flux de circulation, la congestion routière, le transport des marchandises ainsi que celles émises pendant la phase de construction qui font l'objet d'autres rapports.

Cette estimation a été réalisée sur les deux concepts mi-nord et au nord et sur la base du niveau de conception de l'avant-projet préliminaire (Consortium, 2020a), des informations connues à ce jour et des hypothèses raisonnables concernant les activités d'entretien et de réhabilitation qui seront requises à la suite de la mise en service du nouveau pont. Les fréquences et méthodes de travail retenues par les entrepreneurs responsables de la réalisation de certains travaux d'entretien et de réhabilitation pourraient toutefois différer.

1.2. Contenu

Le rapport est divisé en quatre principales sections, la première correspondant à l'introduction. La section 2 porte sur la méthodologie et la section 3 présente le périmètre d'émissions de GES et les sources d'émissions de GES considérées pour l'estimation des GES du projet. La section 4 présente la quantification des émissions des GES des activités d'entretien et de réhabilitation du futur pont. Finalement, la section 5 expose les émissions de GES des activités additionnelles que le nouveau pont engendrera par rapport au pont actuel.

2. MÉTHODOLOGIE

La présente estimation a été réalisée conformément à la méthodologie du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) (MELCC, 2019). Comme certaines données ne sont pas connues à ce jour, tels que le choix des fournisseurs ainsi que les séquences des travaux effectués par l'entrepreneur, des hypothèses ont été posées afin d'estimer préliminairement les émissions de GES émis par les activités en phase d'exploitation du projet.

3. PÉRIMÈTRE ET SOURCES D'ÉMISSIONS DE GES

Le périmètre d'émissions de GES fixé pour la présente estimation comprend les sources d'émissions de GES suivantes :

- Les équipements de combustion mobiles utilisés pour les activités d'entretien et de réhabilitation à l'intérieur de la zone d'intervention du projet (annexes 1 et 3);
- Le transport des matériaux utilisés pour les activités d'entretien et de réhabilitation;
- Le transport des résidus générés par les activités d'entretien et travaux de réhabilitation au site de dépôt ou de traitement;
- La consommation d'énergie électrique utilisée pour le fonctionnement des systèmes d'éclairage, de systèmes de transport intelligents (STI) et de télécommunication en phase exploitation du projet (annexe 2);
- Les systèmes de combustion fixes nécessaires pour les activités de réhabilitation (génératrice, compresseur, etc.).

Cette estimation est réalisée pour la durée de vie utile du pont, soit 75 ans. Les émissions de GES annuelles sont également présentées. Elle exclut les émissions de GES liées au transport des travailleurs vers leur lieu de travail. Elle exclut également les émissions de GES associées aux activités en amont du transport des matériaux, telles que l'extraction des matières premières et leur transformation en matériaux de construction. Comme mentionné dans la section précédente, cette estimation ne comprend pas les émissions de GES engendrées par le transfert modal des personnes, le flux de circulation, la congestion routière, le transport des marchandises ainsi que celles pendant la phase de construction.

Les principaux GES émis de ces sources et considérés dans l'estimation sont :

- Le dioxyde de carbone (CO₂);
- Le méthane (CH₄);
- L'oxyde nitreux (N₂O).

Les activités considérées avec les quantités de carburants et d'énergie électrique consommée sont présentées dans les sous-sections suivantes.

3.1. Activités d'entretien courant

Cette section présente une estimation de la quantité de carburant requise pour réaliser les activités d'entretien courant annuelles et sur toute la durée de vie utile prévue du pont, soit 75 ans. Les concepts mi-nord et nord du futur pont sont comparés.

Les activités d'entretien courant comprennent :

- La viabilité hivernale (contrôle de la neige et de la glace);

- L'entretien estival (lavage du pont, marquage de la chaussée, tonte du gazon, ramassage des débris, etc.);
- Le ramassage des animaux morts;
- La gestion des incidents;
- Les réparations ponctuelles et d'urgence (nids de poule, glissières et atténuateurs d'impacts, bris ponctuels, panneaux de signalisation, lisses et poteaux des glissières semi-rigides, etc.);
- Le nettoyage des conduites de drainage, l'entretien des noues et la vidange des séparateurs hydrodynamiques;
- La maintenance et le nettoyage des panneaux de signalisation;
- L'entretien et la maintenance des équipements électriques, des STI et des lampadaires;
- L'entretien du mobilier urbain;
- Les inspections.

Les réparations et retouches structurelles ont été considérées dans les activités de réhabilitation présentées à la section 3.3.

La quantité de carburant associée à chaque activité ainsi que les données et les hypothèses prises en compte sont présentées en détail à l'annexe 1. Les tableaux 1 et 2 présentent la quantité de carburant par type d'équipement utilisé annuellement et sur 75 ans. La différence de la quantité de carburant entre les concepts mi-nord et au nord s'explique par la différence de la longueur des différentes voies (pont, bretelles, latérales et chemin Senneville). Le tableau A1-2 de l'annexe 1 présente les mesures linéaires des différentes voies prévues à ce jour pour les deux concepts.

Tableau 1 : Quantité de carburant requise pour les activités d'entretien courant – concept mi-nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation annuelle | Consommation sur 75 ans |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | Litres | Litres |
| Véhicule routier à essence | Essence | 3 500,27 | 258 245,49 |
| Bateaux à essence | Essence | 200,96 | 15 071,67 |
| Véhicule routier à diesel | Diesel | 173 128,45 | 12 972 446,88 |
| Véhicule hors route à diesel | Diesel | 14 703,78 | 1 052 642,49 |
| Total | | 191 533,45 | 14 298 406,53 |

Tableau 2 : Quantité de carburant requise pour les activités d'entretien courant – concept nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation annuelle | Consommation sur 75 ans |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | Litres | Litres |
| Véhicule routier à essence | Essence | 3 502,46 | 258 409,25 |
| Bateaux à essence | Essence | 251,19 | 18 839,59 |
| Véhicule routier à diesel | Diesel | 173 595,66 | 13 007 485,63 |
| Véhicule hors route à diesel | Diesel | 14 710,67 | 1 053 159,44 |
| Total | | 192 059,99 | 14 337 893,90 |

3.2. Consommation d'énergie électrique

Cette section présente une estimation de la consommation d'énergie électrique prévue pour l'exploitation du pont et ses approches. Le tableau 3 présente la consommation d'énergie électrique prévue pour chacun de ces systèmes.

Tableau 3 : Consommation annuelle d'énergie électrique pour l'exploitation du pont

| Équipement | Consommation annuelle (kWh) | Consommation totale sur 75 ans (kWh) |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Éclairage | 283 625 | 21 271 852 |
| Télécommunication | 103 368 | 7 752 600 |
| STI | 177 048 | 13 278 627 |
| Total | 564 041 | 42 303 079 |

Les données et hypothèses de cette estimation sont présentées à l'annexe 2. Les équipements d'éclairage, de télécommunication et de STI sont considérés dans l'estimation. Les équipements de télécommunication comprennent les édicules et les boîtes électriques alors que les STI comprennent les radars, les têtes de feux de voies, la station météo-routière, les feux de navigation, les caméras et les panneaux à message variable.

Il y a également l'alimentation électrique des roulottes de chantier prévues pour certaines activités de réhabilitation présentées à la section 3.3 et à l'annexe 3. La consommation d'énergie électrique pour ces roulottes de chantier est présentée au tableau 4 à la page suivante. La différence de la consommation d'énergie électrique des roulottes de chantier entre les deux concepts provient de la différence de la durée des travaux pour la réparation majeure de la dalle et des unités de fondation. Les sections 10 et 11 de l'annexe 3 présentent les durées prévues pour ces deux activités de réhabilitation.

Tableau 4 : Consommation d'énergie électrique pour les roulottes de chantier

| Activité de réhabilitation | Consommation totale (kWh) | |
|------------------------------------|---------------------------|---------------|
| | Concept mi-nord | Concept nord |
| Réparation majeure de la dalle | 7 200 | 8 640 |
| Réparation des unités de fondation | 1 944 | 2 232 |
| Total | 9 144 | 10 872 |

3.3. Activités de réhabilitation

Cette section présente une estimation de la quantité de carburant pour réaliser les activités de réhabilitation prévues toute la durée de vie utile du pont, soit 75 ans. Les concepts mi-nord et nord sont comparés là où il y a une différence significative. Plusieurs hypothèses s'appuient sur la note GP-04 qui porte sur l'estimation de la quantité de carburant et du nombre d'heures d'utilisation des équipements pour la phase construction du futur pont de l'Île-aux-Tourtes (Consortium 2020b).

Les activités de réhabilitation suivantes sont prises en compte :

- Le remplacement du béton bitumineux – ponts, approches et autoroutes;
- Le remplacement de la membrane d'étanchéité;
- La réparation et le remplacement de la couche de la surface en béton armé continu (BAC) – autoroutes, voies latérales, bretelles;
- La peinture de l'acier de construction;
- La réparation de l'acier de la superstructure;
- Le remplacement d'appareils d'appui;
- Le remplacement de joint de dilatation;
- La réparation de la dalle par zone;
- La réparation majeure de la dalle – remplacement ou l'application d'une chappe de béton;
- La réparation des unités de fondation;
- L'entretien des éléments de la signature architecturale;
- L'entretien majeur des STI et des systèmes de télécommunication;
- L'entretien majeur et la réhabilitation du réseau de drainage;
- Le relampage général;
- Le remplacement des panneaux de signalisation;

- La réhabilitation de la passerelle Breslay.

Les principales hypothèses posées pour le calcul sont explicitées ci-dessous.

- La consommation moyenne de diesel pour le transport est de 40 litres par 100 km;
- Les distances indiquées sont les distances aller-retour;
- L'éclairage temporaire se fera à partir des équipements en place (génératrice, éclairage permanent du pont ou camion de services).

Les tableaux 5 et 6 résument respectivement les quantités de carburant par type d'équipement et de transport pour réaliser les activités de réhabilitation. Les détails de l'estimation se trouvent à l'annexe 3.

La différence de la quantité de carburant requis entre les concepts mi-nord et au nord s'explique, entre autres, par la différence de la longueur des voies et du nombre d'unités de fondation, ce qui occasionne des quantités différentes de matériaux à transporter et de consommation de carburant par les équipements. Le concept mi-nord prévoit 27 unités de fondation (incluant les deux culées) et le concept nord prévoit 31 unités de fondation (incluant les deux culées). Le tableau A1-2 à l'annexe 1 présente les mesures linéaires des différentes voies prévues à ce jour pour les deux concepts. Pour le transport des matériaux, le concept mi-nord requiert une plus grande quantité de carburant que le concept nord, puisqu'il nécessite une plus grande quantité de béton bitumineux pour le pavage de surlargeurs additionnelles du côté de Senneville pour le maintien temporaire des voies pour effectuer les travaux.

Tableau 5 : Quantité de carburant requise par type d'équipement pour les activités de réhabilitation

| Équipements | Type de carburant | Consommation (L) | Consommation (L) |
|------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| | | Concept mi-nord | Concept nord |
| Véhicule routier à essence | Essence | 1 944 861,24 | 1 985 931,54 |
| Véhicule hors route à diesel | Diesel | 1 785 601,78 | 1 839 046,30 |
| Appareils fixes à essence | Essence | 51 342,44 | 51 342,44 |
| Appareils fixes à diesel | Diesel | 189 798,67 | 202 605,80 |
| Total | | 3 971 604,13 | 4 078 926,08 |

Tableau 6 : Quantité de carburant requise par type de transport pour les activités de réhabilitation

| Type de transport | Carburant | Consommation (L) | |
|---------------------------------------|-----------|---------------------|---------------------|
| | | Concept mi-nord | Concept nord |
| Transport des matériaux | Diesel | 1 737 244,00 | 1 711 979,84 |
| Transport mobilisation/démobilisation | Diesel | 20 552,64 | 22 500,64 |
| Total | | 1 757 796,64 | 1 734 480,48 |

4. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES

4.1. Émissions des équipements mobiles routiers à partir du carburant consommé

L'équation 1 a été utilisée pour quantifier les émissions des GES attribuables aux équipements mobiles routiers utilisés en phase d'exploitation du projet.

Équation 1 Émissions de GES attribuables aux équipements mobiles (MELCC, 2019)

$$EM_{transport} = \sum_{i=1}^{i=n} \text{Quantité de carburant } i \text{ consommé} \times \text{Facteurs d'émission}_i$$

$EM_{transport}$: Émissions de GES en tonnes d'équivalent CO₂

Quantité de carburant i consommée : Quantité de carburant (diesel) consommée en litre

Facteurs d'émission_i : Facteurs d'émission du carburant (diesel) en gCO₂/L, gCH₄/L, gN₂O/L et gCO₂e/L indiqués au tableau 7

Les facteurs d'émissions présentés au tableau 7 sont tirés du tableau 4 du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre du MELCC (MELCC, 2019) pour les systèmes de combustion mobiles et du tableau 1-3 de l'annexe A.2 du Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDOCECA) pour les systèmes de combustion fixes.

Tableau 7 : Facteurs d'émission associés aux équipements mobiles et fixes (MELCC, 2019 et RDOCECA, Publications du Québec, 2020)

| Facteurs d'émission du carburant | | | |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Équipement | g CO ₂ /L | g CH ₄ /L | g N ₂ O/L |
| Véhicule routier à essence | 2307 | 0,14 | 0,022 |
| Véhicule routier à diesel | 2681 | 0,11 | 0,151 |
| Véhicule hors route à diesel | 2681 | 0,073 | 0,022 |
| Bateau à essence | 2307 | 0,22 | 0,063 |
| Système de combustion fixe à essence | 2289 | 2,70 | 0,050 |
| Système de combustion fixe à diesel | 2663 | 0,133 | 0,4 |

4.1.1. Activités d'entretien courant

Les tableaux 8 et 9 présentent les émissions de GES attribuables aux équipements routiers pour les activités d'entretien courant pour les concepts mi-nord et nord. Elles ont été estimées à partir de l'équation 1 et de l'ensemble des données utilisées et des hypothèses posées fournies à l'annexe 1.

Tableau 8 : Émissions de GES attribuables aux équipements routiers pour les activités d'entretien courant – concept mi-nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation annuelle | Émissions GES annuelles | Consommation sur 75 ans | Émissions GES sur 75 ans |
|----------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | Litres | Tonnes éq.CO ₂ | Litres | Tonnes éq.CO ₂ |
| Véhicule routier à essence | Essence | 3 500,27 | 8,11 | 258 245,49 | 598,35 |
| Véhicule routier à diesel | Diesel | 173 128,45 | 472,47 | 12 972 446,88 | 35 401,81 |
| Total | | 176 628,71 | 480,58 | 13 230 692,37 | 36 000,16 |

Tableau 9 : Émissions de GES attribuables aux équipements routiers pour les activités d'entretien courant – concept nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation annuelle | Émissions GES annuelles | Consommation sur 75 ans | Émissions GES sur 75 ans |
|----------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | Litres | Tonnes éq.CO ₂ | Litres | Tonnes éq.CO ₂ |
| Véhicule routier à essence | Essence | 3 502,46 | 8,12 | 258 409,25 | 598,73 |
| Véhicule routier à diesel | Diesel | 173 595,66 | 473,74 | 13 007 485,63 | 35 497,43 |
| Total | | 177 098,12 | 481,86 | 13 265 894,88 | 36 096,16 |

4.1.2. Activités de réhabilitation

Les tableaux 10 et 11 présentent les émissions de GES attribuables aux équipements routiers pour le transport des matériaux et des équipements dans le cadre des activités de réhabilitation. Elles ont été estimées à partir de l'équation 1, présentée à la section 4.1, et de l'ensemble des données et des hypothèses fournies à l'annexe 3.

Tableau 10 : Émissions de GES attribuables aux équipements routiers utilisés pour le transport lors des activités de réhabilitation – concept mi-nord

| Type de transport | Type de carburant | Consom-mation | Émissions CO ₂ | Émissions CH ₄ | Émissions N ₂ O | Émissions de GES |
|--|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes éq. CO ₂ |
| Camion de transport des matériaux | Diesel | 1 737 244,00 | 4 657,55 | 0,191 | 0,262 | 4 740,94 |
| Mobilisation/démobilisation des équipements hors route | Diesel | 20 552,64 | 55,10 | 0,002 | 0,003 | 56,09 |
| Total | | 1 757 796,64 | 4 712,65 | 0,193 | 0,265 | 4 797,03 |

Tableau 11 : Émissions de GES attribuables aux équipements routiers utilisés pour le transport lors des activités de réhabilitation – concept nord

| Type de transport | Type de carburant | Consom-mation | Émissions CO ₂ | Émissions CH ₄ | Émissions N ₂ O | Émissions de GES |
|--|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes éq. CO ₂ |
| Transport des matériaux | Diesel | 1 711 979,84 | 4 589,82 | 0,188 | 0,259 | 4 671,99 |
| Mobilisation/démobilisation des équipements hors route | Diesel | 22 500,64 | 60,32 | 0,002 | 0,003 | 61,40 |
| Total | | 1 734 480,48 | 4 650,14 | 0,191 | 0,262 | 4 733,40 |

4.2. Émissions des équipements mobiles routiers à partir du temps d'utilisation

Dans le cas des activités de réhabilitation, les émissions de GES attribuables à l'utilisation de véhicules routiers autre que pour le transport des matériaux et des équipements ont été estimées à partir du temps d'utilisation. L'équation 1 a été utilisée pour estimer ces émissions.

La quantité de diesel consommée par chaque équipement mobile routier a été déterminée à partir du facteur Brake-Specific Fuel Consumption (BSFC) qui représente la consommation de diesel des équipements par puissance (hp) et par heure d'utilisation. Ce facteur est exprimé en grammes de diesel par hp et par heure et peut être déterminé à partir du tableau 12. Ces facteurs sont tirés du document « Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling-Compression-Ignition Report No. NR-009d July 2010 » (USEPA, 2002).

Tableau 12 : Facteur BSFC (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2002)

| Puissance de la machine | BSFC |
|-------------------------|--------|
| hp | g/hp-h |
| Entre 0 et 100 hp | 185,1 |
| ≥ 100 hp | 166,5 |

Les hypothèses et données de base utilisées pour quantifier ces émissions sont exposées ci-dessous.

- Le type d'équipement, en considération de sa puissance en hp et le facteur de puissance de 0,59;
- Les durées d'opération pour chaque type d'équipement mobile;
- Le facteur BSFC pour chaque type d'équipement en g/hp-h (USEPA, 2002);
- Les facteurs d'émission du carburant (diesel), en gCO₂/L, gCH₄/L, gN₂O/L et gCO₂e/L, indiqués au tableau 7.

L'ensemble des données utilisées, les hypothèses posées ainsi que les durées d'opération et de la consommation de diesel des équipements mobiles sont fournis à l'annexe 3.

4.2.1. Activités de réhabilitation

Les tableaux 13 et 14 présentent les émissions de GES estimées à l'utilisation d'équipements routiers pour les concepts mi-nord et nord.

Tableau 13 : Émissions de GES attribuables à l'utilisation de véhicules routiers pour les activités de réhabilitation – concept mi-nord

| Véhicules | Consommation | Émissions CO ₂ | Émissions CH ₄ | Émissions N ₂ O | Émissions GES |
|----------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes équ. CO ₂ |
| Véhicule routier à essence | 1 944 861,24 | 4 486,79 | 0,272 | 0,043 | 4 506,24 |

Tableau 14 : Émissions de GES attribuables à l'utilisation de véhicules routiers pour les activités de réhabilitation – concept nord

| Équipements | Consommation | Émissions CO ₂ | Émissions CH ₄ | Émissions N ₂ O | Émissions GES |
|----------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes équ. CO ₂ |
| Véhicule routier à essence | 1 985 931,54 | 4 581,54 | 0,278 | 0,044 | 4 601,40 |

4.3. Émissions des équipements mobiles hors route

L'équation 1, présentée à la section 4.1, a aussi été utilisée pour quantifier les émissions de GES attribuables à l'utilisation d'équipements mobiles hors route en phase d'exploitation du projet. La quantité de diesel consommé par chaque équipement mobile hors route a été déterminée à partir du facteur BSFC présenté au Tableau 12. Les hypothèses et données de base utilisées pour quantifier ces émissions sont exposées ci-dessous.

- Le type d'équipement mobile, en considération de sa puissance en hp et de son facteur de puissance;
- Les durées d'opération pour chaque type d'équipement mobile;
- Le facteur BSFC pour chaque type d'équipement en g/hp-h (USEPA, 2002);
- Les facteurs d'émission du carburant (diesel), en gCO₂/L, gCH₄/L, gN₂O/L et gCO₂e/L, indiqués au tableau 7.

4.3.1. Activités d'entretien courant

Les tableaux 15 et 16 présentent les émissions de GES attribuables aux équipements mobiles hors route utilisés pour les activités d'entretien courant pour les concepts mi-nord et nord. Elles ont été estimées à partir de l'équation 1 et de l'ensemble des données et des hypothèses fournies à l'annexe 1.

Tableau 15 : Estimation des émissions de GES attribuables aux équipements hors route pour les activités d'entretien courant – concept mi-nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation annuelle | Émissions GES annuelles | Consommation sur 75 ans | Émissions GES sur 75 ans |
|---------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | Litres | Tonnes éq.CO ₂ | Litres | Tonnes éq.CO ₂ |
| Bateaux | Essence | 200,96 | 0,47 | 15 071,67 | 35,13 |
| Véhicule hors route | Diesel | 14 703,78 | 39,54 | 1 052 642,49 | 2 830,56 |
| Total | | | 40,01 | - | 2 865,69 |

Tableau 16 : Estimation des émissions de GES attribuables aux équipements hors route pour les activités d'entretien courant – concept nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation annuelle | Émissions GES annuelles | Consommation sur 75 ans | Émissions GES sur 75 ans |
|---------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | Litres | Tonnes éq.CO ₂ | Litres | Tonnes éq.CO ₂ |
| Bateaux | Essence | 251,19 | 0,59 | 18 839,59 | 43,92 |
| Véhicule hors route | Diesel | 14 710,67 | 39,56 | 1 053 159,44 | 2 831,95 |
| Total | | | 40,14 | - | 2 875,86 |

4.3.2. Activités de réhabilitation

Le tableau 17 présente les émissions de GES attribuables aux équipements mobiles hors route utilisés pour les activités de réhabilitation. Elles ont été estimées à partir de l'équation 1 et de l'ensemble des données et des hypothèses fournies à l'annexe 3.

Tableau 17 : Estimation des émissions de GES attribuables à l'utilisation d'équipements hors route à diesel pour les activités de réhabilitation

| Concept | Consommation | Émissions CO ₂ | Émissions CH ₄ | Émissions N ₂ O | Émissions GES |
|---------|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes équ. CO ₂ |
| Mi-nord | 1 785 601,78 | 4 787,20 | 0,130 | 0,039 | 4 801,48 |
| Nord | 1 839 046,30 | 4 930,48 | 0,134 | 0,040 | 4 945,20 |

4.4. Consommation de l'énergie électrique

Les émissions attribuables à la consommation de l'énergie électrique sont calculées avec le facteur indiqué au tableau 18 et l'équation 2. Le tableau 19 présente les émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie électrique du futur pont en phase d'exploitation. Les tableaux 20 et 21 présentent les émissions de GES attribuables aux roulottes de chantier requises lors des activités de réhabilitation.

