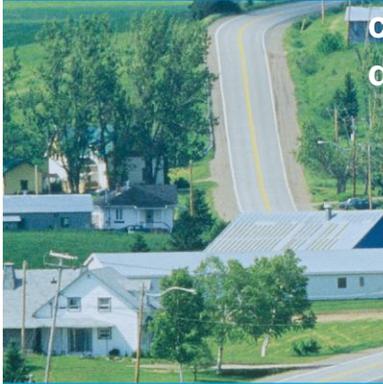


MINISTÈRE DES TRANSPORTS

PROJET DE RÉPARATION DU PONT CHARLES-DE GAULLE ENTRE MONTRÉAL ET TERREBONNE

Document réponse à la troisième série de questions et
commentaires (QC-03) du Ministère de l'Environnement et
de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)



OCTOBRE
2020



TABLE DES MATIÈRES

Table des matières

INTRODUCTION	4
INITIATEUR DU PROJET	5
1. QUESTIONS ET COMMENTAIRES CONCERNANT L'ADDENDA 2	6
QC-3.1.....	6
QC-3.2.....	18
QC-3.3.....	23
QC-3.4.....	24
2. QUESTIONS ET COMMENTAIRES CONCERNANT LE DOCUMENT COMPLÉMENTAIRE.....	26
QC-3.5.....	26
QC-3.6.....	26
QC-3.7.....	28
QC-3.8.....	29
QC-3.9.....	29
QC-3.10.....	30
QC-3.11.....	33
QC-3.12.....	42
QC-3.13.....	43
QC-3.14.....	51
QC-3.15.....	54
3. QUESTIONS ET COMMENTAIRES GÉNÉRAUX.....	55
QC-3.16.....	55
ANNEXE 1 - CARTES DES EMPIÈTEMENTS APPROXIMATIFS DES AMÉNAGEMENTS EN MILIEU HUMIDE ET HYDRIQUE.....	57
ANNEXE 2 - DOCUMENT SYNTHÈSE DES IMPACTS APPRÉHENDÉS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET LES SERVICES DU MINISTÈRE (MTQ, 2018)	60
ANNEXE 3 - LISTE DES ENGAGEMENTS À JOUR	101
ANNEXE 4 - EXTRAIT DU DEVIS 185 DES TRAVAUX DU PONT LE GARDEUR – GESTION DES SOLS CONTAMINÉS.....	103



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Sommaire des travaux en milieu humide et hydrique du pont Charles-De Gaulle.....	7
Tableau 2 : Scénario d'accès aux piles ayant le plus d'impact sur le milieu humide et hydrique ...	8
Tableau 3 : Superficie de la zone asséchée à l'intérieur des palplanches (incluant la surface des piles).....	12
Tableau 4 : Empiètement maximal des travaux en milieu humide et hydrique (MHH) en tenant compte d'un enrochement sous forme de tapis autour des semelles	16
Tableau 5 : Empiètement maximal des travaux en milieu humide et hydrique (MHH) en tenant compte d'un enrochement confiné dans des palplanches.....	17
Tableau 6: Quantité de sols et d'eau contaminée prévue et réelle pour le projet de réparation du pont Le Gardeur et leur site de disposition	22
Tableau 7 : Aléas naturels et variables climatiques pouvant affecter les déficiences observées au pont Charles-De Gaulle et les travaux permettant d'assurer la pérennité de la structure.....	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Accessibilité des éléments de fondation du pont Charles-De Gaulle lors des travaux projetés	7
Figure 2 : Positionnement proposé des palplanches autour des piles du pont Charles-De Gaulle	11
Figure 3: Schéma d'enrochement des semelles en forme de tapis prévu autour des semelles des piles 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11 du pont Charles-De Gaulle (Collections Normes - Ouvrages routiers du MTQ, Tome III – Ouvrages d'art, Chapitre 2 - Conception des ouvrages d'art, p.13).....	13
Figure 4 : Schéma d'enrochement des semelles confiné à l'intérieur des batardeaux prévu autour des semelles des piles 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11 du pont Charles-De Gaulle (croquis technique)	14
Figure 5: Schéma d'enrochement des semelles confiné à l'intérieur des batardeaux prévu autour des semelles des piles 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11 du pont Charles-De Gaulle (Collections Normes - Ouvrages routiers du MTQ, Tome III – Ouvrages d'art, Chapitre 2 - Conception des ouvrages d'art, p.14).....	14
Figure 6 : Échéancier global des travaux de réparation du pont Charles-De Gaulle sur une période de 3 ans.	25
Figure 7 : Drainage du tablier du pont Charles-De Gaulle.....	47
Figure 8 : Drainage des culées creuses du pont Charles-De Gaulle	48