Tableau 18 : L'intensité des gaz à effet de serre pour l'énergie électrique (ECCC, 2018)

| Intensité relative à la production (g d'éq. CO ₂ /kWh) |
|---|
| 1.3 (valeur pour l'année 2018) |

Équation 2 Calcul des émissions provenant de l'utilisation de l'énergie électrique

$$\text{Émissions de GES (Tonnes CO}_2\text{)} = \text{kWh consommés} \times 1.3 \times 10^{-6}$$

Tableau 19 : Émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie électrique en phase d'exploitation

| Équipement | Consommation annuelle (kWh) | Émissions GES annuelles (Tonnes équ. CO ₂) | Consommation sur 75 ans (kWh) | Émissions GES sur 75 ans (Tonnes équ. CO ₂) |
|-------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|---|
| Éclairage | 283 625 | 0,37 | 21 271 852 | 27,65 |
| Télécommunication | 103 368 | 0,13 | 7 752 600 | 10,08 |
| STI | 177 048 | 0,23 | 13 278 627 | 17,26 |
| Total | 564 041 | 0,73 | 42 303 079 | 54,99 |

Tableau 20 : Émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie électrique des roulottes de chantier – concept mi-nord

| Activité de réhabilitation | Consommation (kWh) | Émissions GES sur 75 ans (Tonnes éq. CO ₂) |
|------------------------------------|--------------------|--|
| Réparation majeure de la dalle | 7 200 | 0,0094 |
| Réparation des unités de fondation | 1 944 | 0,0025 |
| Total | 9 144 | 0,0119 |

Tableau 21 : Émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie électrique des roulottes de chantier – concept nord

| Activité de réhabilitation | Consommation (kWh) | Émissions GES sur 75 ans (Tonnes éq. CO ₂) |
|------------------------------------|--------------------|--|
| Réparation majeure de la dalle | 8 640 | 0,0112 |
| Réparation des unités de fondation | 2 232 | 0,0029 |
| Total | 10 872 | 0,0141 |

4.5. Systèmes de combustion fixes

Le tableau 22 présente les émissions de GES attribuables aux systèmes de combustion fixes pour les activités de réhabilitation. Elles ont été estimées à partir de l'équation 1 et de l'ensemble des données et des hypothèses fournies à l'annexe 3. Les facteurs d'émission utilisés sont ceux présentés au tableau 7 pour les systèmes de combustion fixe à essence et tirés du tableau 1-3 de l'annexe A.2 du RDOCECA. Ces facteurs d'émission ont été multipliés par les potentiels de réchauffement planétaire présentés au tableau 3 du guide du MELCC (MELCC, 2019) pour obtenir les émissions de GES en tonnes d'équivalent CO₂.

Tableau 22 : Émissions de GES attribuables à l'utilisation d'appareils fixes pour les activités de réhabilitation

| Concept | Consommation | Émissions CO ₂ | Émissions CH ₄ | Émissions N ₂ O | Émissions GES |
|---------|--------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | (Litres) | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes éq. CO ₂ |
| Mi-nord | 241 141,11 | 622,96 | 0,164 | 0,078 | 650,44 |
| Nord | 253 948,24 | 657,06 | 0,166 | 0,084 | 686,12 |

4.6. Total des émissions de GES estimées pour la phase d'exploitation du futur pont

Les tableaux 23 et 24 présentent les émissions de GES annuelles et sur 75 ans en tonnes d'équivalent CO₂ estimées pour la phase d'exploitation du projet, laquelle comprend les activités d'entretien courant et les activités de réhabilitation à différents moments durant la durée de vie prévue de l'infrastructure. Les émissions de GES annuelles pour les activités de réhabilitation ont été calculées en divisant les émissions de GES totales estimées par 75 ans. Les émissions de GES attribuables aux équipements fixes et à la consommation d'énergie électrique pourraient être exclues du bilan de GES du projet puisqu'elles représentent moins de 1% de l'ensemble des émissions de GES estimées pour les activités d'entretien et de réhabilitation en phase d'exploitation du futur pont.

Tableau 23 : Émissions de GES estimées pour la phase d'exploitation du futur pont – concept mi-nord

| Source d'émissions de GES | Émissions GES annuelles | Émissions GES sur 75 ans |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ |
| Équipements fixes | 8,67 | 650,44 |
| Équipements routiers | 604,62 | 45 303,43 |
| Équipements hors route | 104,03 | 7 667,17 |
| Consommation d'énergie électrique | 0,73 | 55,00 |
| Total | 718,06 | 53 676,04 |

Tableau 24 : Émissions de GES estimées pour la phase d'exploitation du futur pont – concept nord

| Source d'émissions de GES | Émissions GES annuelles | Émissions GES sur 75 ans |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ |
| Équipements fixes | 9,15 | 686,12 |
| Équipements routiers | 606,32 | 45 430,96 |
| Équipements hors route | 106,08 | 7 821,06 |
| Consommation d'énergie électrique | 0,73 | 55,00 |
| Total | 722,28 | 53 993,14 |

5. ÉMISSIONS DE GES POUR LES ACTIVITÉS ADDITIONNELLES

La majorité des activités d'entretien et de réhabilitation mentionnées dans les sections précédentes sont réalisées pour le pont actuel. Cette section a pour objectif de présenter les émissions de GES liées aux activités additionnelles que le futur pont engendrera par rapport au pont actuel en phase d'exploitation. À noter que les émissions de GES estimées aux tableaux 25 à 27 sont incluses aux tableaux 23 et 24 de la section 4.6.

5.1. Activités d'entretien courant

Selon les informations connues à ce jour, les activités additionnelles prévues pour la phase d'exploitation du nouveau pont sont :

- L'entretien hivernal et estival de la piste polyvalente, des voies latérales et de la largeur de la chaussée additionnelle (4,4 mètres par voie) par rapport au pont actuel;
- Le nettoyage des systèmes de drainage additionnels;
- L'entretien de l'aménagement paysager requis les 5 premières années;
- L'entretien et la maintenance des STI et des systèmes de télécommunication;

Par contre, le temps d'inspection des unités de fondation sera réduit puisque le futur pont aura 17 unités de fondation de moins par rapport au pont actuel.

Les tableaux 25 et 26 de la page suivante présentent les émissions de GES estimées pour les activités d'entretien courant additionnelles par rapport au pont actuel. Les détails de l'estimation se trouvent à l'annexe 4. L'entretien hivernal et estival des deux voies latérales et de la largeur de la chaussée additionnelle du futur pont contribue à la majeure partie des émissions de GES estimées pour les activités additionnelles d'entretien courant avec près de 182 tonnes d'équivalent CO₂ par année pour le concept mi-nord et 188 tonnes d'équivalent CO₂ pour le concept nord. La différence des émissions de GES entre les concepts mi-nord et au nord s'explique par la différence de la longueur des différentes voies du futur pont et des voies latérales. Le tableau A1-2 de l'annexe 1 présente les mesures linéaires des différentes voies prévues à ce jour pour les deux concepts.

Tableau 25 : Émissions de GES estimées pour les activités d'entretien courant additionnelles par rapport au pont actuel – concept mi-nord

| Éléments additionnels | Émissions de GES annuelles | Émissions de GES sur 75 ans |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ |
| Entretien hivernal et estival de la piste polyvalente (incluant la passerelle Breslay) | 44,31 | 3323,22 |
| Entretien hivernal et estival des deux voies latérales et de la surlargeur de la chaussée (4,4 mètres par voie) du futur pont | 118,48 | 8 886,13 |
| Éléments système de drainage (bassin, conduits sur le pont et séparateurs additionnels) | 17,04 | 1 278,32 |
| Aménagement paysager (5 premières années) | 2,30 | 11,51 |
| STI, Télécommunication | 0,08 | 5,84 |
| (Inspection de 17 piles de moins) | (0,42) | (31,40) |
| Total | 181,80 | 13473,62 |

Tableau 26 : Émissions de GES estimées pour les activités d'entretien par rapport au pont actuel – concept nord

| Éléments additionnels | Émissions de GES annuelles | Émissions de GES sur 75 ans |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ |
| Entretien hivernal et estival de la piste polyvalente (incluant la passerelle Breslay) | 44,40 | 3 330,29 |
| Entretien hivernal et estival des deux voies latérales et de la surlargeur de la chaussée (4,4 mètres par voie) du futur pont | 124,60 | 9 344,76 |
| Éléments système de drainage (bassin, conduits sur le pont et séparateurs additionnels) | 17,04 | 1 278,32 |
| Aménagement paysager (5 premières années) | 2,46 | 11,89 |
| STI, Télécommunication | 0,08 | 5,84 |
| (Inspection de 13 piles de moins) | (0,35) | (26,18) |
| Total | 188,23 | 13 944,91 |

5.2. Consommation d'énergie électrique

Selon l'estimation de la consommation d'énergie électrique des systèmes d'éclairage, de STI et de télécommunication de l'annexe 2, le futur pont pourrait consommer, en phase d'exploitation, 163 725 kilowattheures de plus par année que le pont actuel. Cette consommation supplémentaire correspond à une émission de 0,21 tonne d'équivalent CO₂ par année en suivant la méthodologie présentée à la section 4.4. Ainsi, sur 75 ans, 16 tonnes d'équivalent CO₂ supplémentaires seraient émises par le futur pont en comparaison avec la consommation du pont actuel.

5.3. Activités de réhabilitation

Les activités de réhabilitation qui peuvent être additionnelles au pont actuel sont présentées au tableau 27 et sont similaires pour les deux concepts. Les détails de l'estimation se trouvent à l'annexe 4.

Tableau 27 : Émissions de GES estimées pour les activités de réhabilitation additionnelles par rapport au pont actuel

| Activités de réhabilitation additionnelle | Hypothèse de consommation | Émissions GES annuelles | Emissions GES sur 75 ans |
|---|--|----------------------------|----------------------------|
| | | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ |
| Entretien éléments architecturaux | 100 % de l'estimation de la section 12 de l'annexe 3 | 9,64 | 723,05 |
| Réhabilitation système drainage sur le pont, Inspection et nettoyage général et caméras à ajouter | 50 % de l'estimation de la section 14 de l'annexe 3 | 1,62 | 121,16 |
| Entretien majeur STI | 100 % de l'estimation de la section 13 de l'annexe 3 | 0,74 | 55,58 |
| Réhabilitation de la passerelle Breslay | 100% de l'estimation de la section 17 de l'annexe 3 | 0,51 | 38,61 |
| Total | | 12,51 | 938,41 |

6. BILAN DES ÉMISSIONS DE GES

Le tableau 28 présente d'abord l'ensemble des émissions de GES engendrées par les activités d'entretien et de réhabilitation en phase d'exploitation du futur pont de l'Île-aux-Tourtes, à la suite du projet de reconstruction du pont. La différence du bilan des émissions de GES entre les concepts mi-nord et au nord s'explique en grande partie par la différence de la longueur des voies (pont, bretelles, latérales et chemin Senneville) à entretenir.

Les émissions de GES liées aux activités additionnelles que le futur pont engendrera par rapport au pont actuel en phase d'exploitation sont également présentées au tableau 28 pour les deux concepts. Elles représentent environ 27 % de l'ensemble des GES émis annuellement et sur 75 ans par les activités d'entretien et de réhabilitation en phase d'exploitation du futur pont.

Tableau 28 : Total des émissions de GES estimées en phase exploitation du futur pont

| Phase exploitation | Émissions de GES (Tonnes éq. CO ₂) | | | |
|--|--|------------|--------------|------------|
| | Concept mi-nord | | Concept nord | |
| | Annuelle | Sur 75 ans | Annuelle | Sur 75 ans |
| Ensemble des activités d'entretien et de réhabilitation | 718,06 | 53 676,04 | 722,28 | 53 993,14 |
| Activités d'entretien et de réhabilitation additionnelles par rapport au pont actuel | 194,52 | 14428,03 | 200,95 | 14899,32 |

RÉFÉRENCES

- Consortium Tetra Tech CIMA+ AECOM* [Consortium]. (2020a). Projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes. Rapport d'avant-projet préliminaire. Rapport préparé pour le ministère des Transports du Québec. 386 pages et annexes.
- Consortium Tetra Tech CIMA+ AECOM* [Consortium]. (2020b). Projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes. Note technique GP-04. Version 31 juillet 2020. Note technique préparée pour le ministère des Transports du Québec. 24 pages et annexes.
- Consortium Tetra Tech CIMA+ AECOM* [Consortium]. (2020c). Projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes. Note technique GP-06. Version 11 décembre 2020. Note technique préparée pour le ministère des Transports du Québec. 68 pages et annexes.
- Consortium Tetra Tech CIMA+ AECOM* [Consortium]. (2020d). Projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes. Note technique GP-07. Version 18 décembre 2020. Note technique préparée pour le ministère des Transports du Québec. 23 pages et annexes.
- Environnement et changement climatique Canada* (ECCC). 2018. Rapport d'inventaire national : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada de 1990 à 2018, Annexe 13. Tableau A13-6. Repéré à http://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/En81-4-2018-3-fra.pdf
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques* (MELCC). 2018. Reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes entre Vaudreuil-Dorion et Senneville (3211-05-469). Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement. 57 pages.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques* (MELCC). 2019. Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre. 107 pages.
- Publications du Québec. (2019). Taux de location de machinerie lourde avec opérateur et équipements divers. 148 pages.
- Publications du Québec*. (2020). Q-2, r. 15 - Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère. Repéré à <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2015>
- United States Environmental Protection Agency* (USEPA). (2002). Exhaust and Crankcase Emission Factors for Non road Engine Modeling-Compression-Ignition. Repéré à <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P10005BI.PDF?Dockey=P10005BI.PDF>

United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2010). Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling.
Repéré à
<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P10081RV.PDF?Dockey=P10081RV.PDF>
Ville de Montréal. (2020). Climat. Repéré à
http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6897,67875631&_dad=portal&_schema=PORTAL

ANNEXE 1 – DONNÉES ET HYPOTHÈSES POUR LES ACTIVITÉS D'ENTRETIEN COURANT

Tableau A1-1 : Mesures linéaires approximatives des voies selon l'avant-projet préliminaire

| Paramètre | Taux de consommation (L/km) | Type de carburant | Référence |
|---|-----------------------------|-------------------|--|
| Camionnette | 18 | Essence | Moyenne consommation des équipements des Centres d'opération (CO) Anjou et Turcot, Centre de gestion des équipements routiers (CGER) |
| Camionnette avec remorque | 40 | Essence | KPH Turcot, 2019 |
| Transport des matériaux, neige, sel/abrasif, équipement | 40 | Diesel | Consortium, 2020b. KPH Turcot, 2019 |
| Camion 6 roues | 43 | Diesel | Moyenne consommation des équipements CO Anjou et Turcot, Centre de gestion des équipements routiers (CGER) |
| Camion-citerne 10 roues | 50 | Diesel | KPH Turcot, 2019 |
| Camion 10 roues | 60 | Diesel | Moyenne consommation des équipements des CO Anjou et Turcot, Centre de gestion des équipements routiers (CGER) |
| Camion 12 roues | 65 | Diesel | Moyenne consommation des équipements des CO Anjou et Turcot, Centre de gestion des équipements routiers (CGER) |

Tableau A1-2 : Mesures linéaires approximatives des voies (Consortium, 2020a)

| Voie | Mesures (m.l.) | |
|-------------------------------------|-----------------|--------------|
| | Concept mi-nord | Concept nord |
| Voie latérale Est | 1 277 | 1 277 |
| Voie latérale Ouest | 1 493 | 1 503 |
| Bretelle de sortie A40 | 156,64 | 150,65 |
| Bretelle d'entrée A40 | 229,27 | 234,89 |
| Tournebride | 197,31 | 197,31 |
| Chemin Senneville | 205,08 | 262,32 |
| A-40 Senneville, aller-retour | 2 970 | 2 970 |
| Pont, aller-retour | 3 860 | 3 870 |
| A-40 Vaudreuil-Dorion, aller-retour | 1 820 | 1 820 |
| Piste polyvalente | 3 000 | 3 000 |
| Passerelle de Breslay | 95 | 95 |

Tableau A1-3 : Distances des différents sites et fournisseurs

| Site de départ | Distance ¹ aller-retour (Km) | Adresse | Hypothèse |
|---|---|---|---|
| Centre d'opération (CO) du MTQ | | | |
| CO Anjou | 80 | 9000 boul. L-H Lafontaine | Distance entre le CO et la limite de la zone du projet a été considérée. |
| CO Turcot | 60 | 5500, boul. Pullman, Montréal | Distance entre le CO et la limite de la zone du projet a été considérée. |
| Entreprises de déneigement | | | |
| Excavation Loiselle Inc. | 36 | 280 Boulevard Pie-XII, Salaberry-de-Valleyfield, QC J6S 6P7 | Grand fournisseur, la distance entre l'entreprise et l'A-40 a été considérée puisque l'entreprise effectue souvent plus d'un contrat. |
| Les Pavages d'Amour | 14 | 1635 Newman Crescent, Dorval, QC | |
| Dépôt de neige | | | |
| Site Angrignon | 26 | 6700, rue Saint-Patrick, à l'est du boul. Angrignon | La distance entre le site de dépôt et l'A-40 a été considérée. |
| Entrepôt abrasif/sel | | | |
| Entrepôt Authier | 48 | Jonction autoroute 40 et 520 (Sous l'autoroute 40) Ville Saint-Laurent (Québec) | La distance entre l'entrepôt et la limite de la zone du projet a été considérée. |
| Entreprise de marquage routier (aller-retour PIT et les entreprises) | | | |
| JBM Marquage Routier Inc. | 118 | 790 Rue Bombardier, Mascouche, QC J7K 1X9 | |
| TRA-Inc. | 84 | 145, rue Daoust, Saint-Eustache, QC, J7R 6P4 | Grand fournisseur. La distance entre l'entreprise et la limite de la zone du projet a été considérée. |
| Pépinières (aller-retour PIT et les entreprises) | | | |
| Pépinière Cité des jeunes | 20 | Sainte Lazare | |
| Champes des rêves | 30 | Vaudreuil-Dorions | |
| Pépinière Cramer | 40 | 1002 rang St-Dominique, les Cèdres QC, J7T 3A1 | Grand fournisseur, Consortium 2020b |
| Entreprise de balayage routier (aller-retour PIT et les entreprises) | | | |
| ALEKKO INC | 60 | L'Épiphanie, (QC) CAN | |
| Services Routiers Plus Inc. | 86 | Mirabel, (QC) CAN, J7N 3J6 | Grand fournisseur. La distance entre l'entreprise et l'A-40 a été considérée. |
| Entreprises tonte de gazon | | | |
| Entretien Multi-Service de l'est | 20 | 57e avenue, Montréal | |
| | 30 | | Grand fournisseur. La distance entre l'entreprise et l'A-40 a été considérée. |
| Paysagiste et Déneigement MDV Inc. | | 33e avenue, Montréal | |
| Entreprise nettoyage systèmes de drainage | | | |
| Sani-Vac | 20 | Notre-Dame-de-l'Île-Perrot, QC J7V 7Z8 20 | |
| Véolia | 40 | Saint-Laurent, QC H4S 2B3 40 | Grand fournisseur. Consortium 2020b |

Tableau A1-4 : Quantité de carburant en litres requis par les équipements routiers durant les activités d'entretien - concept mi-nord

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|-------------------------------------|--|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|---|---|
| Viabilité hivernale | | | | | | | | | | | |
| Contrôle de la neige et de la glace | Camion 10 roues avec chasse-neige/épandeur sur le pont et A-40 | 4 | 60 | 177 | 8,65 | 3 674,52 | Diesel | 13 275,00 | 275 589,00 | Fréquence : 3 fois par jour, moyenne de 59 jours par année (Ville de Montréal, 2020), 1 camion par voie Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Dénivellement et déglacage, édition 2020 (DSEEO) du MTQ, Consortium, 2020a |
| | Camion 10 roues avec chasse-neige/épandeur (bretelle, voie latérale, tournebride, chemin Senneville) | 1 | 60 | 177 | 6,33 | 672,07 | Diesel | 13 275,00 | 50 404,91 | Fréquence : 3 fois par jour, moyenne de 59 jours par année (Ville de Montréal, 2020), 1 camion par voie Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Dénivellement et déglacage, édition 2020 (DSEEO) du MTQ, Consortium, 2020a |
| | Mobilisation/démobilisation camion 10 roues chasse-neige/épandeur, entre site et garage | 4 | 60 | 59 | 36,0 | 5 097,60 | Diesel | 4 425,00 | 382 320,00 | Fréquence : moyenne de 59 jours par année (Ville de Montréal, 2020), 1 camion par voie Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Dénivellement et déglacage, édition 2020 (DSEEO) du MTQ, Consortium, 2020a |
| | Transport du sel/abrasif | 4 | 40 | 142 | 48 | 10 938,64 | Diesel | 10 682,26 | 820 397,76 | Fréquence : pour une moyenne de 105 m ² /km et capacité de 9 m3 par camion Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Dénivellement et déglacage, édition 2020 (DSEEO) du MTQ, Consortium, 2020a |
| | Mobilisation/démobilisation niveleuse | 1 | 40 | 21 | 36,00 | 302,40 | Diesel | 1 575,00 | 22 680,00 | Fréquence : 1 fois par semaine en moyenne durant la saison 17 novembre au 12 avril Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Dénivellement et déglacage, édition 2020 (DSEEO) du MTQ, Consortium, 2020a |
| | Mobilisation/démobilisation souffleuse à neige entre site et garage | 1 | 40 | 21 | 36,00 | 302,40 | Diesel | 1 575,00 | 22 680,00 | Fréquence : 1 fois par semaine en moyenne durant la saison 17 novembre au 12 avril Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Dénivellement et déglacage, édition 2020 (DSEEO) du MTQ, Consortium, 2020a |
| Contrôle de la neige et de la glace | Camion à benne 10 roues ramasser la neige | 1 | 60 | 21 | 36,00 | 453,60 | Diesel | 1 575,00 | 34 020,00 | Fréquence : 1 fois par semaine en moyenne durant la saison 17 novembre au 12 avril Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Dénivellement et déglacage, édition 2020 (DSEEO) du MTQ, Consortium, 2020a |
| | Transport de la neige | 1 | 40 | 14435 | 26,00 | 150 121,50 | Diesel | 1 082 606,96 | 11 259 112,41 | Fréquence : Moyenne de 209,5 cm de neige par année (Ville de Montréal, 2020) et une capacité de 12 m ³ par camion Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Dénivellement et déglacage, édition 2020 (DSEEO) du MTQ, Consortium, 2020a |
| | Camionnette | 1 | 18 | 175 | 48,00 | 1 512,10 | Essence | 13 125,00 | 113 407,61 | Fréquence : 1 fois par jour en moyenne durant la pré-saison, saison et post-saison du 27 octobre au 19 avril | CCDG – Infrastructures routières – Dénivellement et déglacage, édition 2020 (DSEEO) du MTQ, Consortium, 2020a |

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|--|---|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|---|--|
| | | | | | | | | | | Distance : voir tableau A1-3 | (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| Entretien estival | | | | | | | | | | | |
| Nettoyage de la structure | Mobilisation/démobilisation Camion-clienne 10 roues | 14 | 50 | 1 | 63 | 31 | Diesel | 75 | 2 361 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'entretien des structures, MTQ Direction des opérations de structure-tunnel et entretien, MTQ |
| | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 14 | 60 | 1 | 69 | 41 | Diesel | 75 | 3 089 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'entretien des structures, MTQ Direction des opérations de structure-tunnel et entretien, MTQ |
| | Camionnette | 14 | 18 | 1 | 69 | 12 | Essence | 75 | 927 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'entretien des structures, MTQ Direction des opérations de structure-tunnel et entretien, MTQ |
| Marquage longitudinale de la chaussée | Camion 6 roues (traceur) | 1 | 43 | 0 | 123 | 18 | Diesel | 25 | 1 327 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3 | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2021 |
| | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 0 | 123 | 25 | Diesel | 25 | 1 851 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3 | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2022 |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0 | 123 | 7 | Essence | 25 | 555 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3 | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2023 |
| Marquage ponctuel | Camion 6 roues (traceur) | 1 | 43 | 1 | 85 | 37 | Diesel | 75 | 2 741 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2024 |
| | Camionnette | 1 | 18 | 1 | 85 | 15 | Essence | 75 | 1 148 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2025 |
| Balayage des abords de chaussées | Mobilisation/démobilisation balai mécanique | 1 | 40 | 1 | 86 | 34 | Diesel | 75 | 2 580 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3 | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEEC) du MTQ |
| Piste polyvalente | | | | | | | | | | | |
| Balayage | Camionnette avec remorque | 1 | 1 | 1 | 86,00 | 34,40 | Essence | 75,00 | 2 580,00 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3 | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEEC) du MTQ |
| Entretien/réparation barrière dissuasive, clôture | Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 0,07 | 88,65 | 2,36 | Essence | 5,00 | 177,30 | Fréquence : aux 15 ans Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Normes Tome VI - Entretien |
| Nettoyage et enlèvement graffiti du mobilier urbain (incluant la structure, s'il y a lieu) | Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 1 | 86,63 | 34,73 | Essence | 75,00 | 2 604,90 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Normes Tome VI - Entretien |