INTRODUCTION

Le ministère des Transports (MTQ) entend procéder à la réparation du pont Charles-De Gaulle, situé au-dessus de la rivière des Prairies, dans l'axe de l'autoroute 40 entre Montréal et Terrebonne. Les investigations effectuées au cours des dernières années ont indiqué de l'affouillement et des défauts de matériaux sur les piles ainsi que quelques défauts supplémentaires sur d'autres composantes du pont pour lesquels des réparations sont requises.

Le 4 novembre 2015, le Ministère informait le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) de son intention d'interrompre temporairement la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement du présent projet. Ceci allait permettre au Ministère de mettre à jour l'avant-projet définitif (APD) pour tenir compte de nouveaux renseignements obtenus lors des plus récentes investigations.

Au moment de l'interruption de la procédure d'évaluation environnementale, le rapport principal de l'étude d'impact daté de février 2014 avait déjà fait l'objet de deux séries de questions pour lesquelles des réponses ont été fournies sous forme d'addenda en novembre 2014 et août 2015.

Afin de réactiver la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (PÉEIE), le MTQ a déposé, le 6 juin 2019, un document complémentaire présentant notamment certaines modifications au projet, la révision de certains engagements, ainsi que certaines informations liées au nouveau cadre légal. Durant la période où la PÉEIE était suspendue (novembre 2015 à juin 2019), de nombreux changements ont été faits au niveau du cadre légal, notamment concernant l'entrée en vigueur le 23 mars 2018 de la nouvelle Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) ainsi que le nouveau Règlement relatif à l'évaluation et à l'examen des impacts sur l'environnement de certains projets (RÉEIE). De plus, le 20 septembre 2018, le Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques (RCAMHH) est entré en vigueur.

En raison des éléments mentionnés précédemment, de même que le délai considérable qui s'est écoulé depuis le dépôt de l'étude d'impact en 2014, une troisième série de questions et commentaires a été jugée nécessaire par le MELCC. Les questions et commentaires qui suivent donnent suite au dépôt de l'addenda 2 en août 2015 et au document complémentaire déposé le 6 juin 2019, en plus de tenir compte du nouveau cadre légal mentionné plus tôt.

Le présent document est donc un document réponse du MTQ à la troisième série de questions et commentaires du MELCC. Tel que proposé par le MELCC, le document est divisé en trois parties: une première portant sur l'addenda 2 daté d'août 2015, une seconde portant sur le document complémentaire à l'étude d'impact sur l'environnement, daté de juin 2019 (ci-après document complémentaire) et une troisième sur des questions d'ordre générale



INITIATEUR DU PROJET

Ci-dessous, une mise à jour des coordonnées de l'initiateur du projet.

Ministère des Transports
Direction générale principale de la région métropolitaine de Montréal
Direction générale de la planification et de la gestion des infrastructures
500, boul. René-Lévesque Ouest, 3^e étage, C. P. 5
Montréal (Québec) H2Z 1W7
Téléphone : 514 873-7781
Télécopieur : 514 873-4353

Directeur général : Alexandre Debs, ing.
Courriel : alexandre.debs@transports.gouv.qc.ca

Chargé de projet : Brenda Salmón Rivera, biologiste, M. Env.
Courriel : brenda.salmon-rivera@transports.gouv.qc.ca



1. QUESTIONS ET COMMENTAIRES CONCERNANT L'ADDENDA 2

QC.3-1

Afin de tenir compte de l'ensemble des milieux humides et hydriques (MHH), incluant la rive, le littoral, plaine inondable, ainsi que les milieux humides, l'initiateur doit actualiser les réponses aux QC-3, 6, 8 ainsi que les cartes en annexes.