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|---|---|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|--|---|
| Aménagement paysager | | | | | | | | | | | |
| Remplacement végétaux 2 premières années | Transport des végétaux, camionnette avec remorque | 2 | 40 | 2 | 48,65 | 38,92 | Essence | 4,00 | 77,84 | Fréquence: 2 fois par année durant les deux premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation, édition 2020 Consortium 2020b Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Entretien 5 ans (arrosage) | Mobilisation/démobilisation camion-clerne 6 roues | 1 | 43 | 7 | 48,65 | 146,44 | Diesel | 35,00 | 732,18 | Fréquence : 7 fois par année durant les 5 premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation, édition 2020 Consortium 2020b Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Entretien 5 ans (désherbage, élagage) | Camionnette | 2 | 18 | 2 | 48,65 | 17,51 | Essence | 10,00 | 87,57 | Fréquence: 2 fois par année durant les cinq premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation, édition 2020 Consortium 2020b Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Tonte de gazon et fauchage | Transport, des tracteurs Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 3 | 42,21 | 50,65 | Essence | 225,00 | 3 798,75 | Fréquence: 3 fois par année durant les cinq premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Normes Tome VI - Entretien Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Entretien bande centrale | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 3 | 42,21 | 75,97 | Diesel | 225,00 | 5 698,12 | Fréquence: 3 fois par année durant les cinq premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Normes Tome VI - Entretien Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Surveillance patrouille | | | | | | | | | | | |
| Surveillance patrouille (ramassage débris, rapporter les anomalies et urgences) | Camionnette | 1 | 18 | 104 | 92,21 | 1 726,14 | Essence | 7 800,00 | 129 460,45 | Fréquence 2 fois par semaine Distance : voir tableau A1-3 | Direction de la veille opérationnelle du réseau métropolitain, MTQ |
| Inspections et réparations ponctuelles | | | | | | | | | | | |
| Réparations ponctuelles et d'urgence (nids-de-poule, glissières, etc.) | Camion 6 roues (outils) | 1 | 43 | 0,09 | 92,21 | 3,70 | Diesel | 7,00 | 277,55 | Fréquence : aux 10 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Direction des opérations d'électrotechnique et entretien Guide de bonnes pratiques réparation des nids-de-poule, MTQ, juin 2020 Fréquence: Aux 5 ans excluant les années de remplacement béton bitumineux |
| | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 2 | 60 | 0,09 | 92,21 | 5,16 | Diesel | 7,00 | 387,27 | Fréquence : aux 10 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Direction des opérations d'électrotechnique et entretien Guide de bonnes pratiques réparation des nids-de-poule, MTQ, juin 2020 Fréquence: Aux 5 ans excluant les années de remplacement béton bitumineux |
| | Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 0,09 | 92,21 | 3,44 | Essence | 7,00 | 256,18 | Fréquence : aux 10 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Direction des opérations d'électrotechnique et entretien Guide de bonnes pratiques réparation des nids-de-poule, MTQ, juin 2020 Fréquence: Aux 5 ans excluant les années de remplacement béton bitumineux |

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|--|--|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|---|---|
| Inspection et nettoyage et enlèvement des systèmes de drainage (conduites, séparateurs, puisards, ponceaux, bassin, roues, etc.) | Camionnette | 4 | 18 | 0,09 | 92,21 | 1,55 | Essence | 7,00 | 116,18 | Fréquence : aux 10 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Direction des opérations d'électrotechnique et entretien Guide de bonnes pratiques réparation des rids-de-poule, MTQ, juin 2020 Fréquence: Aux 5 ans excluant les années de remplacement béton bitumineux |
| | Mobilisation/démobilisation Camion- citerne 10 roues | 8,0 | 50 | 1,00 | 40,00 | 20,00 | Diesel | 75,00 | 1 500,00 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur le camion | Normes Tome VI - Entretien |
| | Camionnette | 8,0 | 18 | 1,00 | 72,21 | 13,00 | Essence | 75,00 | 974,81 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3 | Normes Tome VI - Entretien |
| Inspection générale de la structure | Transport Nacelle multi-articulation sur camion 10 roues | 1 | 60 | 0,33 | 66,83 | 13,37 | Diesel | 25,00 | 1 002,45 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,33 | 66,83 | 9,58 | Diesel | 25,00 | 718,42 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Transport nacelle automotrice | 1 | 43 | 0,33 | 66,83 | 9,58 | Diesel | 25,00 | 718,42 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 0,33 | 66,83 | 13,37 | Diesel | 25,00 | 1 002,45 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,67 | 66,83 | 19,16 | Diesel | 50,00 | 1 436,85 | Fréquence : les années sans inspection générale Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| Inspection visuelle de la structure | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 0,67 | 66,83 | 26,73 | Diesel | 50,00 | 2 004,90 | Fréquence : les années sans inspection générale Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 0,09 | 66,83 | 2,49 | Essence | 7,00 | 187,12 | Fréquence : aux 10 ans Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0,09 | 66,83 | 1,12 | Essence | 7,00 | 84,21 | Fréquence : aux 10 ans Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| Inspection et nettoyage des ponceaux (3) | Camionnette | 1 | 18 | 0,33 | 68,65 | 4,12 | Essence | 25,00 | 308,93 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0,50 | 88,65 | 7,98 | Essence | 37,00 | 598,39 | Fréquence : Aux 2 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| Inspections des structures de supersignalisation | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,50 | 88,65 | 19,06 | Diesel | 37,50 | 1 429,48 | Fréquence : Aux 2 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|---|--|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|---|---|
| Réparation panneaux supersignalisations | Camion 12 roues (transport de la grue) | 1 | 65 | 0,20 | 88,65 | 11,52 | Diesel | 10,00 | 115,25 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,20 | 88,65 | 7,62 | Diesel | 10,00 | 76,24 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| Réparation panneaux supersignalisations | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 0,20 | 88,65 | 10,64 | Diesel | 10,00 | 106,38 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0,20 | 88,65 | 3,19 | Essence | 10,00 | 31,91 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| Entretien/Remplacement de panneaux de petite signalisation | Camion 6 roues (outils) | 1 | 43 | 10,00 | 92,21 | 396,50 | Diesel | 750,00 | 29 737,18 | Fréquence : 10 fois par année en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 10,00 | 92,21 | 553,25 | Diesel | 750,00 | 41 493,74 | Fréquence : 10 fois par année en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| Inspection/entretien lampadaires incluant piste polyvalente | Camionnette | 1 | 18 | 0,50 | 92,21 | 8,30 | Essence | 37,50 | 622,41 | Fréquence : Aux 2 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,50 | 92,21 | 19,82 | Diesel | 37,50 | 1 486,86 | Fréquence : Aux 2 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| Entretien/ réparation systèmes STI | Transport nacelle sur camion 10 roues | 1 | 60 | 0,20 | 88,65 | 10,64 | Diesel | 15,00 | 797,85 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,20 | 88,65 | 7,62 | Diesel | 15,00 | 571,79 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0,20 | 88,65 | 3,19 | Essence | 15,00 | 239,36 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |

Tableau A1-5 : Quantité de carburant en litres requis par les équipements hors-route durant les activités d'entretien à partir d'un taux de consommation en litres par heure - concept mi-nord

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/h) | Fréquence par année | Temps d'opération par activité (Heures) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (litres) | Hypothèse | Référence |
|-------------------------------|--|----------|-------------------------|---------------------|---|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|---|---|
| Inspection générale structure | Nacelle articulation sur camion 10 roues | 1 | 1,92 | 0,33 | 96,00 | 61,44 | Diesel | 25,00 | 4 608,00 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne | Direction des inspections et du suivi des structures du MTQ |
| | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,33 | 136,00 | 87,04 | Diesel | 25,00 | 6 528,00 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne | Direction des inspections et du suivi des structures du MTQ |
| | Nacelle automotrice | 1 | 1,92 | 0,33 | 40,00 | 25,60 | Diesel | 25,00 | 1 920,00 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne | Direction des inspections et du suivi des structures du MTQ |
| Inspection visuelle structure | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,67 | 32,00 | 40,96 | Diesel | 50,00 | 3 072,00 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne | Direction des inspections et du suivi des structures du MTQ |
| | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,50 | 10,00 | 9,60 | Diesel | 37,50 | 720 00 | Fréquence: Aux 2 ans en moyenne Une journée de 10 heures | Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,50 | 10,00 | 9,60 | Diesel | 37,50 | 720 00 | Fréquence: Aux 2 ans en moyenne Une journée de 10 heures | Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| Entretien STI | Nacelle sur camion 10 roues | 1 | 1,92 | 0,20 | 10,00 | 3,84 | Diesel | 15,00 | 288 00 | Fréquence: Aux 5 ans en moyenne Une journée de 10 heures | Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| Entretien STI | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,20 | 10,00 | 3,84 | Diesel | 15,00 | 288 00 | Fréquence: Aux 5 ans en moyenne Une journée de 10 heures | Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |

Tableau A1-6 : Quantité de carburant en litres requis par les équipements hors-route durant les activités d'entretien à partir du temps d'opération - concept mi-nord

| Activité | Équipement | Quantité | Puissance (HP) | Fréquence par année | Temps d'opération (Heures) | Facteur BSFC (g/hp-h) | Facteur ajustement | Facteur de charge (USEPA, 2010) | Densité du diesel ou essence (g/L) | Consommation annuelle (litres) | Consommation sur 75 ans | Hypothèse |
|--|-------------------------------|----------|----------------|---------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---|
| Viabilité hivernale - autoroute et pont | Souffleuse à neige | 1 | 250 | 21 | 4,1 | 166,5 | 1 | 0,43 | 840 | 1 845,46 | 138 409,37 | Rendement de 2000 tonnes métriques par heure Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC), Publications du Québec 2019 |
| | Niveleuse | 4 | 180 | 21 | 2,0 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 886,91 | 66 518,56 | Châssis rigide (135 kW), Vitesse d'opération 25 km/h Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC), Publications du Québec, 2019. |
| Viabilité hivernale - piste polyvalente | Souffleuse à trottoir | 1 | 125 | 21 | 1,9 | 166,5 | 1 | 0,43 | 840 | 418,67 | 31 400,42 | Modèle : Pronovost, P-254, 660 tonnes métriques par heure |
| Nettoyage structure incluant système de drainage | Camion combiné cureur | 1 | 400 | 1 | 134,3 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 6 283,92 | 471 294,11 | 10 mins par drains (800) et séparateurs (6) |
| Nettoyage système de drainage aux approches | Camion combiné cureur | 1 | 400 | 1 | 77,8 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 3 640,93 | 273 069,91 | 10 minutes par puisard (460) et par séparateurs (7) |
| Tonte de gazon | Tracteur -tondeuse | 1 | 25 | 4 | 10,0 | 185,1 | 1 | 0,59 | 840 | 130,01 | 9 750,80 | Marque John Deere ou Kubota |
| Fauchage | Tracteur avec débroussailluse | 1 | 90 | 4 | 10,0 | 185,1 | 1 | 0,59 | 840 | 468,04 | 35 102,89 | John deer 5525 ou 6420 , http://www.tractordata.com |
| Arrosage | Camion-citerne 6 roues | 1 | 175 | 7 | 5,0 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 716,30 | 3 581,48 | |
| Balayage - autoroute et pont | Balai mécanique | 1 | 250 | 2 | 0,6 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 35,03 | 2 627,49 | Modèle Johnston VT650, 260 HP, vitesse 25km/h |
| Balayage - piste polyvalente | Balai trottoirs | 1 | 80 | 2 | 0,6 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 10,97 | 823,07 | Vitesse 10km/h |
| Réparation ponctuelle (rds de poule) | Plaque vibrante | 1 | 4,8 | 0,09 | 0,9 | 166,5 | 1 | 0,43 | 840 | 0,04 | 2,67 | MVC88VGH, Mikasa https://www.dickner.com/documents/files/dickner_plaques_vibrantes_cc.pdf |
| Réparation supersignalisation | Grue 45 T sur camion 12 roues | 1 | 150 | 0,20 | 10 | 166,5 | 1 | 0,43 | 840 | 25,57 | 1 917,72 | Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ Consortium 2020b |
| Inspection sous-marine | Bateau | 1 | 200 | 0,09 | 80,0 | 166,5 | 1 | 0,59 | 730 | 200,96 | 15 071,67 | Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ Consortium 2020b |

Tableau A1-7 : Quantité de carburant en litres requis par les équipements hors route pour les activités d'entretien - concept nord

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|---|--|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|--|---|
| Viabilité hivernale (contrôle de la neige et de la glace) | | | | | | | | | | | |
| | Camion 10 roues avec chasse-neige/épandeur sur le pont et A-40 | 4 | 60 | 177 | 8,66 | 3 678,77 | Diesel | 13 275,00 | 275 907,60 | Fréquence : 3 fois par jour, moyenne de 59 jours par année (Ville de Montréal, 2020), 1 camion par voie Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2020 Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| | Camion 10 roues avec chasse-neige/épandeur (bretelle, voie latérale, tournebride, chemin Senneville) | 1 | 60 | 177 | 6,41 | 680,23 | Diesel | 13 275,00 | 51 017,18 | Fréquence : 3 fois par jour, moyenne de 59 jours par année (Ville de Montréal, 2020), 1 camion par voie Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2020 Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| | Mobilisation/démobilisation camion 10 roues chasse-neige/épandeur, entre site et garage | 4 | 60 | 59 | 36,0 | 5 097,60 | Diesel | 4 425,00 | 382 320,00 | Fréquence : moyenne de 59 jours par année (Ville de Montréal, 2020), 1 camion par voie Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2020 Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| | Transport du sel/abrasif | 4 | 40 | 143,3 | 48 | 11 007,51 | Diesel | 10 749,52 | 825 563,42 | Fréquence : pour une moyenne de 105 m ³ /km et capacité de 9 m ³ par camion Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2020 Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| | Mobilisation/démobilisation niveleuse | 1 | 40 | 21 | 36,00 | 302,40 | Diesel | 1 575,00 | 22 680,00 | Fréquence : 1 fois par semaine en moyenne durant la saison 17 novembre au 12 avril Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2020 Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| | Mobilisation/démobilisation souffleuse à neige entre site et garage | 1 | 40 | 21 | 36,00 | 302,40 | Diesel | 1 575,00 | 22 680,00 | Fréquence : 1 fois par semaine en moyenne durant la saison 17 novembre au 12 avril Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2020 Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| | Camion à benne 10 roues ramasser la neige | 1 | 60 | 21 | 36,00 | 453,60 | Diesel | 1 575,00 | 34 020,00 | Fréquence : 1 fois par semaine en moyenne durant la saison 17 novembre au 12 avril Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2020 Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| | Transport de la neige | 1 | 40 | 14472 | 26,00 | 150 510,41 | Diesel | 1 085 411,64 | 11 288 281,10 | Fréquence : Moyenne de 209,5 cm de neige par année (Ville de Montréal, 2020) et une capacité de 12 m ³ par camion Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur les camions | CCDG – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2020 Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| | Camionnette | 1 | 18 | 175 | 48,02 | 1 512,72 | Essence | 13 125,00 | 113 453,98 | Fréquence : 1 fois par jour en moyenne durant la pré-saison, saison et post-saison du 27 octobre au 19 avril Distance : voir tableau A1-3 | CCDG – Infrastructures routières – Déneigement et déglacage, édition 2020 Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC) du MTQ Consortium, 2020a |
| Entretien estival | | | | | | | | | | | |
| Nettoyage de la structure | Mobilisation/démobilisation Camion-clienne 10 roues | 14 | 50 | 1 | 62,97 | 31,49 | Diesel | 75,00 | 2 361,38 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'entretien des structures, MTQ Direction des opérations de structure-tunnel et entretien, MTQ |

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|--|---|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|--|---|
| Marquage longitudinal de la chaussée | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 14 | 60 | 1 | 68,66 | 41,20 | Diesel | 75,00 | 3 089,70 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'entretien des structures, MTQ Direction des opérations de structure-tunnel et entretien, MTQ |
| | Camionnette | 14 | 18 | 1 | 68,66 | 12,36 | Essence | 75,00 | 926,91 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'entretien des structures, MTQ Direction des opérations de structure-tunnel et entretien, MTQ |
| | Camion 6 roues (traceur) | 1 | 43 | 0,33 | 123,40 | 17,69 | Diesel | 25,00 | 1 326,55 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3 | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2021 |
| | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 0,33 | 123,40 | 24,68 | Diesel | 25,00 | 1 851,00 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3 | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2022 |
| Marquage ponctuel | Camionnette | 1 | 18 | 0,33 | 123,40 | 7,40 | Essence | 25,00 | 555,30 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3 | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2023 |
| | Camion 6 roues (traceur) | 1 | 43 | 1 | 85 | 36,55 | Diesel | 75,00 | 2 741,25 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2024 |
| | Camionnette | 1 | 18 | 1 | 85 | 15,30 | Essence | 75,00 | 1 147,50 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) Normes Tome VI-Entretien Distance : APP, juillet 2025 |
| | Mobilisation/démobilisation balai mécanique | 1 | 40 | 1 | 86 | 34,40 | Diesel | 75,00 | 2 580,00 | Fréquence : 1 fois par année Distance : Voir tableau sur les distances | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Piste polyvalente | | | | | | | | | | | |
| Balayeage | Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 1 | 86,00 | 34,40 | Essence | 75,00 | 2 580,00 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3 | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Entretien/réparation barrière dissuasive, clôture | Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 0,1 | 88,66 | 2,36 | Essence | 5,00 | 177,32 | Fréquence : aux 15 ans Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Normes Tome VI - Entretien |
| Nettoyage et enlèvement graffiti du mobilier urbain (incluant la structure, s'il y a lieu) | Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 1 | 86,84 | 34,74 | Essence | 75,00 | 2 605,20 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Normes Tome VI - Entretien |
| Aménagement paysager | | | | | | | | | | | |
| Remplacement de végétaux 2 premières années | Transport des végétaux, camionnette avec remorque | 2 | 40 | 2 | 48,66 | 38,93 | Essence | 4,00 | 77,86 | Fréquence: 2 fois par année durant les deux premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation, édition 2020 Consortium 2020b Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Entretien 5 ans (arrosage) | Mobilisation/démobilisation camion-clerne 6 roues | 1 | 43 | 7 | 48,66 | 146,47 | Diesel | 35,00 | 732,33 | Fréquence: 7 fois par année durant les 5 premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation, édition 2020 Consortium 2020b Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Entretien 5 ans (désherbage, élagage) | Camionnette | 2 | 18 | 2 | 48,66 | 17,52 | Essence | 10,00 | 87,59 | Fréquence: 2 fois par année durant les cinq premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Cahier des charges et devis généraux – Infrastructures routières – Construction et réparation, édition 2020 Consortium 2020b |

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|--|--|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|---|---|
| | | | | | | | | | | | Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Tonte de gazon et fauchage | Transport des tracteurs Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 3 | 42,29 | 50,74 | Essence | 225,00 | 3 805,67 | Fréquence : 3 fois par année durant les cinq premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Nomes Tome VI - Entretien Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Entretien bande centrale | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 3 | 42,29 | 76,11 | Diesel | 225,00 | 5 708,50 | Fréquence : 3 fois par année durant les cinq premières années seulement Distance : voir tableau A1-3 | Nomes Tome VI - Entretien Direction du soutien à l'entretien courant (DSEC) du MTQ |
| Surveillance patrouille | | | | | | | | | | | |
| Surveillance patrouille (ramassage débris, rapporter les anomalies et urgences) | Camionnette | 1 | 18 | 104 | 92,29 | 1 727,58 | Essence | 7 800,00 | 129 568,38 | Fréquence 2 fois par semaine Distance : voir tableau A1-3 | Direction de la veille opérationnelle du réseau métropolitain, MTQ |
| Inspection et réparations ponctuelles | | | | | | | | | | | |
| Réparations ponctuelles et d'urgence (nids-de-poule, glissières, etc.) | Camion 6 roues (outils) | 1 | 43 | 0,09 | 92,29 | 3,70 | Diesel | 7,00 | 277,78 | Fréquence : aux 10 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Direction des opérations d'électrotechnique et entretien Guide de bonnes pratiques des réparations des nids-de-poule, MTQ, juin 2020 Fréquence : Aux 5 ans excluant les années de remplacement béton bitumineux |
| | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 2 | 60 | 0,09 | 92,29 | 5,17 | Diesel | 7,00 | 387,60 | Fréquence : aux 10 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Direction des opérations d'électrotechnique et entretien Guide de bonnes pratiques réparations des nids-de-poule, MTQ, juin 2020 Fréquence : Aux 5 ans excluant les années de remplacement béton bitumineux |
| | Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 0,09 | 92,29 | 3,45 | Essence | 7,00 | 258,40 | Fréquence : aux 10 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3à partir du CO Anjou | Direction des opérations d'électrotechnique et entretien Guide de bonnes pratiques réparations des nids-de-poule, MTQ, juin 2020 Fréquence : Aux 5 ans excluant les années de remplacement béton bitumineux |
| | Camionnette | 4 | 18 | 0,09 | 92,29 | 1,55 | Essence | 7,00 | 116,28 | Fréquence : aux 10 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Anjou | Direction des opérations d'électrotechnique et entretien Guide de bonnes pratiques réparations des nids-de-poule, MTQ, juin 2020 Fréquence : Aux 5 ans excluant les années de remplacement béton bitumineux |
| Inspection et nettoyage et enlèvement des systèmes de drainage (conduites, séparateurs, puisards, ponceaux, bassin, noues, etc.) | Mobilisation/démobilisation Camion combiné cœur | 8,0 | 40 | 1 | 40,00 | 16,00 | Diesel | 75,00 | 1 200,00 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3 Atténuateur d'impact fixé sur le camion | Nomes Tome VI - Entretien |
| | Camionnette | 8,0 | 18 | 1 | 72,29 | 13,01 | Essence | 75,00 | 975,85 | Fréquence : 1 fois par année Distance : voir tableau A1-3 | Nomes Tome VI - Entretien |
| Inspection générale de la structure | Transport Nacelle multi articulation sur camion 10 roues | 1 | 60 | 0,33 | 66,84 | 13,37 | Diesel | 25,00 | 1 002,60 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|--|--|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|--|---|
| Inspection générale de la structure | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,33 | 66,84 | 9,58 | Diesel | 25,00 | 718,53 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Transport nacelle automotrice | 1 | 43 | 0,33 | 66,84 | 9,58 | Diesel | 25,00 | 718,53 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 0,33 | 66,84 | 13,37 | Diesel | 25,00 | 1 002,60 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| Inspection visuelle de la structure | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,67 | 66,84 | 19,16 | Diesel | 50,00 | 1 437,06 | Fréquence : les années sans inspection générale Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 0,67 | 66,84 | 26,74 | Diesel | 50,00 | 2 005,20 | Fréquence : les années sans inspection générale Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Camionnette avec remorque | 1 | 40 | 0,09 | 66,84 | 2,50 | Essence | 7,00 | 187,15 | Fréquence : aux 10 ans Distance : voir tableau A1-3, MTQ, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| Inspection sous-marine de la structure | Camionnette | 1 | 18 | 0,09 | 66,84 | 1,12 | Essence | 7,00 | 84,22 | Fréquence : aux 10 ans Distance : voir tableau A1-3, MTQ, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0,33 | 66,66 | 4,12 | Essence | 25,00 | 308,97 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir du CO Turcot | Manuel d'inspection des structures, édition 2017 Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0,50 | 88,66 | 7,98 | Essence | 37,00 | 598,46 | Fréquence : Aux 2 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| Réparation panneaux de signalisation | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,50 | 88,66 | 19,06 | Diesel | 37,50 | 1 429,64 | Fréquence : Aux 2 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| | Camion 12 roues (transport de la grue) | 1 | 65 | 0,20 | 88,66 | 11,53 | Diesel | 10,00 | 115,26 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,20 | 88,66 | 7,62 | Diesel | 10,00 | 76,25 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3 à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| Entretien/Remplacement de panneaux de petite signalisation | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 0,20 | 88,66 | 10,64 | Diesel | 10,00 | 106,39 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0,20 | 88,66 | 3,19 | Essence | 10,00 | 31,92 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| | Camion 6 roues (outils) | 1 | 43 | 10 | 92,29 | 396,83 | Diesel | 750,00 | 29 761,97 | Fréquence : 10 fois par année en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |

| Activité d'entretien | Équipement | Quantité | Taux de consommation (L/100km) | Fréquence par année | Distance par année (km) | Consommation annuelle (Litres) | Type de carburant | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|--|--|----------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|---|---|
| Entretien/Remplacement de panneaux de petite signalisation | Camion 10 roues (atténuateur d'impact) | 1 | 60 | 10 | 92,29 | 553,71 | Diesel | 750,00 | 41 528,33 | Fréquence : 10 fois par année en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0,5 | 92,29 | 8,31 | Essence | 37,50 | 622,92 | Fréquence : Aux 2 ans en moyenne Distance: voir tableau sur les distances, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,5 | 92,29 | 19,84 | Diesel | 37,50 | 1 488,10 | Fréquence : Aux 2 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| Entretien/ réparation des systèmes STI | Transport nacelle sur camion 10 roues | 1 | 60 | 0,2 | 88,66 | 10,64 | Diesel | 15,00 | 797,94 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| | Transport nacelle sur camion 6 roues | 1 | 43 | 0,2 | 88,66 | 7,62 | Diesel | 15,00 | 571,86 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| | Camionnette | 1 | 18 | 0,2 | 88,66 | 3,19 | Essence | 15,00 | 239,38 | Fréquence : Aux 5 ans en moyenne Distance : voir tableau A1-3, à partir CO Anjou | Normes Tome VI-Entretien Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |

Tableau A1-8 : Quantité de carburant en litres requis par les équipements hors route durant les activités d'entretien à partir d'un taux de consommation en litres par heure - concept nord

| Activité | Équipement | Quantité | Taux de consommation (L/h) | Fréquence par année | Temps d'opération par activité (heures) | Consommation annuelle (litres) | Carburant (essence ou diesel) | Fréquence sur 75 ans | Consommation sur 75 ans (Litres) | Hypothèse | Référence |
|-------------------------------|--|----------|----------------------------|---------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------------|---|---|
| Inspection générale structure | Nacelle articulation sur camion 10 roues | 1 | 1,92 | 0,33 | 96 | 61,44 | Diesel | 25 | 4 608,00 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne | Direction des inspections et du suivi des structures du MTQ |
| | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,33 | 136 | 87,04 | Diesel | 25 | 6 528,00 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne | Direction des inspections et du suivi des structures du MTQ |
| | Nacelle automotrice | 1 | 1,92 | 0,33 | 40 | 25,6 | Diesel | 25 | 1 920,00 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne | Direction des inspections et du suivi des structures du MTQ |
| Inspection visuelle structure | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,67 | 32 | 40,96 | Diesel | 50 | 3 072,00 | Fréquence : aux 3 ans en moyenne | Direction des inspections et du suivi des structures du MTQ |
| Réparation supersignalisation | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,50 | 10 | 9,6 | Diesel | 37,5 | 720,00 | Fréquence: Aux 2 ans en moyenne Une journée de 10 heures | Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ |
| Entretien lampadaire | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,5 | 10 | 9,6 | Diesel | 37,5 | 720,00 | Fréquence: Aux 2 ans en moyenne Une journée de 10 heures | Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| Entretien STI | Nacelle sur camion 10 roues | 1 | 1,92 | 0,2 | 10 | 3,84 | Diesel | 15 | 288,00 | Fréquence: Aux 5 ans en moyenne Une journée de 10 heures | Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |
| Entretien STI | Nacelle sur camion 6 roues | 1 | 1,92 | 0,2 | 10 | 3,84 | Diesel | 15 | 288,00 | Fréquence: Aux 5 ans en moyenne Une journée de 10 heures | Direction des opérations d'électrotechnique et d'entretien du MTQ |

Tableau A1-9 : Quantité de carburant en litres requise par les équipements hors route durant les activités d'entretien à partir du temps d'opération - concept nord

| Activité | Équipement | quantité | Puissance (HP) | Fréquence par année | Temps d'opération (Heures) | Facteur BSFC (g/hp-h) | Facteur ajustement | Facteur de charge (USEPA, 2010) | Densité du diesel ou essence (g/L) | Consommation annuelle (litres) | Consommation sur 75 ans | Hypothèse |
|--|-------------------------------|----------|----------------|---------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---|
| Viabilité hivernale - autoroute et pont | Souffleuse à neige | 1 | 250 | 21 | 4,1 | 166,5 | 1 | 0,43 | 840 | 1 850,24 | 138 767,94 | Rendement de 2000 tonnes métriques par heure Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC), Publications du Québec 2019 |
| | Niveleuse | 4 | 180 | 21 | 2,0 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 888,80 | 66 660,29 | Châssis rigide (135 kW), Vitesse d'opération 25 km/h Direction du soutien à l'exploitation (DSEEC), Publications du Québec, 2019, |
| Viabilité hivernale – piste polyvalente | Souffleuse à trottoir | 1 | 125 | 21 | 1,9 | 166,5 | 1 | 0,43 | 840 | 418,67 | 31 400,42 | Modèle : Pronovost, P-254, 660 tonnes métriques par heure |
| Nettoyage structure incluant système de drainage | Camion-citerne 10 roues | 1 | 400 | 1 | 134,3 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 6 283,92 | 471 294,11 | 10 mins par drains (800) et séparateurs (6) |
| Nettoyage système de drainage aux approches | Camion combiné cureur | 1 | 400 | 1 | 77,8 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 3 640,93 | 273 069,91 | 10 minutes par puisard (460) et par séparateurs (7) |
| Tonte de gazon | Tracteur - tondeuse | 1 | 25 | 4 | 10,0 | 185,1 | 1 | 0,59 | 840 | 130,01 | 9 750,80 | Marque John Deere ou Kubota |
| Fauchage | Tracteur avec débroussailluse | 1 | 90 | 4 | 10,0 | 185,1 | 1 | 0,59 | 840 | 468,04 | 35 102,89 | John deer 5525 ou 6420, http://www.tractordata.com |
| Arrosage | Camion-citerne 6 roues | 1 | 175 | 7 | 5,0 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 716,30 | 3 561,48 | |
| Balayage – autoroute et pont | Balai mécanique | 1 | 250 | 2 | 0,6 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 35,24 | 2 642,73 | Modèle Johnston VT650, 260 HP, vitesse 25km/h |
| Balayage – piste polyvalente | Balai trottoirs | 1 | 80 | 2 | 0,6 | 166,5 | 1 | 0,59 | 840 | 10,99 | 824,47 | Vitesse 10km/h |
| Réparation ponctuelle (nids de poule) | Plaque vibrante | 1 | 4,8 | 0,09 | 0,9 | 166,5 | 1 | 0,43 | 840 | 0,04 | 2,67 | MVC88VGH, Mikasa https://www.dickner.com/documents/files/dickner_plaques_vibrantes_cc.pdf |
| Réparation super-signalisation | Grue 45 T sur camion 12 roues | 1 | 150 | 0,20 | 10 | 166,5 | 1 | 0,43 | 840 | 25,57 | 1 917,72 | Direction des opérations de signalisation et d'entretien du MTQ Consortium 2020b |
| Inspection sous-marine | Bateau | 1 | 200 | 0,09 | 100,0 | 166,5 | 1 | 0,59 | 730 | 251,19 | 18 839,59 | Direction des inspections et du suivi des structures, MTQ Consortium 2020b |

Tableau A1-10 : Émissions de GES annuelles attribuables aux équipements mobiles pour les activités d'entretien courant – concept mi-nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation annuelle Litres | Émission CO ₂ Tonnes | Émission CH ₄ Tonnes | Émission N ₂ O Tonnes | Émissions GES Annuelle Tonnes éq.CO ₂ |
|------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Véhicule routier à essence | Essence | 3 500,27 | 8,08 | 0,00049 | 0,000077 | 8,11 |
| Bateaux à essence | Essence | 200,96 | 0,46 | 0,00004 | 0,000013 | 0,47 |
| Véhicule routier à diesel | Diesel | 173 128,45 | 464,16 | 0,01904 | 0,026142 | 472,47 |
| Véhicule hors route à diesel | Diesel | 14 703,78 | 39,42 | 0,00107 | 0,000323 | 39,54 |
| Total | | 191 533,45 | 512,12 | 0,02065 | 0,026556 | 520,58 |

Tableau A1-11 : Émissions de GES sur 75 ans attribuables aux équipements mobiles pour les activités d'entretien courant – concept mi-nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation pour 75 ans Litres | Émission CO ₂ Tonnes | Émission CH ₄ Tonnes | Émission N ₂ O Tonnes | Émissions GES pour 75 ans Tonnes éq.CO ₂ |
|------------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Véhicule routier à essence | Essence | 258 245,49 | 595,77 | 0,04 | 0,01 | 598,35 |
| Bateaux à essence | Essence | 15 071,67 | 34,77 | 0,00 | 0,00 | 35,13 |
| Véhicule routier à diesel | Diesel | 12 972 446,88 | 34 779,13 | 1,43 | 1,96 | 35 401,81 |
| Véhicule hors route à diesel | Diesel | 1 038 061,62 | 2 783,04 | 0,08 | 0,02 | 2 791,35 |
| Total | | 14 298 406,53 | 38 231,81 | 1,54 | 1,99 | 38 865,85 |

Tableau A1-12 : Émissions de GES annuelles attribuables aux équipements mobiles pour les activités d’entretien courant – concept nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation annuelle | Émission | Émission | Émission | Émissions GES Annuelle |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------------|
| | | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | |
| | | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes éq.CO ₂ |
| Véhicule routier à essence | Essence | 3 502,46 | 8,08 | 0,000490 | 0,000077 | 8,12 |
| Bateaux à essence | Essence | 251,19 | 0,58 | 0,000055 | 0,000016 | 0,59 |
| Véhicule routier à diesel | Diesel | 173 595,66 | 465,41 | 0,019096 | 0,026213 | 473,74 |
| Véhicule hors route à diesel | Diesel | 14 710,67 | 39,44 | 0,001074 | 0,000324 | 39,56 |
| Total | | 192 059,99 | 513,51 | 0,020715 | 0,026629 | 522,00 |

Tableau A1-13 : Émissions de GES sur 75 ans attribuables aux équipements mobiles pour les activités d’entretien courant – concept nord

| Véhicule | Type de carburant | Consommation sur 75 ans | Émission CO ₂ | Émission CH ₄ | Émission N ₂ O | Émissions GES pour 75 ans |
|------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes éq. CO ₂ |
| Véhicule routier à essence | Essence | 258 409,25 | 596,15 | 0,04 | 0,01 | 598,73 |
| Bateaux à essence | Essence | 18 839,59 | 43,46 | 0,00 | 0,00 | 43,92 |
| Véhicule routier à diesel | Diesel | 13 007 485,63 | 34 873,07 | 1,43 | 1,96 | 35 497,43 |
| Véhicule hors route à diesel | Diesel | 1 053 159,44 | 2 823,52 | 0,08 | 0,02 | 2 831,95 |
| Total | | 14 337 893,90 | 38 336,20 | 1,55 | 1,99 | 38 972,02 |

ANNEXE 2 – DONNÉES ET HYPOTHÈSES POUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Tableau A2-1 : Consommation d'énergie électrique pour l'éclairage avant et après les travaux

| Description | Puissance (W) | Lampadaires Quantité | Fonctionnement | | kWH / année |
|---|------------------|-------------------------|----------------|--------------|----------------|
| | | | Hre / jour | Hre / annuel | |
| Éclairage du pont - AVANT les travaux | 289 | 74 | 11,5 | 4 197,5 | 89 767,735 |
| Éclairage du pont - APRÈS les travaux | 125 | 74 | 11,5 | 4 197,5 | 38 826,875 |
| | | | | | |
| Éclairage approche (EST et OUEST combiné) - AVANT les travaux | 289 | 102 | 11,5 | 4 197,5 | 123 733,905 |
| Éclairage approche (EST et OUEST combiné) - APRÈS les travaux | 250 | 51 | 11,5 | 4 197,5 | 53 518,125 |
| | | | | | |
| Éclairage de la voie de service - AVANT les travaux | 289 | 154 | 11,5 | 4 197,5 | 186 813,935 |
| Éclairage de la voie de service - APRES les travaux | 125 | 77 | 11,5 | 4 197,5 | 40 400,938 |
| | | | | | |
| Éclairage de la piste cyclable - AVANT les travaux | 289 | 0 | 11,5 | 4 197,5 | 0 |
| Éclairage de la piste cyclable - APRÈS les travaux | 125 | 68 | 11,5 | 4 197,5 | 35 678,750 |
| | | | | | |
| Câble chauffant - AVANT les travaux | 0 | 0 | 24 | 2 880,0 | 0 |
| Câble chauffant - APRÈS les travaux | 20 | 2 000 | 24 | 2 880,0 | 115 200 |
| Note : Câble autoréglant consommation 50 % / 120 jours / année pour la région de Montréal | | | | | |
| Consommation annuelle totale estimée (AVANT LES TRAVAUX) | | | | | 400 316 |
| Consommation annuelle totale estimée (APRÈS LES TRAVAUX) | | | | | 283 625 |

Tableau A2-2 : Consommation d'énergie électrique pour la télécommunication après les travaux

| DESCRIPTION | |
|---|----------------|
| Édicule 1 | |
| Climatisation (8000 BTUh = 2,4 KW) fonctionnant 6 mois / année - (21024 KWh / année si fonctionnement 12 mois) | |
| Éclairage (0,1 KW fonctionnant 10 % / année - (876 KWh si fonctionnement 100 % / année) | |
| Élément chauffant, chauffage Hammond 150 watts (fonctionnant 6 mois / année - (1314 KWh / année si fonctionnement 12 mois / année) | |
| Alimentation de secours 45 KW avec un fonctionnement à 2 % / année) | |
| 2 prises électriques de 0,6 KW chacune (fonctionnement à 5 %) | |
| Commutateur (WS-C3850-48P-L + POE intégré) Cisco Catalyst C3850-48P switch layer 2- access layer 48 * 10/100/1000 Ethernet POE + ports - LAN Base - managed - stackable) (0,715 KW) | |
| Transfo 3KVA donc 3KW (requis si l'alimentation fournie est 347/600 V à convertir à 120/240V) fonctionnant à 75 % de sa capacité) | |
| Module SFP (C3850-NM-4-1G offerts 4 slots) | |
| BE1 | |
| Commutateur Cisco IE-2000-16PTC-G-E) + PWR-IE65W-PC-AC (pour POE) + Transfo 3 kVA (si requis - si l'alimentation est 347/600 V) + Module SFP (transmission 1310 nm, réception 1550 nm) (30 W + 675 W = 0,095 KW) | |
| Pour les 24 BE (BE1 à BE24) | |
| Consommation annuelle totale estimée (APRÈS LES TRAVAUX) en kWh | 103 368 |

Tableau A2-3 : Consommation d'énergie électrique pour les STI après les travaux

| DESCRIPTION Nom | Consommation unitaire | Équipements | Consommation totale | Consommation totale | Consommation annuelle 100 % | % utilisation / 24 h | Consommation annuelle % ajustée |
|--|--------------------------|-------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| | (W) | Qté | (W) | (kW) | (kWh) | | (kWh) |
| Radar | 45 | 3 | 135,0 | 0,135 | 1 183 | 100% | 1 183 |
| Tête de feu de voies incluant les contrôleurs | 38 | 72 | 2 736 | 2,736 | 23 967 | 100% | 23967 |
| Station météo-routière | 700 | 1 | 700 | 0,700 | 6 132 | 100% | 6132 |
| Feux de navigation | 10 | 4 | 40 | 0,040 | 350 | 50% | 175 |
| Caméras (aux approches) | 185 | 4 | 740 | 0,740 | 6 482 | 100% | 6482 |
| Caméras (aux portique) | 185 | 12 | 2 220 | 2,220 | 19 447 | 100% | 19447 |
| PMW | 5000 | 2 | 10 000 | 10,000 | 87 600 | 100% | 87600 |
| BE STI (prise aux., chauffage, lumières) | 305 | 24 | 7 320 | 7,320 | 64 123 | 50% | 32062 |
| | | | | | | | |
| Consommation annuelle totale estimée (APRÈS LES TRAVAUX) | | | | | | | 177 048 |

ANNEXE 3 – DONNÉES ET HYPOTHÈSES POUR LES ACTIVITÉS DE RÉHABILITATION

Les heures d'utilisation des équipements ainsi que les quantités de carburant estimées pour les différentes activités de réhabilitation prévues sont présentées ci-dessous. L'estimation a été réalisée sur la base de l'avant-projet préliminaire (Consortium, 2020a) et de la note GP-04 (Consortium, 2020b). Le numéro entre parenthèses correspond à la numérotation des différents fournisseurs de l'Annexe A de la note GP-04.

1. Remplacement du béton bitumineux – pont, approches et autoroute

L'estimation prévoit le remplacement du béton bitumineux après 15 ans de mise en service du pont pour la première intervention et aux 10 ans pour les suivants. Durant la durée de vie utile du pont de 75 ans, sept remplacements du béton bitumineux sont prévus (Consortium, 2020a). La durée de cette intervention est de 60 jours. Les heures d'utilisation des équipements et la quantité de carburant requise pour les deux concepts sont illustrées aux points 1.1 et 1.2 ci-dessous. Comme le montre le tableau A3-3, le concept mi-nord requiert une plus grande quantité de béton bitumineux par rapport à le concept nord, entre autres, parce qu'il requiert le pavage de surlargeurs additionnelles du côté de Senneville pour le maintien temporaire des voies pour effectuer les travaux. Il est donc justifié que les quantités de béton bitumineux à transporter soient supérieures pour le concept mi-nord.

1.1. Concept mi-nord

Tableau A3-1 : Heures d'utilisation de l'équipement pour le remplacement du béton bitumineux – concept mi-nord

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-----------------------------------|---------------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 7 | 1 | Paveuse | Barber-Green BG-245 | 100 | 60 | 10 | 4200 |
| 7 | 2 | Compacteur 8 tonnes | Bomag BW 11RxX | 85 | 60 | 10 | 8400 |
| 7 | 1 | Camion épandeur de bitume liquide | 10 roues | 175 | 60 | 10 | 4200 |

Tableau A3-2 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour le remplacement du béton bitumineux – concept mi-nord

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|---------------------------------------|--------------|---------------|
| 7 | 1 | Paveuse (2) | 80 | 224 |
| 7 | 2 | Compacteur 8 tonnes (2) | 80 | 448 |
| 7 | 1 | Camion épandeur de bitume liquide (2) | 80 | 224 |

Tableau A3-3 : Carburant requis pour le transport de l'ancien et du nouveau béton bitumineux – concept mi-nord

| Fréquence | Béton bitumineux | Volumes m ³ | Distance, km | Nombre de transports 12 m ³ | Litres totaux |
|-----------|---------------------------|------------------------|--------------|--|---------------|
| 7 | Ancien aux Approches (14) | 15 906 | 80 | 1326 | 296912 |
| 7 | Ancien sur le pont (14) | 7 338 | 80 | 520 | 136976 |
| 7 | Nouveau aux approches (2) | 15 906 | 80 | 1326 | 296912 |
| 7 | Nouveau sur le pont (2) | 7 338 | 80 | 520 | 136976 |

1.2. Concept nord

Tableau A3-4 : Heures d'utilisation de l'équipement pour le remplacement du béton bitumineux – concept nord

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|---------------------------------------|---------------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 7 | 1 | Paveuse (2) | Barber-Green BG-245 | 100 | 60 | 10 | 4200 |
| 7 | 2 | Compacteur 8 tonnes (2) | Bomag BW-11RxX | 85 | 60 | 10 | 8400 |
| 7 | 1 | Camion épandeur de bitume liquide (2) | 10 roues | 175 | 60 | 10 | 4200 |

Tableau A3-5 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour le remplacement du béton bitumineux – concept nord

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|---------------------------------------|--------------|---------------|
| 7 | 1 | Paveuse (2) | 80 | 224 |
| 7 | 2 | Compacteur 8 tonnes (2) | 80 | 448 |
| 7 | 1 | Camion épandeur de bitume liquide (2) | 80 | 224 |

Tableau A3-6 : Carburant requis pour le transport du béton bitumineux – concept nord

| Fréquence | Béton bitumineux | Volumes, m ³ | Distance, km | Nombre de transports 12 m ³ | Litres totaux |
|-----------|-----------------------|-------------------------|--------------|--|---------------|
| 7 | Ancien Approches (14) | 15906 | 80 | 1326 | 296912 |
| 7 | Ancien Pont (14) | 6240 | 80 | 612 | 116480 |
| 7 | Frais Approches (2) | 15906 | 80 | 1326 | 296912 |
| 7 | Frais Pont (2) | 6240 | 80 | 612 | 116480 |

2. Remplacement de la membrane d'étanchéité

L'estimation prévoit le remplacement de la membrane d'étanchéité aux 25 ans. Durant la durée de vie utile du pont de 75 ans, trois remplacements de la membrane d'étanchéité sont prévus (tableau 9.3-1 de Consortium, 2020a). Il sera réalisé précédemment un remplacement du béton bitumineux prévu. Les heures d'utilisation des équipements et la quantité de carburant requise sont similaires pour les deux concepts et sont celles retrouvées aux tableaux A3-7 et A3-8.

Tableau A3-7 : Heures d'utilisation de l'équipement pour la mise en place de la membrane pour les deux concepts

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures/jour | Heures totales |
|-----------|--------|--------------------------|----------|-----------|--------------------------------|-------------|----------------|
| 3 | 1 | Épandeur de membrane (2) | 10 roues | 175 | 30 | 10 | 900 |

Tableau A3-8 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation de l'équipement pour les deux concepts

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|---------------------------------|--------------|---------------|
| 3 | 1 | Camion épandeur de membrane (2) | 80 | 96 |

3. Réparation de la couche de surface BAC – autoroute, voie latérale, bretelle

L'estimation prévoit la réparation de la couche de surface en béton armé continu (BAC) après 15 ans pour la première intervention et aux 10 ans par la suite. Durant la durée de vie utile du pont de 75 ans, sept activités de réparation de la couche de surface en BAC sont donc prévues (Consortium, 2020a). La réparation de la couche de surface BAC est prévue sur une durée de 30 jours. Elle comprend la stratification de la surface du béton aux endroits où le béton est plus endommagé. Le remplacement du béton bitumineux prévu est compris à la section 1 de la présente annexe. Les heures d'utilisation des équipements et de la quantité de carburant sont similaires pour les deux concepts et sont illustrées aux tableaux A3-9 à A3-11.

Tableau A3-9 : Heures d'utilisation de l'équipement pour la réparation de la couche de surface BAC

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|--------------------|-----------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 7 | 1 | Scarificateuse | - | 100 | 30 | 10 | 2100 |
| 7 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 30 | 10 | 2100 |
| 7 | 1 | Compresseur | ±500l/sec | 100 | 30 | 10 | 2100 |

Tableau A3-10 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour la réparation de la couche de surface BAC

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|---------------------|--------------|---------------|
| 7 | 1 | Scarificateuse (17) | 730 | 2044 |

Tableau A3-11 : Carburant requis pour le transport du béton concassé et frais

| Fréquence | Élément | Volumes m ³ | Distance, km | Nombre de transports 8 m ³ | Litres totaux |
|-----------|-------------------------------|------------------------|--------------|---------------------------------------|---------------|
| 7 | Béton concassé approches (14) | 1884 | 80 | 236 | 52864 |
| 7 | Béton frais approches (1) | 1884 | 82 | 236 | 54185,6 |

4. Remplacement de la couche de surface BAC – autoroute, voie latérale, bretelle

L'estimation prévoit le remplacement de la couche de surface en BAC aux approches après 50 ans. Durant la durée de vie utile du pont de 75 ans, un seul remplacement de la couche de surface BAC est prévu (Consortium, 2020a). Le remplacement de la couche de surface BAC est prévu sur une durée de 60 jours. Elle comprend la démolition de la couche de surface BAC sur place, la pose d'une nouvelle couche de surface BAC ainsi que le transport du béton et des débris du béton. Le remplacement du béton bitumineux prévu est compris à la section 1 de la présente annexe. Les heures d'utilisation des équipements et de la quantité de carburant sont similaires pour les deux concepts et sont exposées aux tableaux A3-12 à A3-14.

Tableau A3-12 : Heures d'utilisation de l'équipement pour la démolition et le remplacement de la couche de surface BAC

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|---|-----------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 1 | Pompe à béton | Putzmeister BSF | 350 | 90 | 10 | 900 |
| 1 | 1 | Épandeur à béton | Gomaco GHP 2800 | 325 | 90 | 10 | 900 |
| 1 | 2 | Grue automotrice 50 tonnes | Grove RT 750 | 150 | 180 | 10 | 3600 |
| 1 | 1 | Chargeur | Caterpillar 960 | 200 | 180 | 10 | 1800 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec marteau | Caterpillar 245 | 510 | 90 | 10 | 900 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec mâchoire hydraulique | Caterpillar 245 | 510 | 90 | 10 | 900 |
| 1 | 1 | Scie à béton | automotrice | 50 | 90 | 10 | 900 |
| 1 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 180 | 10 | 1800 |

Tableau A3-13 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour le remplacement de la couche de surface BAC

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|--|--------------|---------------|
| 1 | 90 | Pompe à béton (16) | 140 | 5040 |
| 1 | 1 | Épandeur à béton (17) | 730 | 292 |
| 1 | 2 | Grue automotrice 50 tonnes (8) | 112 | 89,6 |
| 1 | 1 | Chargeur (17) | 730 | 292 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec marteau (13) | 380 | 152 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec mâchoire hydraulique (13) | 380 | 152 |

Tableau A3-14 : Carburant requis pour le transport du béton concassé et béton frais

| Fréquence | Béton | Volumes m ³ | Distance km | Nombre de transports 8 m ³ | Litres totaux |
|-----------|-------------------------------|------------------------|-------------|---------------------------------------|---------------|
| 1 | Béton concassé approches (14) | 37 678 | 80 | 4 710 | 150720 |
| 1 | Béton frais approches (1) | 37 678 | 82 | 4710 | 154488 |

5. Peinture de l'acier de construction

L'estimation prévoit la peinture de l'acier de construction par zone de 15 % de la structure après 20 ans et 40 ans ainsi que 100 % de la structure après 60 ans de mise en service du pont (Consortium, 2020a). La durée prévue pour la peinture de 100 % de la structure est 195 jours approximativement. Elle comprend l'installation d'une plateforme, le décapage au jet de billes, l'aspiration des résidus ainsi que l'application d'une couche d'apprêt et d'une couche de peinture par air comprimé. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requis pour la peinture de 100 % de la structure sont similaires pour les deux concepts et sont présentées plus bas. Les quantités d'heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requis pour la peinture par zone à 15 % sont estimés en multipliant 30 % (2 fois 15 %) de la quantité (heures et litres) estimée pour effectuer 100 % de la peinture de la structure.

Tableau A3-15 : Heures d'utilisation de l'équipement pour la peinture à 100 % de la structure

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures peinture à 100 % | Heures pour 30 % |
|-----------|--------|-------------------------|------------|-----------|--------------------------------|--------------|-------------------------|------------------|
| 1 | 1 | Camion flèche 26 tonnes | Crane 900A | 475 | 195 | 10 | 1950 | 585 |
| 1 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 195 | 10 | 1950 | 585 |
| 1 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 195 | 10 | 1950 | 585 |
| 1 | 1 | Génératrice | - | 100 | 195 | 10 | 1950 | 585 |
| 1 | 1 | Compresseur | ±500l/sec | 100 | 195 | 10 | 1950 | 585 |

Tableau A3-16 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour la peinture à 100 % de la structure

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres 100 % | Litres 30 % |
|-----------|---------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 1 | Plates-formes temporaires (17) | 730 | 292 | - |

Tableau A3-17 : Carburant requis pour le transport des débris de sablage récupérés

| Fréquence | Élément | Distance, km | Quantités | Nombre de transports | Litres 100 % | Litres 30 % |
|-----------|-------------------|--------------|-----------|----------------------|--------------|-------------|
| 1 | Débris de sablage | 80 | 1 | 1 | 32 | 9,6 |

6. Réparation de l'acier de superstructure

L'estimation prévoit la réparation de l'acier de superstructure après 20 ans pour la première intervention et aux 10 ans par la suite (Consortium, 2020a). Durant la durée de vie utile du pont de 75 ans, six interventions de réparation de l'acier de superstructure sont prévues (Consortium, 2020a). La durée prévue pour la réparation de l'acier de superstructure est 90 jours. Elle comprend le remplacement des éléments d'acier tels que les membrures en acier en « X » et la boulonnerie. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise pour cette activité sont similaires pour les deux concepts et sont détaillées aux tableaux A3-18 et A3-19.

Tableau A3-18 : Heures d'utilisation de l'équipement pour la réparation de l'acier de superstructure

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-------------------------|-----------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 6 | 1 | Camion flèche 26 tonnes | Crane 900 | 475 | 90 | 10 | 5400 |
| 6 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 90 | 10 | 5400 |
| 6 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 90 | 10 | 5400 |

Tableau A3-19 : Carburant requis pour le transport des contrevents

| Fréquence | Élément | Distance, km | Quantités | Nombre de transports | Litres totaux |
|-----------|------------------------------|--------------|-----------|----------------------|---------------|
| 6 | Membrures, boulonnerie, etc. | 80 | 8 | 90 | 1728 |

7. Remplacement d'appareils d'appui

L'estimation prévoit le remplacement d'appareil d'appui après 50 ans. Le remplacement d'appareils d'appui se fera par barge et comprend le levage, le cassage de 1 à 2 pouces de béton, l'enlèvement des appareils d'appui existants et l'installation de nouveaux appareils d'appui. Par hypothèse, les appareils d'appui seront fabriqués à l'usine à Laval de Canam-ponts (807, rue Marshall, Laval (Québec), H7S 1J9) à 40 km du pont. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requis pour cette activité sont similaires pour les deux concepts et sont exposées dans les tableaux A3-20 à A3-22.

Tableau A3-20 : Heures d'utilisation de l'équipement pour remplacer les appareils d'appui

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|--------------------|--------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 1 | Grue 50T sur barge | Grove RT 750 | 150 | 180 | 10 | 1800 |
| 1 | 1 | Remorqueur | Petit | 500 | 180 | 10 | 1800 |
| 1 | 1 | Camion de service | F350 | 430 | 180 | 10 | 1800 |
| 1 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 180 | 10 | 1800 |
| 1 | 1 | Génératrice | - | 100 | 180 | 10 | 1800 |
| 1 | 1 | Compresseur | ±500l/sec | 100 | 180 | 10 | 1800 |

Tableau A3-21 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour la mise en place des appareils d'appui

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|------------------------|--------------|---------------|
| 1 | 1 | Grue 50T sur barge (8) | 112 | 44,8 |
| 1 | 1 | Remorqueur (7) | 600 | 240 |

Tableau A3-22 : Carburant requis pour le transport des appareils d'appui et du béton concassé et frais

| Fréquence | Élément | Distance, km | Quantités | Nombre de transports | Litres totaux |
|-----------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------|---------------|
| 1 | Appareils d'appui | 80 | 546 | 36 | 1152 |
| 1 | Béton concassé (14) | 80 | 1000 m ³ | 125 | 4000 |
| 1 | Béton frais (1) | 82 | 1000 m ³ | 125 | 4100 |

8. Remplacement des joints de dilatation

L'estimation prévoit le remplacement de joints de dilatation aux 25 ans. Durant la durée de vie utile du pont de 75 ans, trois remplacements des joints de dilatation sont prévus (tableau 9.3-1 de Consortium, 2020a). Il y aura quatorze joints à remplacer sur le futur (sept joints par direction). On fait l'hypothèse que deux jours sont requis pour remplacer chaque joint. Toujours par hypothèse, les joints de dilatation seront fabriqués à l'usine à Laval de Canam ponts (807, rue Marshall, Laval (Québec), H7S 1J9) à 40 km du pont.

Le remplacement du béton bitumineux prévu est compris à la section 1 de la présente annexe. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise pour cette activité sont similaires pour les deux concepts et sont détaillées dans les tableaux A3-23 à A3-25.

Tableau A3-23 : Heures d'utilisation de l'équipement pour remplacer les joints

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-------------------|-----------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 3 | 1 | Camion de service | F350 | 430 | 30 | 10 | 900 |
| 3 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 30 | 10 | 900 |
| 3 | 1 | Chargeur | Caterpillar 960 | 200 | 30 | 10 | 900 |
| 3 | 1 | Génératrice, | - | 100 | 30 | 10 | 900 |
| 3 | 1 | Compresseur | ±500l/sec | 100 | 30 | 10 | 900 |

Tableau A3-24 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour le remplacement des joints de dilatation

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|
| 3 | 1 | Chargeur (17) | 730 | 876 |

Tableau A3-25 : Carburant requis pour le transport des joints, du béton concassé et du béton frais

| Fréquence | Élément | Distance, km | Quantité | Nombre de transports | Litres totaux |
|-----------|---------------------|--------------|------------------|----------------------|---------------|
| 3 | Béton concassé (14) | 80 | 8 m ³ | 1 | 96 |
| 3 | Béton frais (1) | 82 | 8 m ³ | 1 | 98,4 |
| 3 | Anciens joints | 80 | 14 | 14 | 1344 |
| 3 | Nouveaux joints | 80 | 14 | 14 | 1344 |

9. Réparation de la dalle par zone

L'estimation prévoit la réparation de la dalle à 10 % de sa superficie totale après 25 ans et 75 ans et à 20 % de sa superficie totale après 35 ans (Consortium, 2020a). La durée prévue pour la réparation de l'acier de superstructure est de vingt jours pour 10 % de la dalle et 40 jours pour 20 %. Les quantités d'heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise pour la réparation de la dalle par zone sont déterminées en multipliant 40 % de la quantité (heures et litres) estimée pour effectuer 100 % de la réparation majeure de la dalle présentée à la section suivante. Voir les tableaux de la section 10 de la présente annexe.

10. Réparation majeure de la dalle – remplacement ou la pose d'une chappe de béton

Aux fins de l'estimation, le remplacement de la dalle est prévu après 50 ans (Consortium, 2020a). La durée prévue pour le remplacement de la dalle est de 200 jours pour le concept mi-nord et 240 jours pour le concept nord. Il comprend le remplacement du béton et de l'armature de la dalle en place. Le remplacement du béton bitumineux est compris à la section 1 de la présente annexe. Une roulotte de chantier est prévue pour la durée des travaux. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant estimée sont illustrées aux points 10.1 et 10.2.

10.1. Concept mi-nord

Le nombre de jours d'utilisation de la pompe à béton est déterminé comme suit :
 2 directions x 26 travées x 2 présences = 104 transports.

Tableau A3-26 : Heures d'utilisation de l'équipement pour le remplacement de la dalle – concept mi-nord

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures 100 % | Heures 40 % |
|-----------|--------|---|-----------------|-----------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 1 | Pompe à béton | Putzmeister BSF | 350 | 104 | 10 | 1040 | 416 |
| 1 | 1 | Épandeur à béton | Gomaco GHP 2800 | 325 | 52 | 10 | 520 | 208 |
| 1 | 1 | Grue automotrice 50 tonnes | Grove RT 750 | 150 | 200 | 10 | 2000 | 800 |
| 1 | 1 | Chargeur | Caterpillar 960 | 200 | 200 | 10 | 2000 | 800 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec marteau | Caterpillar 245 | 510 | 200 | 10 | 2000 | 800 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec mâchoire hydraulique | Caterpillar 245 | 510 | 200 | 10 | 2000 | 800 |
| 1 | 1 | Scie à béton | Automotrice | 50 | 21 | 10 | 210 | 84 |
| 1 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 200 | 10 | 2000 | 800 |

Tableau A3-27 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour le remplacement de la dalle – concept mi-nord

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres 100 % | Litres 40 % |
|-----------|---------------------|--|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 104 | Pompe à béton (16) | 140 | 5824 | 2329,6 |
| 1 | 1 | Épandeur à béton (17) | 730 | 292 | 116,8 |
| 1 | 2 | Grue automotrice 50 tonnes (8) | 112 | 89,6 | 35,84 |
| 1 | 1 | Chargeur (17) | 730 | 292 | 116,8 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec marteau (13) | 380 | 152 | 60,8 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec mâchoire hydraulique (13) | 380 | 152 | 60,8 |
| 1 | 1 | Roulotte (15) | 120 | 48 | 19,2 |

Tableau A3-28 : Carburant requis pour le transport du béton concassé, du béton frais et de l'armature sur le site pour le remplacement de la dalle – concept mi-nord

| Fréquence | Élément | Volumes | Distance, km | Nombre de transports | Litres 100 % | Litres 40 % |
|-----------|------------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|--------------|-------------|
| 1 | Béton concassé tabliers (14) | 32 000 m ³ | 80 | 4000 | 128000 | 51200 |
| 1 | Béton frais tabliers (1) | 32 000 m ³ | 82 | 4000 | 131200 | 52480 |
| 1 | Armatures à sortir (12) | 5 520 t | 100 | 221 | 8840 | 3536 |
| 1 | Acier armature tabliers (5) | 5 520 t | 100 | 221 | 8840 | 3536 |

On estime la consommation d'énergie électrique pour une roulotte sans chauffage pour le concept mi-nord à 3kW x 200 jours x 12h/jours = 7200 kWh.

10.2. Concept nord

Le nombre de jours d'utilisation de la pompe à béton est déterminé comme suit :
2 directions x 30 travées x 2 présences= 120 transports.

Tableau A3-29 : Heures d'utilisation de l'équipement pour le remplacement de la dalle – concept nord

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures 100 % | Heures 40 % |
|-----------|--------|---|-----------------|-----------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 1 | Pompe à béton | Putzmeister BSF | 350 | 120 | 10 | 1200 | 480 |
| 1 | 1 | Épandeur à béton | Gomaco GHP 2800 | 325 | 60 | 10 | 600 | 240 |
| 1 | 1 | Grue automotrice 50 tonnes | Grove RT 750 | 150 | 240 | 10 | 2400 | 960 |
| 1 | 1 | Chargeur | Caterpillar 960 | 200 | 240 | 10 | 2400 | 960 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec marteau | Caterpillar 245 | 510 | 240 | 10 | 2400 | 960 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec mâchoire hydraulique | Caterpillar 245 | 510 | 240 | 10 | 2400 | 960 |
| 1 | 1 | à béton | automotrice | 50 | 25 | 10 | 250 | 100 |
| 1 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 240 | 10 | 2400 | 960 |

Tableau A3-30 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour le remplacement de la dalle – concept nord

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres 100 % | Litres 40 % |
|-----------|---------------------|--|--------------|--------------|-------------|
| 1 | 120 | Pompe à béton (16) | 140 | 6720 | 2688 |
| 1 | 1 | Épandeur à béton (17) | 730 | 292 | 116,8 |
| 1 | 2 | Grue automotrice 50 tonnes (8) | 112 | 89,6 | 35,84 |
| 1 | 1 | Chargeur (17) | 730 | 292 | 116,8 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec marteau (13) | 380 | 152 | 60,8 |
| 1 | 1 | Pelle hydraulique avec mâchoire hydraulique (13) | 380 | 152 | 60,8 |
| 1 | 1 | Roulotte (15) | 120 | 48 | 19,2 |

Tableau A3-31 : Carburant requis pour le transport du béton concassé, du béton frais et de l'armature sur le site pour le remplacement de la dalle – concept nord

| Fréquence | Élément | Volumes | Distance, km | Nombre de transports | Litres 100 % | Litres 40 % |
|-----------|------------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|--------------|-------------|
| 1 | Béton concassé tabliers (14) | 33 250 m ³ | 80 | 4157 | 133024 | 53210 |
| 1 | Béton frais tabliers (1) | 33 250 m ³ | 82 | 4157 | 136349,6 | 54540 |
| 1 | Armatures à sortir (12) | 5 620 t | 100 | 225 | 9000 | 3600 |
| 1 | Acier armature tabliers (5) | 5 620 t | 100 | 225 | 9000 | 3600 |

On estime la consommation d'énergie électrique pour une roulotte sans chauffage pour le concept nord à 3kW x 240 jours x 12h/jours = 8640 kWh.

11. Réparation des unités de fondation

L'estimation prévoit la réparation en surface des unités de fondations après 50 ans (Consortium, 2020a). La durée prévue pour la réparation des piles et culées est de deux jours par unité de fondation. Elle comprend écailler la surface, le remplacement des armatures, si requis, et la pose de béton frais. L'utilisation d'une barge est prévue. Une roulotte de chantier est prévue pour la durée des travaux. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise estimées sont détaillées aux points 11.1 et 11.2. La différence

11.1. Concept mi-nord

Le concept mi-nord comprend 27 unités de fondation incluant les deux culées (Consortium, 2020a). Les tableaux A3-32 à A3-34 présentent les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise estimées de ces unités de fondation.

Tableau A3-32 : Heures d'utilisation de l'équipement pour la réparation des unités de fondation – concept mi-nord

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|--------------------|-----------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 1 | Pompe à béton | Putzmeister BSF | 350 | 54 | 10 | 540 |
| 1 | 1 | Chargeur | Caterpillar 960 | 200 | 54 | 10 | 540 |
| 1 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 54 | 10 | 540 |
| 1 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 54 | 10 | 540 |
| 1 | 1 | Remorqueur | petit | 500 | 25 | 10 | 250 |

Tableau A3-33 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour la réparation des unités de fondation – concept mi-nord

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|
| 1 | 1 | Chargeur (17) | 730 | 292 |
| 1 | 1 | Roulotte (15) | 120 | 48 |
| 1 | 1 | Remorqueur (7) | 600 | 240 |

Tableau A3-34 : Carburant requis pour le transport des débris de béton et du béton frais – concept mi-nord

| Fréquence | Élément | Volumes m ³ | Distance, km | Nombre de transports 8 m ³ | Litres totaux |
|-----------|----------------------|------------------------|--------------|---------------------------------------|---------------|
| 1 | Débris de béton (14) | 3200 | 80 | 400 | 12800 |
| 1 | Béton frais (1) | 3200 | 82 | 400 | 13120 |

On estime la consommation d'énergie électrique pour une roulotte sans chauffage pour le concept mi-nord à 3kW x 54 jours x 12h/jours = 1944 kWh.

11.2. Concept nord

Le concept nord comprend 31 unités de fondation incluant les deux culées (Consortium, 2020a). Les tableaux A3-35 à A3-37 présentent les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise estimées de ces unités de fondation.

Tableau A3-35 : Heures d'utilisation de l'équipement pour la réparation des unités de fondation – concept nord

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|--------------------|-----------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 1 | Pompe à béton | Putzmeister BSF | 350 | 62 | 10 | 620 |
| 1 | 1 | Chargeur | Caterpillar 960 | 200 | 62 | 10 | 620 |
| 1 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 62 | 10 | 620 |
| 1 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 62 | 10 | 620 |
| 1 | 1 | Remorqueur | petit | 500 | 30 | 10 | 300 |

Tableau A3-36 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour la réparation des unités de fondation – concept nord

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|
| 1 | 1 | Chargeur (17) | 730 | 292 |
| 1 | 1 | Roulotte (15) | 120 | 48 |
| 1 | 1 | Remorqueur (7) | 600 | 240 |

Tableau A3-37 : Carburant requis pour le transport des débris de béton et du béton frais – concept nord

| Fréquence | Élément | Volumes m ³ | Distance, km | Nombre de transports 8 m ³ | Litres totaux |
|-----------|-------------------------|---------------------------|-----------------|--|---------------|
| 1 | Débris de béton (14) | 3325 | 80 | 416 | 13312 |
| 1 | Béton frais (1) | 3325 | 82 | 416 | 13645 |

On estime la consommation d'énergie électrique pour une roulotte sans chauffage à 3kW x 62 jours x 12h/jours = 2232 kWh.

12. Entretien des éléments de la signature architecturale

L'estimation prévoit l'entretien d'éléments de la signature architecturale à chaque 20 ans. Durant la durée de vie utile du pont de 75 ans, trois entretiens des éléments de la signature architecturale sont prévus (tableau 9.3-1 de Consortium, 2020a). L'entretien comprend le montage des plateformes temporaires, le décapage et la peinture des culées ainsi que des éléments architecturaux prévus au centre du pont. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise estimées sont similaires pour les deux concepts et sont illustrées aux tableaux A3-38 et A3-39.

Tableau A3-38 : Heures d'utilisation de l'équipement pour l'entretien des éléments de la signature architecturale

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|----------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|
| 3 | 1 | Camion flèche 26 tonnes | Crane 900 | 475 | 60 | 10 | 1800 |
| 3 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 60 | 10 | 1800 |
| 3 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 60 | 10 | 1800 |

Tableau A3-39 : Carburant requis pour le transport des plateformes temporaires

| Fréquence | Élément | Quantité | Distance, km | Nombre de transport | Litres totaux |
|-----------|------------------------------------|----------|-----------------|------------------------|---------------|
| 3 | Plateformes temporaires (17) | 1 | 730 | 1 | 876 |

13. Entretien majeur des STI et des systèmes de télécommunication

L'estimation prévoit un entretien majeur des STI et des systèmes de télécommunication après 50 ans de mise en service du futur pont. Durant la durée de vie utile du pont de 75 ans, un seul entretien majeur des STI et des systèmes de télécommunication est prévu (Consortium, 2020a). Cette activité d'entretien est prévue sur une durée de quatorze jours. Elle comprend l'entretien des STI et des systèmes de télécommunication ainsi que le remplacement des 24 portiques de feux de voies, des deux panneaux à message variable ainsi que des douze caméras prévues à ce jour au projet. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise estimées sont similaires pour les deux concepts et sont disponibles aux tableaux A3-40 à A3-42.

Tableau A3-40 : Heures d'utilisation de l'équipement pour l'entretien majeur et le remplacement des éléments des STI et des systèmes de télécommunication

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-----------------------------|----------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 1 | Camion nacelle | 10 roues | 175 | 14 | 10 | 140 |
| 1 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 14 | 10 | 140 |
| 1 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 14 | 10 | 140 |
| 3 | 1 | Camion atténuateur d'impact | 10 roues | 175 | 14 | 10 | 140 |

Tableau A3-41 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour l'entretien majeur des STI et des systèmes de télécommunication

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|--------------------|--------------|---------------|
| 1 | 1 | Camion nacelle (8) | 112 | 44,8 |

Tableau A3-42 : Carburant requis pour le transport des éléments des STI et des systèmes de télécommunication

| Fréquence | Élément | Distance, km | Nombre de transports | Litres totaux |
|-----------|--|--------------|----------------------|---------------|
| 1 | Portiques feux de voies, panneaux à message variable et caméras (18) | 150 | 30 | 1800 |

14. Entretien majeur et réhabilitation du réseau de drainage

L'estimation prévoit un entretien majeur et une réhabilitation du réseau de drainage après 50 ans de mise en service du futur pont. Durant la durée de vie utile du pont de 75 ans, un seul entretien majeur et une seule réhabilitation du réseau de drainage sont donc prévus (Consortium, 2020a). Cette activité de réhabilitation est prévue sur une durée de 30 jours. Elle comprend un nettoyage de l'ensemble du réseau de drainage par un camion combiné cureur, le passage d'une caméra et le remplacement de 15 % du réseau de drainage (puisards, regards, séparateur et conduites). Le remplacement de 15 % du

réseau de drainage correspond à environ 70 puisards, 450 sections de conduites de 2 m en béton et un séparateur pour les approches. Pour la partie du réseau de drainage du pont, cela correspond au remplacement de 120 drains de chaussées, de 450 sections de 2 m de conduites de drainage et d'un séparateur. À raison de 25 sections de conduites par transport, 36 transports de camion semi-remorques pour les conduites sont requis. À raison de 30 puisards par transport et 30 drains par transport, trois transports sont estimés pour les puisards et quatre autres sont estimés pour les drains de chaussées. Les deux séparateurs hydrodynamiques peuvent être transportés avec le troisième transport de puisards. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise estimées sont similaires pour les deux concepts et sont exposées aux tableaux A3-43 à A3-46.

Tableau A3-43 : Heures d'utilisation de l'équipement pour le nettoyage et le passage de la caméra

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-------------------------|----------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 2 | Camion combiné cureur | Supervac | 400 | 30 | 10 | 600 |
| 1 | 2 | Camion cube avec caméra | 6 roues | 175 | 30 | 10 | 600 |
| 1 | 2 | Camionnette | F150 | 375 | 30 | 10 | 600 |

Tableau A3-44 : Heures d'utilisation de l'équipement pour le remplacement des éléments de drainage

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|---------------------|-----------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 1 | Pelle hydraulique | Caterpillar 245 | 325 | 30 | 10 | 300 |
| 1 | 1 | Chargeur | Caterpillar 960 | 200 | 30 | 10 | 300 |
| 1 | 1 | Compacteur 8 tonnes | Bomag BW-11Rx | 85 | 30 | 10 | 300 |

Tableau A3-45 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|------------------------------|--------------|---------------|
| 1 | 1 | Pelle hydraulique (17) | 730 | 292 |
| 1 | 1 | Chargeur (17) | 730 | 292 |
| 1 | 1 | Compacteur 8 tonnes (17) | 730 | 292 |
| 1 | 1 | Camion combiné cureur (11) | 40 | 16 |
| 1 | 1 | Camion cube avec caméra (11) | 40 | 16 |

Tableau A3-46 : Carburant requis pour le transport des éléments de drainage

| Fréquence | Élément | Nombres | Distance, km | Nombre de transports | Litres totaux |
|-----------|-----------------------------|---------|--------------|----------------------|---------------|
| 1 | Puisards et séparateurs (4) | 72 | 110 | 3 | 132 |
| 1 | Conduites de béton (4) | 450 | 110 | 18 | 792 |
| 1 | Drains de chaussées (4) | 120 | 110 | 4 | 176 |
| 1 | Conduites de drainage (4) | 450 | 110 | 18 | 792 |

15. Relampage général

L'estimation prévoit un relampage général à chaque 20 ans. La durée de vie utile du pont étant de 75 ans, trois relampages généraux sont prévus (Consortium, 2020a). Cette activité est prévue sur une durée de 30 jours. Elle comprend le remplacement de tous les 261 lampadaires. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise estimées sont similaires pour les deux concepts et sont détaillées aux tableaux A3-47 et A3-48.

Tableau A3-47 : Heures d'utilisation de l'équipement pour le relampage

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-----------------------------|------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 3 | 1 | Camion nacelle | 10 roues | 175 | 30 | 10 | 900 |
| 3 | 1 | Camion flèche 26 tonnes | Crane 900A | 475 | 30 | 10 | 900 |
| 3 | 1 | Camion de services | F350 | 430 | 30 | 10 | 900 |
| 3 | 1 | Camion atténuateur d'impact | 10 roues | 175 | 30 | 10 | 900 |
| 3 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 30 | 10 | 900 |

Tableau A3-48 : Carburant requis pour le transport des lampadaires

| Fréquence | Élément | Distance, km | Nombre de transports | Litres totaux |
|-----------|------------------|--------------|----------------------|---------------|
| 3 | Lampadaires (18) | 150 | 30 | 5400 |

16. Remplacement des panneaux de signalisation

L'estimation prévoit le remplacement des panneaux de signalisation à chaque 15 ans. La durée de vie utile du pont étant de 75 ans, sept remplacements de panneaux de signalisation sont prévus (Consortium, 2020a). Cette activité est prévue sur une durée de 30 jours. Elle comprend le remplacement de tous les portiques de supersignalisation (15) et de tous les panneaux de petite signalisation. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requise estimées sont similaires pour les deux concepts et se retrouvent aux tableaux A3-49 et A3-50.

Tableau A3-49 : Heures d'utilisation de l'équipement pour le remplacement des panneaux de signalisation

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-----------------------------|------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 7 | 1 | Camion nacelle | 10 roues | 175 | 30 | 10 | 2100 |
| 7 | 1 | Camion flèche 26 tonnes | Crane 900A | 475 | 30 | 10 | 2100 |
| 7 | 1 | Camion atténuateur d'impact | 10 roues | 175 | 30 | 10 | 2100 |
| 7 | 1 | Camionnette | F150 | 375 | 30 | 10 | 2100 |

Tableau A3-50 : Carburant requis pour le transport des panneaux de signalisation

| Fréquence | Élément | Distance, km | Nombre de transports | Litres totaux |
|-----------|-------------------------------------|--------------|----------------------|---------------|
| 7 | Panneaux de supersignalisation (18) | 150 | 15 | 6300 |
| 7 | Panneaux de petite signalisation | 150 | 30 | 12600 |

17 Passerelle de Breslay

Les heures d'utilisation des équipements ainsi que les quantités de carburant estimées pour les activités de réhabilitation prévues pour la passerelle de Breslay sont présentées ci-dessous.

L'estimation a été réalisée pour l'alternative 2, soit la structure en treillis d'aluminium et à partir des notes techniques GP-06 et GP-07 (Consortium, 2020c et 2020d). Elle s'applique sans différence à l'option mi-Nord et l'option Nord.

17.1 Remplacement du platelage en bois d'ipé

L'estimation prévoit le remplacement du platelage en bois d'ipé après 25 ans et 50 ans. Il comprend le transport du platelage par le réseau routier à partir d'un fournisseur de bois d'ipé (Langevin Forest, 9995, boul. Pie-IX, Montréal (QC) H1Z 3X1) à 42 km de la

passerelle et le remplacement du platelage. La durée prévue est d'une semaine approximativement. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requis pour cette activité sont présentées aux tableaux A3-51 à A3-53.

Tableau A3-51 : Heures d'utilisation des équipements pour le remplacement du platelage de bois d'ipé

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-------------------|--------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 2 | 1 | Nacelle | - | 175 | 5 | 10 | 100 |
| 2 | 1 | Camion de service | F350 | 430 | 5 | 10 | 100 |

Tableau A3-52 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation de l'équipement pour le remplacement du platelage de bois d'ipé

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres |
|-----------|---------------------|-------------------|--------------|--------|
| 2 | 1 | Nacelle (17) | 730 | 584 |

Tableau A3-53 : Carburant requis pour le transport du platelage en bois d'ipé

| Fréquence | Élément | Distance aller-retour, km | Quantités | Nombre de transport | Litres |
|-----------|-------------------------|---------------------------|-----------|---------------------|--------|
| 2 | Platelage en bois d'ipé | 84 | 1 | 5 | 336 |

17.2 Remplacement d'appareil d'appui

L'estimation prévoit le remplacement des appareils d'appui après 50 ans. Le remplacement des appareils d'appui se fera à l'aide d'une grue. Par hypothèse, les appareils d'appui seront fabriqués à l'usine à Laval de Canam-ports (807, rue Marshall, Laval (Québec), H7S 1J9) à 40 km du pont. La mobilisation et démobilisation de la grue exigent cinq transports pour la grue et les contrepoids. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requis pour cette activité sont présentées aux tableaux A3-54 à A3-56.

Tableau A3-514 : Heures d'utilisation des équipements pour remplacer les appareils d'appui

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-------------------|----------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 1 | Grue 240T | AC 200-1 | 530 | 5 | 10 | 50 |
| 1 | 1 | Camion de service | F350 | 430 | 5 | 10 | 50 |

Tableau A3-55 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation des équipements pour remplacer les appareils d'appui

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|
| 1 | 5 | Grue 240T | 80 | 160 |

Tableau A3-56 : Carburant requis pour le transport des appareils d'appui

| Fréquence | Élément | Distance aller-retour, km | Quantités | Nombre de transports | Litres totaux |
|-----------|----------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|---------------|
| 1 | Appareils d'appui | 80 | 12 | 1 | 32 |
| 1 | Débris de béton (14) | 80 | 16 m ³ | 2 | 64 |
| 1 | Béton frais (1) | 82 | 16 m ³ | 2 | 65,6 |

17.3 Réparation des unités de fondation

L'estimation prévoit la réparation en surface des unités de fondation après 50 ans. La durée prévue est de quatre jours. Les heures d'utilisation des équipements ainsi que la quantité de carburant requis pour cette activité sont présentées aux tableaux A3-57 à A3-59.

Tableau A3-52 : Heures d'utilisation de la pompe à béton

| Fréquence | Nombre | Type d'équipement | Modèle | Puissance | Jour d'utilisation /équipement | Heures /jour | Heures totales |
|-----------|--------|-------------------|-----------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 1 | Pompe à béton | Putzmeister BSF | 350 | 4 | 6 | 24 |

Tableau A3-58 : Carburant requis pour la mobilisation et la démobilisation de la pompe à béton

| Fréquence | Nombre de transport | Type d'équipement | Distance, km | Litres totaux |
|-----------|---------------------|--------------------|--------------|---------------|
| 1 | 4 | Pompe à béton (16) | 140 | 224 |

Tableau A3-59 : Carburant requis pour le transport des débris de béton et du béton frais

| Fréquence | Élément | Volumes m ³ | Distance, km | Nombre de transports 8 m ³ | Litres totaux |
|-----------|----------------------|------------------------|--------------|---------------------------------------|---------------|
| 1 | Débris de béton (14) | 48 | 80 | 6 | 192 |
| 1 | Béton frais (1) | 48 | 82 | 6 | 196,8 |

ANNEXE 4 – ACTIVITÉS ADDITIONNELLES

Tableau A4-1 : Émissions de GES estimées pour les activités d'entretien courant additionnelles par rapport au pont actuel – concept mi-nord

| Éléments supplémentaires par rapport au pont actuel | Équipement | Consommation annuelle (litres) | Émission CO ₂ | Émission CH ₄ | Émission N ₂ O | Émissions GES Annuelle | Émissions GES Annuelle | Émissions GES sur 75 ans |
|---|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ |
| Entretien hivernale et estivale, chaussée piste polyvalente (incluant la passerelle Breslay) | Véhicule routier à essence | 71,50 | 0,16 | 0,000010 | 0,000002 | 0,17 | | |
| | Véhicule routier à diesel | 15746,23 | 42,22 | 0,0017 | 0,0024 | 42,97 | 43,78 | 3283,43 |
| | Véhicule hors route à diesel | 235,23 | 0,63 | 0,000026 | 0,000036 | 0,64 | | |
| Entretien hivernal et estival des deux voies latérales et de la surlargeur de la chaussée (4,4 mètres par voie) du futur pont | Véhicule routier à essence | 87,26 | 0,20 | 0,000012 | 0,0000019 | 0,20 | | |
| | Véhicule routier à diesel | 43 081,70 | 115,50 | 0,00 | 0,01 | 117,57 | 118,48 | 8886,13 |
| | Véhicule hors route à diesel | 263,87 | 0,71 | 0,000019 | 0,0000058 | 0,71 | | |
| Éléments système de drainage (bassin, conduits sur le pont et séparateurs additionnels) | Véhicule hors route à diesel | 6338,50 | 16,99 | 0,000463 | 0,000139 | 17,04 | 17,04 | 1278,32 |
| Aménagement paysager (5 premières années) | Véhicule routier à essence | 56,43 | 0,34 | 0,000021 | 0,0000032 | 0,34 | 2,30 | 11,51 |
| | Véhicule routier à diesel | 146,44 | 1,92 | 0,000079 | 0,000108 | 1,95 | | |

| Éléments supplémentaires par rapport au pont actuel | Équipement | Consommation annuelle (litres) | Émission CO ₂ | Émission CH ₄ | Émission N ₂ O | Émissions GES Annuelle | Émissions GES Annuelle | Émissions GES sur 75 ans |
|---|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ |
| | Véhicule hors route à diesel | 716,30 | 0,01 | 0,00000023 | 0,00000007 | 0,01 | | |
| STI, Télécommunication | Véhicule routier à essence | 3,19 | 0,01 | 0,00000045 | 0,00000007 | 0,01 | 0,08 | 5,84 |
| | Véhicule routier à diesel | 18,26 | 0,05 | 0,0000002 | 0,00000028 | 0,05 | | |
| | Véhicule hors route à diesel | 7,68 | 0,02 | 0,00000006 | 0,00000002 | 0,02 | | |
| (Inspection de 17 piles de moins) | Bateaux à essence | 80,38 | 0,19 | 0,0000018 | 0,0000005 | 0,19 | (0,42) | (31,40) |
| | Véhicule hors route à diesel | 86,02 | 0,23 | 0,0000006 | 0,0000002 | 0,23 | | |
| Total | | | | | | | 181,27 | 13433,83 |

Tableau A4-2 : Émissions de GES estimées pour les activités d'entretien courant additionnelles par rapport au pont actuel – concept nord

| Éléments supplémentaires par rapport au pont actuel | Équipement | Consommation annuelle (litres) | Émission CO ₂ | Émission CH ₄ | Émission N ₂ O | Émissions GES Annuelle | Émissions GES Annuelle | Émissions GES sur 75 ans |
|--|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ |
| Entretien hivernale et estivale, chaussée piste polyvalente (incluant la passerelle Breslay) | Véhicule routier à essence | 71,50 | 0,16 | 0,000010 | 0,000002 | 0,17 | | |
| | Véhicule routier à diesel | 15 787,02 | 42,33 | 0,001737 | 0,002384 | 43,08 | | |
| | Véhicule hors route à diesel | 235,82 | 0,63 | 0,0000172 | 0,0000052 | 0,63 | | 3 291,19 |
| Entretien hivernal et estival des deux voies latérales et de la sur largeur de la chaussée (4,4 mètres par voie) du futur pont | Véhicule routier à essence | 87,57 | 0,20 | 0,0000123 | 0,0000019 | 0,20 | | |
| | Véhicule routier à diesel | 45 321,67 | 121,51 | 0,0050 | 0,0068 | 123,68 | | |
| | Véhicule hors route à diesel | 264,44 | 0,71 | 0,0000193 | 0,0000058 | 0,71 | | 9 344,76 |
| Éléments système de drainage (bassin, conduits sur le pont et séparateurs additionnels) | Véhicule hors route à diesel | 6338,50 | 16,99 | 0,000463 | 0,000139 | 17,04 | 17,04 | 1278,32 |
| Aménagement paysager (5 premières années) | Véhicule routier à essence | 56,45 | 0,13 | 0,000008 | 0,0000012 | 0,13 | | |
| | Véhicule routier à diesel | 146,47 | 0,39 | 0,000016 | 0,000022 | 0,40 | | |
| | Véhicule hors route à diesel | 716,30 | 1,92 | 0,000052 | 0,000016 | 1,93 | | 11,89 |
| STI, Télécommunication | Véhicule routier à essence | 3,19 | 0,01 | 0,00000045 | 0,0000007 | 0,01 | 0,08 | 5,84 |

| Éléments supplémentaires par rapport au pont actuel | Équipement | Consommation annuelle (litres) | Émission CO ₂ | Émission CH ₄ | Émission N ₂ O | Émissions GES Annuelle | Émissions GES Annuelle | Émissions GES sur 75 ans |
|---|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes équ. CO ₂ | Tonnes équ. CO ₂ | Tonnes équ. CO ₂ |
| | Véhicule routier à diesel | 18,26 | 0,05 | 0,000002 | 0,0000028 | 0,05 | | |
| | Véhicule hors route à diesel | 7,68 | 0,02 | 0,0000006 | 0,0000002 | 0,02 | | |
| (Inspection de 13 piles de moins) | Bateaux à essence | 75,36 | 0,17 | 0,0000166 | 0,0000047 | 0,18 | 0,35 | 26,18 |
| | Véhicule hors route à diesel | 64,51 | 0,17 | 0,0000047 | 0,0000014 | 0,17 | | |
| Total | | | | | | | 187,71 | 13 905,82 |

Tableau A4-3 : Émissions de GES estimées pour les activités de réhabilitation additionnelles par rapport au pont actuel

| Activités de réhabilitation additionnelle | Hypothèse de consommation | Équipement | Consom- mation | Émission CO ₂ | Émission CH ₄ | Émission N ₂ O | Émissions GES sur 75 ans | Émissions GES sur 75 ans par activité | Émissions GES annuelle par activité |
|--|--|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|--|
| | | | Litres | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes | Tonnes éq. CO ₂ | Tonnes éq. CO ₂ |
| Éléments architecturaux | 100 % de l'estimation de la section 12 de l'annexe 3 | Véhicule routier à essence | 194989,75 | 449,84 | 0,027299 | 0,004290 | 451,79 | 723,05 | 9,64 |
| | | Véhicule routier à diesel | 876,00 | 2,35 | 0,000096 | 0,000132 | 2,39 | | |
| | | Véhicule hors route à diesel | 99989,20 | 268,07 | 0,007299 | 0,002200 | 268,87 | | |
| Système drainage sur le pont | 50 % de l'estimation de la section 14 de l'annexe 3 | Véhicule routier à essence | 15138,96 | 34,93 | 0,002119 | 0,000333 | 35,08 | 121,16 | 1,62 |
| | | Véhicule routier à diesel | 1400,00 | 3,75 | 0,000154 | 0,000211 | 3,82 | | |
| | | Véhicule hors route à diesel | 30590,90 | 82,01 | 0,002233 | 0,000673 | 82,26 | | |
| Entretien majeur STI | 100 % de l'estimation de la section 13 | Véhicule routier à essence | 15165,87 | 34,99 | 0,002123 | 0,000334 | 35,14 | 55,58 | 0,74 |
| | | Véhicule routier à diesel | 1844,80 | 4,946 | 0,000203 | 0,000279 | 5,034 | | |
| | | Véhicule hors route à diesel | 5730,38 | 15,36 | 0,000418 | 0,000126 | 15,41 | | |
| Passerelle Breslay | 100 % de l'estimation de la section 17 | Véhicule routier à essence | 8304,27 | 19,16 | 0,001163 | 0,000183 | 19,24 | 38,61 | 0,51 |
| | | Véhicule routier à diesel | 1854,40 | 4,97 | 0,000204 | 0,000280 | 5,06 | | |
| | | Véhicule hors route à diesel | 4305,21 | 11,54 | 0,000314 | 0,000095 | 11,58 | | |
| | | Appareils fixes à diesel | 982,35 | 2,62 | 0,000131 | 0,000393 | 2,74 | | |
| Total | | | | | | | | 938,41 | 12,51 |



ANNEXE

8-5 *NOTE TECHNIQUE SUR LES EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (WSP, 2021)*



NOTE TECHNIQUE

CLIENT : Ministère des Transports du Québec

PROJET : Projet de reconstruction du pont de l'Île-aux-Tourtes – Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques

Réf. WSP : 191-11642-00 Rév. 1

OBJET : Prise en compte des effets anticipés des changements climatiques sur le projet

DATE : 18 février 2021

DESTINATAIRE : Ghyslain Pothier, Directeur de Projet, WSP

C.C. :

1 INTRODUCTION

La présente note technique détaille l'approche méthodologique utilisée pour la réalisation du chapitre 8.2.5 sur la prise en compte des effets anticipés des changements climatiques sur le projet. Un tableau détaillé des résultats y est également joint en annexe.

2 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

La réalisation de cette analyse des risques associés aux changements climatiques pour le PIT se base sur les lignes directrices d'Infrastructure Canada. Ces lignes directrices concernant l'évaluation de la résilience climatique des projets sont inspirées de la norme ISO 31000 Gestion des risques (Figure 1) et font partie intégrante de l'Optique des changements climatiques (Infrastructure Canada, 2019).

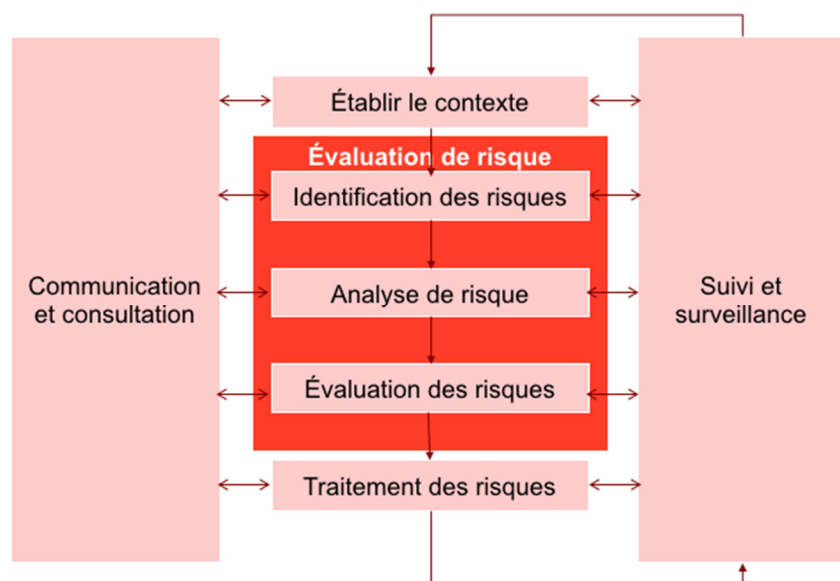


Figure 1 Gestion des risques selon la norme ISO 31000

La Figure 2 présente le cadre de travail basé sur la définition du risque issue du cinquième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2014). Le risque est défini comme le produit de la probabilité d'observer des impacts climatiques sur le projet avec la sévérité de leurs conséquences. La probabilité des impacts est évaluée en couplant la probabilité de changement dans l'occurrence des aléas climatiques avec la vulnérabilité du projet. Les différentes étapes de l'exercice peuvent être décrites comme suit :

1 Caractérisation de l'**aléa** :

- Analyse des tendances climatiques pour la région dans laquelle se situe le projet (chapitre 4);
- Association des tendances à des aléas météorologiques et climatiques pertinents pour le projet et évaluation de leur probabilité.

2 Évaluation de la **vulnérabilité** :

- Identification des impacts potentiels des tendances climatiques sur les personnes, les infrastructures, l'économie et l'environnement;
- Évaluation de la sensibilité des composantes, soit leur potentiel à être exposées et affectées par les aléas climatiques, en fonction des mesures d'atténuation/adaptation déjà mises en place;
- Évaluation de leur capacité d'adaptation, soit la capacité d'un projet à s'adapter aux changements climatiques (y compris la variabilité et les extrêmes météorologiques) pour atténuer les dommages potentiels, pour tirer profit des occasions à saisir ou pour faire face aux impacts les plus conséquents.

3 Évaluation de la **probabilité des impacts** :

- La probabilité des impacts est le croisement de la probabilité d'observer des changements dans l'occurrence des aléas climatiques et de la vulnérabilité des composantes à ces aléas.

- 4 Spécification de la **sévérité des conséquences** lors de l'occurrence de l'aléa, en fonction de la situation particulière du projet :
 - Les conséquences sont évaluées d'un point de vue économique, social et environnemental;
 - La sévérité générale des conséquences est donnée par la sévérité maximale des trois secteurs dans une approche conservatrice, dans le but de ne minimiser aucune conséquence importante.
- 5 Évaluation du **risque** :
 - Pour chaque impact identifié, le niveau de risque résiduel lié aux changements climatiques est obtenu par le croisement de la probabilité des impacts avec la sévérité des conséquences identifiées.
- 6 Proposition de **mesures de contrôle et d'adaptation** pour tous les risques identifiés avec un niveau modéré, élevé et extrême.

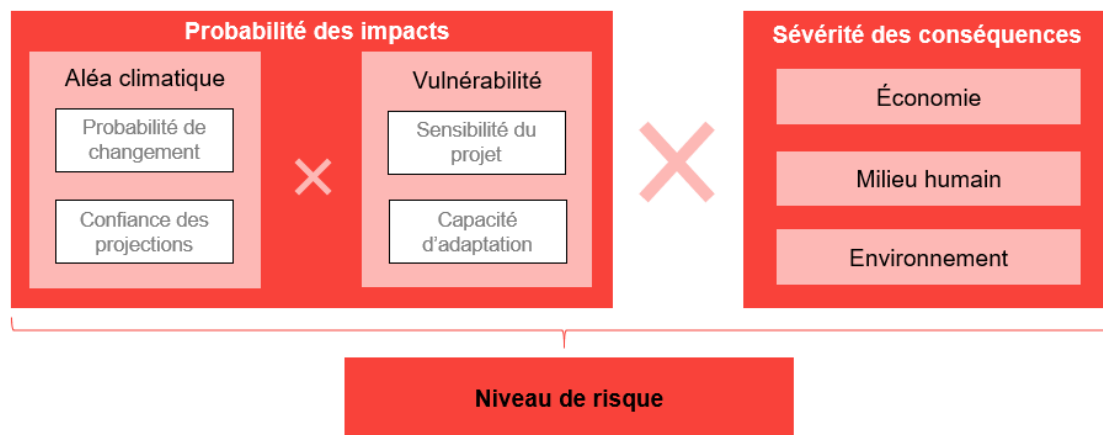


Figure 2 Cadre d'évaluation du risque selon le cinquième rapport du GIEC

Source : basé sur GIEC (2014)

L'échelle utilisée pour évaluer les aléas climatiques, la sensibilité, la capacité d'adaptation et la vulnérabilité comporte cinq niveaux. Ceux-ci correspondent à la terminologie décrite dans le Tableau 1. La probabilité de changement des aléas climatiques est pondérée par un niveau de confiance envers les jeux de données utilisés pour construire les projections climatiques. Le niveau de confiance est évalué par le jugement professionnel de nos experts qui se basent sur différents critères (ex. : résolution spatiotemporelle des projections climatiques utilisées, applicabilité des techniques de modélisation pour représenter un indicateur, etc.) :

- Si la confiance est considérée moyenne, une pénalité de -0,5 est appliquée;
- Dans le cas où la confiance est faible, la pénalité appliquée est de -1.

Cette pondération permet de prendre en compte les faux « positifs » et les faux « négatifs » des tendances climatiques futures reconnues. En d'autres termes, un changement marqué des conditions climatiques identifiées par un jeu de données peu fiable est à considérer avec prudence. Au contraire, lorsqu'un jeu de données est très fiable, un changement non significatif ne devrait pas être sous-estimé.

Tableau 1 Grille d'évaluation complète de l'analyse des risques climatiques

| Niveau | Caractérisation de l'aléa | | Évaluation de la vulnérabilité | | Sévérité des conséquences | Risque |
|-------------------|---|---|--|---|---|---|
| | Probabilité | Confiance | Sensibilité | Capacité d'adaptation | | |
| 1 | Très basse | Faible (-1) | Très basse | Très haute | Très faible | Négligeable |
| | <ul style="list-style-type: none"> Ne se produira pas durant la période Ne deviendra pas critique/bénéfique durant la période | <ul style="list-style-type: none"> La source des données présente certains défauts et les projections ont des incertitudes relativement grandes. | <ul style="list-style-type: none"> Les probabilités que le projet soit affecté par l'aléa sont minimales. | <ul style="list-style-type: none"> Les mesures d'adaptation sont très facilement mises en place et efficaces. | <ul style="list-style-type: none"> Pourrait légèrement affecter ou non la qualité de vie des personnes Pourrait causer des impacts limités en intensité | <ul style="list-style-type: none"> Événement ne requérant pas de considération supplémentaire |
| 2 | Basse | <ul style="list-style-type: none"> Les résultats proviennent de la littérature scientifique et les marges d'incertitudes ne sont pas spécifiées. | Basse | Haute | Faible | Faible |
| | <ul style="list-style-type: none"> Survendra probablement une fois entre 30 et 50 ans Deviendra probablement critique d'ici 30-50 ans | | <ul style="list-style-type: none"> Faible probabilité que les composantes principales ou secondaires du projet soient affectées | <ul style="list-style-type: none"> Les mesures d'adaptation sont facilement mises en place et efficaces. | <ul style="list-style-type: none"> Pourrait affecter la qualité de vie de façon temporaire Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux localisés et réversibles | <ul style="list-style-type: none"> Mesures de contrôle probablement non requises |
| 3 | Modérée | Moyenne (-0,5) | Modérée | Modérée | Moyenne | Modéré |
| | <ul style="list-style-type: none"> Survendra probablement entre 10 et 30 ans Deviendra probablement critique d'ici 10 à 30 ans | <ul style="list-style-type: none"> La source des données est fiable mais les projections ont des incertitudes relativement grandes. | <ul style="list-style-type: none"> Faible probabilité que les composantes principales ou secondaires du projet soient affectées | <ul style="list-style-type: none"> Le coût et le temps de mise en place des mesures ou leur efficacité rend leur implantation questionnable. | <ul style="list-style-type: none"> Pourrait affecter la qualité de vie de manière prolongée Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux importants, mais réversibles | <ul style="list-style-type: none"> Certaines mesures de contrôle sont requises pour réduire le niveau de risque. |
| 4 | Haute | <ul style="list-style-type: none"> La source des données présente certains défauts, mais les projections ont des incertitudes relativement petites. Les résultats proviennent directement de la littérature scientifique. | Haute | Basse | Élevée | Élevé |
| | <ul style="list-style-type: none"> Survendra probablement une fois d'ici 10 ans Deviendra probablement critique d'ici 10 ans | | <ul style="list-style-type: none"> Il y a de fortes probabilités que le projet sera directement affecté par l'aléa. | <ul style="list-style-type: none"> La mise en place des mesures d'adaptation est longue et peu efficace. Le coût de mise en place des mesures d'adaptation est similaire à la valeur du projet. | <ul style="list-style-type: none"> Pourrait affecter significativement et irrémédiablement la qualité de vie des personnes Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux irréversibles sur la durée de vie du projet | <ul style="list-style-type: none"> Mesures de contrôle requises en priorité |
| 5 | Très haute | Élevée (-0) | Très haute | Très basse | Très élevée | Extrême |
| | <ul style="list-style-type: none"> Survendra probablement une fois annuellement ou plus Deviendra un facteur critique/bénéfique d'ici moins de 10 ans | <ul style="list-style-type: none"> La source des données est fiable. Ensemble de modèle climatique de bonne taille Les projections ont des incertitudes relativement faibles. | <ul style="list-style-type: none"> Il y a de très fortes probabilités que le projet sera directement affecté par l'aléa. | <ul style="list-style-type: none"> Les mesures d'adaptation sont inexistantes. Le coût de mise en place des mesures d'adaptation dépasse la valeur du projet. | <ul style="list-style-type: none"> Pourrait mener à des décès (directs ou non) Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux majeurs et irréversibles pour la société | <ul style="list-style-type: none"> Mesures de contrôle immédiates requises |
| Occasion à saisir | Selon les catégories ci-dessus | Selon les catégories ci-dessus | Selon les catégories ci-dessus | Selon les catégories ci-dessus | Positive | Occasion |
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> Gain en qualité de vie Occasion économique ou environnementale | <ul style="list-style-type: none"> Mesures pour saisir l'occasion recommandée |

Source : basé sur Infrastructure Canada (2019), puis adapté et complété par WSP

Les impacts potentiels sont priorisés selon l'échelle de vulnérabilité obtenue par le croisement de la sensibilité et de la capacité d'adaptation des composantes du projet (Tableau 2). Une notion d'occasion a également été incluse, permettant de considérer toute conséquence positive causée par les changements climatiques. Cette notion est complétée par la notion de « risque positif » qu'elle entraîne dans l'évaluation détaillée à l'Annexe A.

Tableau 2 Matrice d'évaluation de la vulnérabilité

| Vulnérabilité | | Échelle de sensibilité | | | | |
|----------------------------------|------------|------------------------|------------|---------|---------|-------------|
| | | Très basse | Basse | Modérée | Haute | Très haute |
| Échelle de capacité d'adaptation | Très basse | Très basse | Basse | Modérée | Élevée | Très élevée |
| | Basse | Très basse | Basse | Modérée | Élevée | Élevée |
| | Modérée | Très basse | Basse | Basse | Modérée | Élevée |
| | Haute | Très basse | Très basse | Basse | Modérée | Modérée |
| | Très haute | Très basse | Très basse | Basse | Basse | Modérée |

Source : basé sur GIEC (2014), adapté par WSP

La probabilité de l'impact potentiel, la sévérité des conséquences et le niveau de risque sont aussi évalués selon une échelle à cinq niveaux. La probabilité de l'impact potentiel est le résultat du croisement de la probabilité de changement de l'aléa climatique avec le niveau de vulnérabilité du projet (Tableau 3).

Tableau 3 Matrice d'évaluation de la probabilité des impacts potentiels

| Probabilité de l'impact potentiel | | Échelle de vulnérabilité | | | | |
|--|------------|--------------------------|------------|---------|------------|------------|
| | | Très basse | Basse | Modérée | Haute | Très haute |
| Échelle de changement de l'aléa climatique | Très haute | Basse | Modérée | Haute | Très haute | Très haute |
| | Haute | Basse | Modérée | Haute | Haute | Très haute |
| | Modérée | Basse | Basse | Modérée | Haute | Haute |
| | Basse | Très basse | Basse | Basse | Modérée | Modérée |
| | Très basse | Très basse | Très basse | Basse | Basse | Modérée |

Les différentes catégories du niveau de conséquences et de risques proviennent également des lignes directrices de l'Optique des changements climatiques (deux dernières colonnes du Tableau 1). Une notion d'occasion a également été incluse, permettant de considérer toute conséquence positive causée par les changements climatiques. Cette notion est complétée par la notion de « risque positif » qu'elle entraîne. La sévérité des conséquences est systématiquement évaluée selon un point de vue économique, social et environnemental (voir Annexe A pour une description détaillée de l'échelle utilisée pour chaque secteur). Selon le pointage de probabilité des impacts et de sévérité des conséquences, chaque risque a été placé dans une matrice d'évaluation permettant d'évaluer son niveau général (Tableau 4 et dernière colonne du Tableau 1).

Tableau 4 Matrice d'évaluation des risques climatiques

| Niveau de risque | | Sévérité des conséquences | | | | |
|-------------------------|------------|---------------------------|-------------|---------|---------|-------------|
| | | Très faible | Faible | Moyenne | Élevée | Très élevée |
| Probabilité de l'impact | Très haute | Faible | Modéré | Élevé | Extrême | Extrême |
| | Haute | Faible | Modéré | Élevé | Élevé | Extrême |
| | Modérée | Faible | Faible | Modéré | Élevé | Élevé |
| | Basse | Négligeable | Faible | Faible | Modéré | Modéré |
| | Très basse | Négligeable | Négligeable | Faible | Faible | Modéré |

Les risques sont alors priorisés par un code de couleur :

- Vert : risque négligeable.
- Jaune : risque faible.
- Orange clair : risque modéré. Cela ne remet pas en question la faisabilité ou la vitalité du projet, mais des coûts supplémentaires et des actions pourraient être nécessaires pour remédier à la situation.
- Orange foncé : risque élevé. Des actions de plus grande ampleur pourraient devoir être entreprises pour remédier à la situation. Cela pourrait, dans certains cas, affecter la rentabilité ou encore la faisabilité d'un projet; des impacts significatifs sur le milieu naturel et humain sont à prévoir.
- Rouge : risque extrême. La faisabilité ou la vitalité d'un projet peut être remise en question. Cela s'applique également aux événements où le risque pour la protection de l'environnement est grand (contamination, déversements, pollution des cours d'eau, etc.) et pourrait avoir des impacts à long terme sur le milieu naturel et humain.
- Bleu : risque « positif » ou occasion à saisir. Les changements climatiques peuvent également avoir un effet bénéfique. Une saison hivernale moins neigeuse pourrait par exemple avoir des avantages pour des conditions routières plus favorables.

3 RÉSULTATS

3.1 PROJECTIONS CLIMATIQUES DES ALÉAS RETENUS

Pour chaque aléa climatique retenu au chapitre 4, l'évolution de plusieurs indicateurs est analysée selon le scénario « fort » et le scénario « faible » pour un horizon à long terme (voir le Tableau 4 pour l'intervalle retenu selon l'outil utilisé). Les indicateurs sélectionnés tendent à donner une représentation objective de l'évolution de la fréquence et de l'intensité de l'aléa climatique en question lorsque leurs tendances sont prises en compte simultanément. Cette section illustre à quel point la probabilité de chaque aléa évoluera. La probabilité d'observer la tendance projetée pour un aléa donné correspond à la probabilité moyenne d'observer un changement dans les indicateurs climatiques associés à cet aléa. Plus la tendance des indicateurs pris en considération est marquée, plus l'augmentation du pointage de probabilité sera marquée par rapport à la situation actuelle. Le Tableau 5 présente la probabilité d'occurrence des différents aléas.

Tableau 5 Probabilité d'observer la tendance indiquée pour les différents aléas climatiques

| Aléa | Indicateur climatique (pointage de probabilité) | Tendance | Pointage de probabilité moyen (sur 5)* |
|--|---|----------|--|
| Inondations fluviales et érosion des berges | <ul style="list-style-type: none"> – Débit journalier maximal printanier (1) – Débit maximal annuel (3) – Tendance historique des crues centenaires (4) | ↑ | 2,7 – Modérée |
| Étiages | <ul style="list-style-type: none"> – Augmentation de la variabilité interannuelle dans les débits de rivière (3) | ↑ | 3 – Modérée |
| Allongement de la saison estivale | <ul style="list-style-type: none"> – Température annuelle moyenne (5) – Nombre annuel de jours très chauds (5) | ↑ | 5 – Très haute |
| Canicules et températures extrêmes | <ul style="list-style-type: none"> – Température maximale moyenne en été (5) – Nombre annuel de jours très chauds (5) – Nombre annuel de vagues de chaleur (5) – Durée moyenne des vagues de chaleur (4) | ↑ | 4,8 – Très haute |
| Sécheresse | <ul style="list-style-type: none"> – Nombre annuel de jours très chauds (5) – Précipitations estivales moyennes (1) – Durée moyenne des vagues de chaleurs (4) | ↑ | 3,7 – Haute |
| Tempêtes de neige et conditions hivernales changeantes | <ul style="list-style-type: none"> – Précipitations hivernales moyennes (3) – Nombre annuel de jours de gel (5) – Nombre annuel de jours recevant plus de 20 mm de précipitations (4) – Précipitations maximales journalières, période de retour de 100 ans (4) | ↑ ↓ | 4,0 – Haute [#] |
| Précipitations extrêmes | <ul style="list-style-type: none"> – Nombre de jours recevant plus de 20 mm de précipitations (4) – Précipitations maximales journalières, période de retour de 100 ans (4) | ↑ | 4,0 – Haute |
| Épisodes de pluie verglaçante | <ul style="list-style-type: none"> – Précipitations hivernales minimales (3) – Nombre annuel de jours de pluie verglaçante (2) – Température hivernale moyenne (5) | ↑ | 3,3 – Modérée |
| Redoux et cycles de gel-dégel | <ul style="list-style-type: none"> – Température hivernale minimale (5) – Nombre de cycles gel-dégel annuels (1) – Nombre de cycles gel-dégel hivernaux (3) | ↑ | 3 – Modérée |
| Profondeur du gel | <ul style="list-style-type: none"> – Température hivernale minimale (5) – Jours très froids (5) – Jours d'hiver (5) – Jours de gel (5) | ↓ | 5 – Très haute |

*Le code couleur correspond à celui qui est défini dans le Tableau 1.

[#]Ce pointage est à considérer prudemment, puisque l'aléa est influencé par des tendances ayant des effets contraires. Les indicateurs de précipitations sont en hausse et les indicateurs de température sont en baisse.

De façon générale, les aléas principalement associés à la hausse des températures sont ceux avec le pointage de probabilité le plus important. Les aléas associés aux précipitations affichent une forte probabilité également. Or la confiance dans les données utilisées est inférieure due à une plus grande incertitude dans les projections climatiques des précipitations. La confiance est notamment faible pour les projections associées aux pluies verglaçantes, puisqu'elles sont basées sur des articles scientifiques à plus grande échelle.

3.2 COMPOSANTES VULNÉRABLES DU PROJET ET IMPACTS POTENTIELS

Le Tableau 6 présente les 24 impacts potentiels associés aux aléas climatiques identifiés sur le projet en tenant compte des trois aspects généraux suivants :

- Les **personnes** (travailleurs et habitants) :
 - Les déplacements nécessaires;
 - La perte de la qualité de vie;
 - La santé et la sécurité.
- L'**économie** :
 - La construction, les opérations et la restauration du site;
 - L'intégrité ou les dommages aux infrastructures;
 - Les impacts financiers pour le promoteur.
- L'**environnement** :
 - Qualité de l'air;
 - Qualité de l'eau;
 - Qualité des sols;
 - Protection des écosystèmes.

L'identification de ces impacts s'inspire de la synthèse du MTQ sur les impacts anticipés des changements climatiques (MTQ, 2018) et des études de résilience climatique complétées par WSP pour divers projets d'infrastructure au travers de la province. Le pointage de probabilité de changement des aléas causant l'impact en question correspondra à la valeur maximale du pointage des aléas concernés dans le but d'éviter de sous-estimer le niveau de risque.

Tableau 6 Liste des impacts potentiels avec mention des aléas climatiques et de la phase du projet

| Impact potentiel | Inondations fluviales et érosion des berges | Étiages | ↑ de la saison estivale | Canicules et T° extrêmes | Sècheresse des sols | Conditions hivernales | Précipitations extrêmes | Verglas | Redoux et cycles gel/dégel | Profondeur du gel |
|---|---|---------|-------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|---------|----------------------------|-------------------|
| Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes de température | | | | C | | | | | | |
| Augmentation du nombre d'incidents sur le lieu de travail | | | | | | C | C | C | | |
| Perte de productivité au travail | | | | C | | | C | | | |
| Vieillesse prématurée des structures et de la chaussée dû aux cycles gel-dégel | | | | | | | | | E | |
| Réduction de la durée de vie des chaussées causée par les précipitations extrêmes | | | | | | | E | | | |
| Modification des restrictions et des contraintes à la circulation lourde | | | | | | | E | | | |
| Sécurité des usagers de la route compromise lors des conditions de conduite difficiles | | | | | | E | E | E | | |
| Érosion accélérée des remblais | | | | | | | E | | | |
| Insuffisance du drainage de la route | | | | | | | E | | | |
| Dilatation thermique de la structure du pont | | | | E | | | | | | |
| Affaiblissement et déformation des sols lorsque saturés | | | | | | | E | | | |
| Dégâts sur les équipements électriques | | | | | | | | CE | | |
| Dégâts sur les équipements électriques exposés aux inondations pluviales | | | | | | | CE | | | |
| Augmentation de la concentration de poussières dans la basse atmosphère | | | | CE | CE | | | | | |
| Affouillement des fondations de pont | E | | | | | | E | | | |
| Augmentation de la teneur en eau de la chaussée, ce qui diminue la résistance des matériaux de fondation aux déformations permanentes | | | | | | | | | E | |
| Dégradation de l'enrobé lors des redoux hivernaux et diminution de la durée de vie des ouvrages | | | | | | | | | E | |
| Écaillage des surfaces, fissuration et tassement différentiel des sols | | | | | | | | | E | |
| Structures et approches du pont inaccessibles lors des inondations, affectant l'accès au pont et interrompant la construction. | CE | | | | | | | | | |
| Interruption des travaux lors de périodes d'étiage. | | C | | | | | | | | |
| Saison avec conditions favorables pour la construction et l'exploitation plus longue | | | CE | | | | | | | |
| Diminution de la profondeur de gel dans la structure | | | | | | | | | | E |
| Réduction des activités d'entretien hivernales et des apports en abrasif sur les routes ¹ | | | | | | | | | E | |

C = construction; E = exploitation. Rouge = risque; Bleu = occasion à saisir.

¹ Selon Ouranos, la compréhension des conditions météorologiques propices à la formation du verglas a beaucoup progressé, mais il est impossible de conclure si le nombre, la durée et/ou l'intensité des épisodes de verglas changeront au Québec dans les décennies à venir. Actuellement, pour la plupart des modèles climatiques, il n'est pas encore possible de faire des projections de verglas puisque des conditions météorologiques particulières doivent être réunies. Par conséquent, les impacts potentiels décrits ci-haut ne prennent pas en considération une augmentation possible du nombre, de la durée et/ou de l'intensité des épisodes de verglas (Ouranos, 2014 dans MTQ, 2018).

3.3 ÉTUDE DE VULNÉRABILITÉ ET PROBABILITÉ DES IMPACTS

Selon le cadre de référence du GIEC (2014), la **vulnérabilité** est le produit de la sensibilité des enjeux aux aléas climatiques et de leur capacité d'adaptation. La **sensibilité** dépend de la possibilité qu'un aléa climatique soit d'une ampleur suffisante pour causer une interaction avec au moins une des composantes de l'infrastructure ou une des activités.

La **capacité d'adaptation** est la capacité d'un projet à s'adapter aux changements climatiques pour atténuer les dommages potentiels, pour tirer profit des occasions à saisir ou pour faire face aux impacts les plus conséquents. La capacité d'adaptation peut réduire la vulnérabilité d'un projet à un impact potentiel et plusieurs composantes de la conception possèdent déjà un certain niveau de capacité d'adaptation.

La **probabilité des impacts** est obtenue en croisant la probabilité de changement des aléas climatiques concernés avec la vulnérabilité du projet à l'impact en question. Le Tableau 7 présente le pointage de vulnérabilité de chaque impact potentiel ainsi que la probabilité d'occurrence de cet impact. Seuls les impacts avec une probabilité d'occurrence modérée ou plus élevée sont retenus pour l'analyse des risques climatiques. 16 impacts potentiels sont retenus pour l'analyse des risques.

Tableau 7 Pointage de vulnérabilité et de probabilité des impacts

| ID | Impact potentiel (gris : impacts exclus de l'analyse des risques) | Pointage de vulnérabilité | Probabilité des impacts |
|----|---|---------------------------|-------------------------|
| 1 | Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes de température | Basse | Modérée |
| 2 | Augmentation du nombre d'incidents sur le lieu de travail | Basse | Modérée |
| 3 | Perte de productivité au travail | Basse | Modérée |
| 4 | Vieillesse prématurée des structures et de la chaussée dû aux cycles de gel-dégel | Haute | Haute |
| 5 | Réduction de la durée de vie des chaussées causée par les précipitations extrêmes | Haute | Haute |
| 6 | Modification des restrictions et des contraintes à la circulation lourde | Modérée | Haute |
| 7 | Sécurité des usagers de la route compromise lors des conditions de conduite difficiles | Basse | Modérée |
| 8 | Érosion accélérée des remblais | Très basse | Basse |
| 9 | Insuffisance du drainage de la route | Modérée | Haute |
| 10 | Dilatation thermique de la structure du pont | Basse | Modérée |
| 11 | Affaiblissement et déformation des sols lorsque saturés | Modérée | Haute |
| 12 | Dégâts sur les équipements électriques | Très basse | Basse |
| 13 | Dégâts sur les équipements électriques exposés aux inondations pluviales | Très basse | Basse |
| 14 | Augmentation de la concentration de poussières dans la basse atmosphère | Très basse | Basse |
| 15 | Affouillement des fondations de pont | Très basse | Basse |
| 16 | Augmentation de la teneur en eau de la chaussée, ce qui diminue la résistance des matériaux de fondation aux déformations permanentes | Haute | Haute |
| 17 | Dégradation de l'enrobé lors des redoux hivernaux et diminution de la durée de vie des ouvrages | Haute | Haute |

| ID | Impact potentiel (gras : impacts exclus de l'analyse des risques) | Pointage de vulnérabilité | Probabilité des impacts |
|----|---|---------------------------|-------------------------|
| 18 | Écaillage des surfaces, fissuration et tassement différentiel des sols | Haute | Haute |
| 19 | Structures et approches du pont inaccessibles lors des inondations, affectant l'accès au pont et interrompant la construction. | Très basse | Basse |
| 20 | Interruption des travaux lors de périodes d'étiage. | Très basse | Basse |
| 21 | Saison avec conditions favorables pour la construction et l'exploitation plus longue | Basse | Modérée |
| 22 | Diminution de la profondeur de gel dans la structure | Modérée | Haute |
| 23 | Réduction des activités d'entretien hivernales et des apports en abrasif sur les routes | Basse | Basse |

3.4 ÉTUDE DE LA SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES ET ÉVALUATION DES RISQUES

La notion de risque représente des pertes potentielles humaines, des cas de blessures ou des dommages (voire des destructions) d'actifs que pourraient subir un système, une société ou une communauté au cours d'une période spécifique, déterminée de manière probabiliste en fonction du danger, de l'exposition, de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation. Les risques liés au climat et aux conditions météorologiques ont été identifiés en examinant la documentation disponible et pertinente sur le projet et en se basant sur l'avis d'experts et l'expérience acquise lors de projets similaires passés. En d'autres termes, le risque est le produit de la **probabilité** et de la **sévérité** des impacts. En tant que tel, il s'agit du risque climatique et météorologique qui existe avant d'envisager tout type de résilience ou de mesures d'atténuation qui ne sont pas encore prévues lors de la construction et des opérations du projet.

La sévérité est évaluée selon trois axes : économique, social et environnemental. La sévérité de l'impact en question est alors la sévérité maximum des trois axes, dans le but de garder une approche conservatrice et de ne pas écarter certains risques de façon erronée. Le Tableau 8 donne les pointages correspondants de la probabilité et de la sévérité des impacts, ainsi que le pointage de risque. L'évaluation détaillée et la justification des pointages de sévérité sont présentées dans le registre des risques (Annexe A).

Tableau 8 Pointage de probabilité des impacts, de sévérité des conséquences et valeur du risque associé aux impacts potentiels retenus

| ID | Impact potentiel (gras : impacts exclus de l'analyse des risques) | Probabilité des impacts | Sévérité des conséquences | Risque |
|----|---|-------------------------|---------------------------|--------|
| 1 | Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes de température | Modérée | Faible | Faible |
| 2 | Augmentation du nombre d'incidents sur le lieu de travail | Modérée | Élevé | Élevé |
| 3 | Perte de productivité au travail | Modérée | Moyenne | Modéré |
| 4 | Vieillesse prématurée des structures et de la chaussée dû aux cycles de gel-dégel | Haute | Faible | Modéré |
| 5 | Réduction de la durée de vie des chaussées causé par les précipitations extrêmes | Haute | Faible | Modéré |
| 6 | Modification des restrictions et des contraintes à la circulation lourde | Haute | Faible | Faible |

| ID | Impact potentiel (gras : impacts exclus de l'analyse des risques) | Probabilité des impacts | Sévérité des conséquences | Risque |
|----|---|-------------------------|---------------------------|----------|
| 7 | Sécurité des usagers de la route compromise lors des conditions de conduite difficiles | Modérée | Très élevée | Élevé |
| 11 | Insuffisance du drainage de la route | Haute | Faible | Modéré |
| 12 | Dilatation thermique de la structure du pont | Modérée | Faible | Faible |
| 13 | Affaiblissement et déformation des sols lorsque saturés | Haute | Faible | Modéré |
| 18 | Augmentation de la teneur en eau de la chaussée, ce qui diminue la résistance des matériaux de fondation aux déformations permanentes | Haute | Faible | Modéré |
| 19 | Dégradation de l'enrobé lors des redoux hivernaux et diminution de la durée de vie des ouvrages | Haute | Faible | Modéré |
| 20 | Écaillage des surfaces, fissuration et tassement différentiel des sols | Haute | Moyenne | Élevé |
| 23 | Saison avec conditions favorables pour la construction et l'exploitation plus longue | Modérée | Impact positif | Occasion |
| 24 | Diminution de la profondeur de gel dans la structure | Haute | Impact positif | Occasion |

De ces pointages, le niveau de risque lié à chaque impact peut être identifié. Des 23 impacts mentionnés, 11 ont un niveau de risques moyen ou élevé. **Toutefois, les risques élevés peuvent facilement être atténués par des contrôles réguliers et des mesures faciles à mettre en place.**

3.5 MESURES DE CONTRÔLE ET D'ADAPTATION

Le niveau de risque identifié dans la section précédente ne prend pas en compte toutes les mesures d'adaptation et d'atténuation qui pourraient ou seront mises en œuvre pendant la construction et les opérations d'entretien du pont. En effet, certaines mesures pourraient potentiellement permettre au niveau de risque de diminuer de manière significative. Un ensemble de mesures potentielles ayant une influence sur les risques modérés et élevés sont énumérées au Tableau 9.

Tableau 9 Recommandations pour atténuer les risques associés aux impacts potentiels

| Impact potentiel | Mesures | Niveau de risque initial | Niveau de risque résiduel |
|---|---|--------------------------|---------------------------|
| Augmentation du nombre d'accidents de travail | — Maintien et mise en place des mesures de prévention et de sensibilisation soutenues aux employés liées à leur santé et leur sécurité (ex. ajouter des points de ravitaillement en eau, dans des glacières réfrigérées, ajouter des abris à l'ombre quand la zone de travail est loin des roulottes) | Élevé | Faible |
| Perte de productivité au travail | — Amélioration du plan particulier d'intervention en cas de vagues de chaleur ou d'autres conditions climatiques extrêmes — Investissement dans des mesures de sensibilisation et de formation sur les enjeux climatiques pour les travailleurs | Modéré | Faible |

| Impact potentiel | Mesures | Niveau de risque initial | Niveau de risque résiduel |
|---|---|--------------------------|---------------------------|
| <p>Vieillessement prématuré des structures et de la chaussée dû aux cycles de gel-dégel</p> <p>Réduction de la durée de vie des chaussées due aux précipitations extrêmes</p> | <ul style="list-style-type: none"> Sélectionner des matériaux avec un faible taux d'absorption d'eau et une bonne résistance aux cycles de gel-dégel en fonction de la disponibilité des données et de l'évolution des connaissances Application des méthodologies rigoureuses en gestion d'actifs du MTQ visant à inspecter les ouvrages à fréquence régulière afin de détecter les défauts et agir conséquemment. | Modéré | Faible |
| Sécurité des usagers de la route compromise lors des conditions de conduite difficiles | <ul style="list-style-type: none"> Prendre en considération cet impact dans le plan de mesure d'urgence du pont (communication via le 511, augmentation du nombre de patrouilleurs et de contrôles routiers, etc.) | Élevé | Modéré |
| Insuffisance du drainage de la route | <ul style="list-style-type: none"> Assurer une veille technologique afin de valider que la gestion du drainage respecte les bonnes pratiques en matière d'adaptation aux changements climatiques. | Modéré | Faible |
| Affaiblissement et déformation des sols lorsque saturés | <ul style="list-style-type: none"> Valider avec des spécialistes en géotechnique la pertinence d'évaluer la capacité portante des argiles présentes sur le site | Modéré | Faible |
| Augmentation de la teneur en eau de la chaussée, ce qui diminue la résistance des matériaux de fondation aux déformations permanentes | <ul style="list-style-type: none"> Sélectionner des matériaux avec une forte résistance à la déformation Intégrer les coûts des dommages associés aux changements climatiques aux courbes de dégradation de l'infrastructure pour une meilleure gestion des actifs | Modéré | Faible |
| Dégradation de l'enrobé lors des redoux hivernaux et diminution de la durée de vie des ouvrages | <ul style="list-style-type: none"> Évaluer la possibilité d'intégrer les coûts des dommages associés aux changements climatiques aux courbes de dégradation des chaussées pour une meilleure gestion des actifs | Modéré | Faible |
| Écaillage des surfaces de béton, fissuration et tassement différentiel des sols | <ul style="list-style-type: none"> Sélectionner des matériaux avec un faible taux d'absorption d'eau et une bonne résistance aux cycles de gel-dégel | Élevé | Faible |

Les risques dont le niveau est faible ou négligeable peuvent ne pas nécessiter de mesures spécifiques à court terme. Cependant, de manière générale, WSP conseille également de faire un suivi des tendances climatiques et des composantes du projet identifiées comme plus vulnérables pour s'assurer des bonnes conditions de construction du site et du bon fonctionnement des opérations prévues.

3.6 OCCASIONS À SAISIR

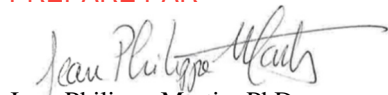
Bien que les discussions sur la résilience climatiques se concentrent souvent sur les impacts négatifs des changements climatiques, de nouvelles conditions climatiques peuvent également présenter de nouvelles occasions à saisir. Une brève analyse de ces occasions potentielles a pu montrer qu'elles étaient essentiellement associées au réchauffement hivernal et à l'allongement de la saison estivale :

- La saison donnant des conditions favorables à la construction serait plus longue;
- Une diminution de la profondeur du front de gel occasionnera des dommages moins fréquents à la chaussée;
- Des températures hivernales plus élevées pourrait diminuer les besoins d'entretien de la route, notamment l'épandage d'abrasifs.

4 RÉFÉRENCES

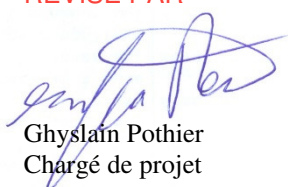
- GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT (GIEC). 2014. *Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32
- INFRASTRUCTURES CANADA. 2019. *Optique des changements climatiques – Lignes directrices générales*. En ligne : <https://www.infrastructure.gc.ca/pub/other-autre/cl-occ-fra.html> . Consulté le : 13 octobre 2020.
- MTQ – Ministère des Transports du Québec, de la mobilité durable et de l'électrification des transports du Québec, Direction de la sécurité civile. 2018 (Septembre). *Synthèse des impacts appréhendés des changements climatiques sur les infrastructures de transports et les services du Ministère*. 38 p.

PRÉPARÉ PAR



Jean-Philippe Martin, PhD
Spécialiste en changements climatiques

RÉVISÉ PAR



Ghyslain Pothier
Chargé de projet



ANNEXE A

Matrice de risques

WSP Canada Inc.
11e étage
1600, boulevard René-Lévesque Ouest
Montréal (Québec) H3H 1P9
Canada

T : +1-514-340-0046
F : +1-514-340-1337

wsp.com

| | | Aléas climatiques concernés | | | Vulnérabilité | | | | | Risque | | | | | | |
|----|---|---|---------------------------|-----------------|---------------|--|-----------------------|--|---------------|-------------------------|----------------------|---------|-------------|---------|--|--------|
| ID | Impacts potentiels | Aléas | Probabilité de changement | Tendance future | Sensibilité | | Capacité d'adaptation | | Vulnérabilité | Probabilité des impacts | Sévérité des impacts | | | Valeur | Justification | Risque |
| | | | Valeur | | Valeur | Justification | Valeur | Justification | | Valeur | Économie | Sociale | Env. | | | |
| 1 | Santé et vulnérabilité des travailleurs | Canicules | Très haute | ↑ | Modérée | Les travaux seront majoritairement concentrés durant la phase de construction qui s'échelonnera sur 5 à 6 ans. Dans les prochaines années, la probabilité d'observer des changements par rapport aux conditions actuelles sont plus faibles. D'autre part, l'impact des canicules sur la santé des travailleurs est déjà un enjeu compte tenu de la fréquence accrue des épisodes de chaleur accablante dans les dernières années. | Haute | Les travaux peuvent être déplacés pour ne pas avoir lieu pendant les heures les plus chaudes. Plusieurs autres moyens d'atténuation (quarts de travail réduits, pauses allongées, etc.) sont faciles à mettre en place. | Basse | Modérée | Faible | Faible | Très faible | Faible | En cas de personnel arrêté, un impact économique est à prévoir et la santé et la sécurité des employés touchés sont atteintes, quoique les conséquences devraient être mineures (p.ex. insolation) | Faible |
| 2 | Augmentation du nombre d'accidents sur le lieu de travail | Précipitations extrêmes Conditions hivernales Verglas | Haute | ↑ | Modérée | Les travaux sur chantiers extérieurs présentent déjà plusieurs risques en raison de la nature du travail qui pourra croître avec les conditions climatiques futures. | Haute | Il existe déjà de nombreux processus et normes de santé et sécurité au travail associés aux conditions météorologiques dangereuses pour les travaux sur chantier extérieur. | Basse | Modérée | Moyenne | Élevée | Très faible | Élevée | En fonction de la gravité des incidents, l'impact sur les travailleurs peut être sévère. Des pertes financières sont à prévoir si le personnel de remplacement n'est pas suffisant ou si les arrêts de travail nécessaires sont de longue durée. Davantage d'incidents peuvent mettre en péril le rendement de la construction et la livraison des infrastructures au temps prévu. | Élevé |
| 3 | Perte de productivité au travail | Canicules Précipitations extrêmes | Très haute | ↑ | Modérée | La construction des infrastructures de surface peut prendre du retard. Mais comme la construction se terminera dans les prochaines années, les périodes de fortes chaleurs ne seront pas significativement différentes que dans le passé récent. En revanche, le travail extérieur lié à l'entretien pourra être affecté par des vagues de chaleur de plus en plus intenses et fréquentes. | Haute | Jusqu'à un certain point, les horaires des travailleurs peuvent être arrangés pour les heures de la journée moins chaudes. Plusieurs autres moyens d'atténuation (quarts de travail réduits, pauses allongées, etc.) sont faciles à mettre en place. | Basse | Modérée | Moyenne | Faible | Très faible | Moyenne | La perte de productivité au travail forcerait la direction à instaurer des horaires décalés, des pauses plus fréquentes et à fournir l'équipement nécessaire aux travailleurs pour qu'ils puissent travailler dans de bonnes conditions. Des pertes monétaires et des retards seraient donc à prévoir. | Modéré |

| | | Aléas climatiques concernés | | | Vulnérabilité | | | | Risque | | | | | | | |
|----|---|---|---------------------------|-----------------|---------------|--|-----------------------|---|---------------|-------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|---|--------|
| ID | Impacts potentiels | Aléas | Probabilité de changement | Tendance future | Sensibilité | | Capacité d'adaptation | | Vulnérabilité | Probabilité des impacts | Sévérité des impacts | | | Valeur | Justification | Risque |
| | | | Valeur | | Valeur | Justification | Valeur | Justification | | Valeur | Économie | Sociale | Env. | | | |
| 4 | Vieillesse prématuré des structures de la chaussée | Redoux hivernaux et cycles gel-dégel | Modérée | ↑ | Haute | La chaussée est directement exposé agents climatiques. Les conditions climatiques du Sud du Québec sont déjà favorables à une dégradation accélérée des chaussées. | Basse | La réfection complète de la structure de la chaussée est coûteuse et entraverait la circulation sur un lien névralgique du réseau de transport de la CMM. | Haute | Haute | Faible | Faible | Très faible | Faible | Augmentation des coûts d'entretien et mécontentement de la part des usagers si la chaussée est en mauvais état. | Modéré |
| 5 | Réduction de la durée de vie de la chaussée | Précipitations extrêmes | Haute | ↑ | Haute | Selon Doré et al. (2014), l'augmentation des précipitations pourrait réduire la durée de vie des chaussées jusqu'à 32%. | Basse | La réfection complète de la structure de la chaussée est coûteuse et entraverait la circulation sur un lien névralgique du réseau de transport de la CMM. | Haute | Haute | Faible | Faible | Très faible | Faible | Augmentation des coûts d'entretien et mécontentement de la part des usagers si la chaussée est en mauvais état. | Modéré |
| 6 | Modifications des restrictions et des contraintes à la circulation lourde | Précipitations extrêmes | Haute | ↑ | Modérée | Le transit de marchandises par camion est importante sur l'axe routier de l'autoroute 40. | Basse | Si la conception originale ne tient pas compte des conditions climatiques futures, la mise à niveau sera coûteuse. | Modérée | Haute | Faible | Très faible | Très faible | Faible | Baisse de l'efficacité du transit des marchandises par camion, ce qui pourrait engendrer une augmentation des coûts et des délais supplémentaires dans les chaînes d'approvisionnement. | Faible |
| 7 | Sécurité des usagers de la route compromise | Précipitations extrêmes Verglas Conditions hivernales changeantes | Haute | ↑ | Modérée | Le PIT est un des ponts les plus achalandés du Québec. | Haute | Il est possible de fermer le pont, de réduire la limite de vitesse et d'endosser des abrasifs pour atténuer les impacts. | Basse | Modérée | Faible | Très élevée | Très faible | Très élevée | Des accidents de la route peuvent causer des décès. | Élevé |
| 8 | Diminution de la durée de vie des chaussées | Canicules | Très haute | ↑ | Haute | Lorsque les températures dépassent 32 °C, le ramollissement du bitume cause la formation d'ornières et le resuage. | Basse | La réfection complète de la structure de la chaussée est coûteuse et entraverait la circulation sur un lien névralgique du réseau de transport de la CMM. | Haute | Très haute | Faible | Faible | Très faible | Faible | Augmentation des coûts d'entretien et mécontentement de la part des usagers si la chaussée est en mauvais état. | Modéré |
| 9 | Érosion accélérée des remblais | Précipitations extrêmes | Haute | ↑ | Très basse | Il est prévu d'utiliser du 400-600 mm comme matériaux de remblai pour minimiser la présence de particules fines. | Modérée | Il est possible d'ajouter du remblai d'un calibre plus approprié dans les zones érodées, mais ceci engendre des coûts supplémentaires. | Très basse | Basse | | | | | | |
| 10 | Insuffisance du drainage de la route | Précipitations extrêmes | Haute | ↑ | Modérée | Drainage conçu sur une pluie de conception de 50 ans majorée de 20%. Or, certains modèles prévoient qu'une telle majoration pourrait être insuffisante. | Basse | La mise à niveau du drainage pourrait être coûteux et entraver la circulation sur un lien névralgique du réseau routier métropolitain. | Modérée | Haute | Très faible | Faible | Très faible | Faible | Congestion et mécontentement de la part des usagers. | Modéré |

| | | Aléas climatiques concernés | | | Vulnérabilité | | | | | Risque | | | | | | |
|----|--|-----------------------------|---------------------------|-----------------|---------------|--|-----------------------|---|---------------|-------------------------|----------------------|-------------|-------------|--------|-------------------------------------|--------|
| ID | Impacts potentiels | Aléas | Probabilité de changement | Tendance future | Sensibilité | | Capacité d'adaptation | | Vulnérabilité | Probabilité des impacts | Sévérité des impacts | | | Valeur | Justification | Risque |
| | | | Valeur | | Valeur | Justification | Valeur | Justification | | Valeur | Économie | Sociale | Env. | | | |
| 11 | Dilatation thermique de la structure du pont | Canicules | Très haute | ↑ | Basse | Comparativement à la différence historique entre les maxima et les minima de température annuelle, l'augmentation de quelques degrés de la température extrême estivale aura un impact mineur sur la dilatation de la structure. | Très basse | Ceci pourrait impliquer des rénovations et des coûts majeurs. | Basse | Modérée | Faible | Très faible | Très faible | Faible | Augmentation des coûts d'entretien. | Faible |
| 12 | Affaiblissement et déformation des sols lorsque saturés | Précipitations extrêmes | Haute | ↑ | Haute | La présence d'argile augmente la sensibilité du sol à la déformation. La sensibilité est haute puisque l'étude géotechnique ne caractérise pas la capacité portante ou la résistance au tassement des sédiments argileux. | Haute | Il y a moyen d'excaver et de remblayer autour des piles du pont. | Modérée | Haute | Faible | Très faible | Très faible | Faible | Augmentation des coûts d'entretien. | Modéré |
| 13 | Dégâts sur les équipements électriques liés au verglas | Verglas | Modérée | ↑ | Très basse | L'apport en électricité ne sera pas à ciel ouvert, ce qui signifie que les systèmes ne seront pas exposés au verglas. | Haute | Le remplacement de l'équipement électrique peut être effectué à coût raisonnable. | Très basse | Basse | | | | | | |
| 14 | Dégâts sur les équipements électriques exposés aux inondations pluviales | Précipitations extrêmes | Haute | ↑ | Très basse | L'apport en électricité ne sera pas à ciel ouvert, ce qui signifie que les systèmes ne seront pas exposés aux précipitations. | Haute | Le remplacement de l'équipement électrique peut être effectué à coût raisonnable. | Très basse | Basse | | | | | | |

| | | Aléas climatiques concernés | | | Vulnérabilité | | | | | Risque | | | | | | |
|----|---|--------------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------|--|-----------------------|--|---------------|-------------------------|----------------------|-------------|-------------|--------|---|--------|
| ID | Impacts potentiels | Aléas | Probabilité de changement | Tendance future | Sensibilité | | Capacité d'adaptation | | Vulnérabilité | Probabilité des impacts | Sévérité des impacts | | | Valeur | Justification | Risque |
| | | | Valeur | | Valeur | Justification | Valeur | Justification | | Valeur | Économie | Sociale | Env. | | | |
| 15 | Augmentation de la concentration de poussières dans la basse atmosphère | Sècheresses Canicules | Très haute | ↑ | Basse | Le PIT est entouré de milieux habités où les résidents seront exposés aux poussières lors de la construction. Mais comme la construction se terminera dans les prochaines années, les périodes de fortes chaleurs ne seront pas significativement différentes que dans le passé récent. Or, les modélisations préliminaires de la qualité de l'air en exploitation montrent des effets potentiels mineurs positifs (dans l'axe du pont) et mineurs négatifs (sur le chemin de Senneville). | Haute | Il existe des moyens de mitigation d'émission de particules fines et de poussières lors des travaux de construction ou d'entretien, bien que la mise en place de ces processus risquent d'augmenter les coûts et les délais. | Très basse | Basse | | | | | | |
| 16 | Affouillement des fondations de pont | Précipitations extrêmes | Haute | ↑ | Basse | Les piles du secteur Senneville sont les seules qui ne sont pas au fil de l'eau. Elles sont toutefois ancrées au roc et recouverte de plus de 4 m de sol, ce qui devrait limiter les risques d'affouillement. | Haute | Il y a moyen d'excaver et de remblayer autour des piles du pont. | Très basse | Basse | | | | | | |
| 17 | Augmentation de la teneur en eau de la chaussée lors des épisodes de redoux, ce qui diminue la résistance des matériaux de fondation aux déformations permanentes | Redoux hivernaux et cycles gel-dégel | Modérée | ↑ | Haute | La chaussée est directement exposée à agents climatiques. Les conditions climatiques du Sud du Québec sont déjà favorables à la déformation des chaussées. | Basse | La réfection complète de la structure de la chaussée est coûteuse et entraverait la circulation sur un lien névralgique du réseau de transport de la CMM. | Haute | Haute | Faible | Très faible | Faible | Faible | Augmentation des coûts d'entretien et lessivage des remblais dans le réseau hydrique. | Modéré |
| 18 | Ornièrage et fissuration lors des redoux hivernaux et diminution de la durée de vie des ouvrages | Redoux hivernaux et cycles gel-dégel | Modérée | ↑ | Haute | L'impact des cycles gel-dégel en hiver peut être de 4 à 6 fois plus important que lorsqu'ils surviennent au printemps. | Basse | La réfection complète de la structure de la chaussée est coûteuse et entraverait la circulation sur un lien névralgique du réseau de transport de la CMM. | Haute | Haute | Faible | Moyenne | Très faible | Faible | Un ornièrage de 12 mm peut causer des risques d'aquaplanage, ce qui peut engendrer des accidents de la route. | Élevé |

| | | Aléas climatiques concernés | | | Vulnérabilité | | | | | Risque | | | | | | |
|----|--|--------------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------|--|-----------------------|---|---------------|-------------------------|----------------------|-------------|----------------|----------------|--|----------|
| ID | Impacts potentiels | Aléas | Probabilité de changement | Tendance future | Sensibilité | | Capacité d'adaptation | | Vulnérabilité | Probabilité des impacts | Sévérité des impacts | | | Valeur | Justification | Risque |
| | | | Valeur | | Valeur | Justification | Valeur | Justification | | Valeur | Économie | Sociale | Env. | | | |
| 19 | Écaillage des surfaces, fissuration et tassement différentiel lors des cycles gel-dégel | Redoux hivernaux et cycles gel-dégel | Modérée | ↑ | Haute | La présence d'argile augmente la sensibilité au tassement des fondations. La sensibilité est haute puisque l'étude géotechnique ne caractérise pas la capacité portante ou la résistance au tassement des sédiments argileux. | Basse | La mise à niveau de la structure du pont lors de tassement serait dispendieuse et entraverait la circulation. | Haute | Haute | Moyenne | Faible | Très faible | Moyenne | Un tassement engendrerait des coûts de réparation importants et les travaux associés causeraient du mécontentement de la population. | Élevé |
| 20 | Structures et approches du pont inaccessibles lors des inondations, affectant l'accès au pont et interrompant la construction. | Inondations | Modérée | ↑ | Basse | Selon la cartographie des zones inondables la plus récente, le chemin de Senneville au Sud du PIT est plus élevé que la cote de crue centenaire. Dans un contexte d'augmentation de l'intensité des inondations, il demeure toutefois une possibilité que cette approche soit inondée lors d'évènements exceptionnels. | Haute | Seule une approche du PIT est à proximité d'une zone inondable. Le PIT resterait accessible avec des détours. | Très basse | Basse | | | | | | |
| 21 | Interruption des travaux lors des périodes d'étiage | Étiages | Modérée | ↑ | Basse | Les niveaux d'eau sont contrôlés en amont. | Modérée | Il est possible d'atténuer le risque en contrôlant les niveaux d'eau en amont. | Basse | Basse | | | | | | |
| 22 | Saison avec conditions favorables pour la construction et l'exploitation plus longue | Allongement de la saison estivale | Très haute | ↑ | Basse | La construction des infrastructures et les opérations peuvent se faire plus rapidement en cas de conditions plus clémentes, ce qui augmentera la flexibilité de l'exploitant. | Modérée | La mise en place d'un horaire plus efficace est facile à entreprendre, malgré que toutes les parties prenantes doivent incorporer les mêmes changements pour qu'ils soient utiles au rendement de l'exploitation. | Basse | Modérée | Impact positif | Très faible | Très faible | Impact positif | | Occasion |
| 23 | Diminution de la profondeur de gel dans la structure | Profondeur du gel | Très haute | ↓ | Haute | La diminution de la profondeur de gel occasionnera des dommages moins fréquents à la chaussée. | Haute | Il sera possible pour le MTQ de modifier son cycle d'investissement et d'entretien pour tenir compte de cette nouvelle réalité climatique. | Modérée | Haute | Impact positif | Très faible | Très faible | Impact positif | | Occasion |
| 24 | Réduction des activités d'entretien hivernales et des apports en abrasif sur les routes | Redoux hivernaux et cycles gel-dégel | Modérée | ↑ | Basse | Bien que la quantité totale de neige annuelle est projetée de diminuer, l'augmentation de la variabilité des conditions climatiques pourrait occasionner au contraire une augmentation des activités d'entretien. | Modérée | Il sera possible pour le MTQ de modifier son cycle d'investissement et d'entretien pour tenir compte de cette nouvelle réalité climatique, mais ceci risque d'engendrer des coûts supplémentaires. | Basse | Basse | Impact positif | Très faible | Impact positif | Impact positif | | Occasion |