Réponse :

Travaux au niveau des piles

Vous trouverez à l'annexe 1 de ce document les cartes mises à jour avec l'information demandée. Elles présentent notamment l'empiètement des aménagements sur les milieux humides et hydriques. Les numéros de piles et d'axes ont été identifiés. Le présent document suivra cette numérotation.

Selon les données d'Aménatech (2013), la ligne des hautes eaux (LHE) se situe de la face nord de la pile 2 à la face sud de la pile 13. Par conséquent, le présent document considère que les piles 2 à 13 sont dans le littoral. En tenant compte une bande riveraine de 10 m à partir de la LHE (pente inférieure à 30%), les piles 1, 14 et 15 ainsi que les culées sont milieu terrestre. Les piles 8 à 13 sont dans la plaine inondable 0-20 ans. La délimitation des plaines inondables provient des données 2019 de la Communauté métropolitaine de Montréal. En tenant compte de la localisation des milieux humides des données de Canards illimités, la pile 12 toucherait une partie d'une eau peu profonde. La délimitation exacte des milieux humides dans la zone d'étude sera validée sur le terrain à l'étape de l'analyse environnementale du projet (voir réponse à la question 3.10).

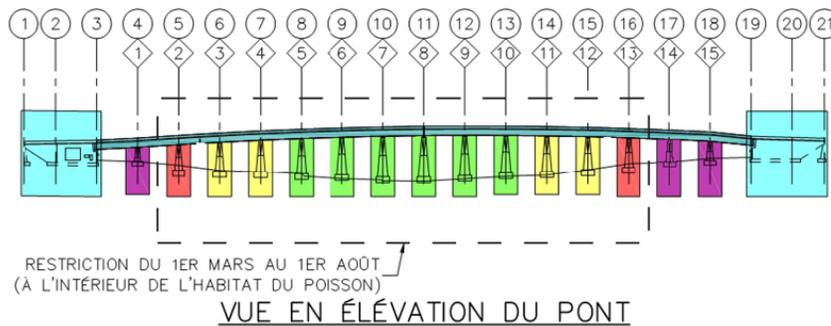
Le tableau 1 présente un sommaire des travaux qui seront effectués aux piles du pont Charles-De Gaulle et permet de localiser les piles dans le milieu humide et hydrique. Ceci permettra par la suite d'expliquer les accès ainsi que les empiètements temporaires et permanents.

Tableau 1 : Sommaire des travaux en milieu humide et hydrique du pont Charles-De Gaulle

Travaux	Piles	Localisation des piles en milieu humide et hydrique
Réparation des piles	1 à 15	Piles 2 à 13 dans le littoral Pile 12 toucherait une partie d'un milieu humide
Remplacement des plaques d'avant-bec	3 à 12	Piles 3 à 12 dans le littoral Pile 12 toucherait une partie d'un milieu humide
Réparation des semelles	9	Pile 9 dans le littoral
Enrochement des semelles	4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11	Toutes les piles sont dans le littoral

Accès aux piles

Tel que mentionné à la section 4.7 du Document complémentaire, les piles peuvent être accessibles au sol, par barge ou par l'aménagement de jetées selon la localisation des piles et le niveau de l'eau au moment des travaux (Figure 1).



MÉTHODE D'INTERVENTION	
<u>TRAVAUX À L'EXTÉRIEUR DES H.E.A.</u>	<u>TRAVAUX À L'INTÉRIEUR DES H.E.A.</u>
■ CULÉE (ACCÈS: AU SOL)	■ PILE (ACCÈS: AU SOL OU JETÉE / PROTECTION DES AIRES DE TRAVAUX: BATARDEAUX EN MATÉRIAUX GRANULAIRE)
■ PILE (ACCÈS: AU SOL / PROTECTION DES AIRES DE TRAVAUX: SANS BATARDEAU)	■ PILE (ACCÈS: JETÉE OU BARGE / PROTECTION DES AIRES DE TRAVAUX: PALPLANCHES)
	■ PILE (ACCÈS: BARGE / PROTECTION DES AIRES DE TRAVAUX: PALPLANCHES)

Figure 1 : Accessibilité des éléments de fondation du pont Charles-De Gaulle lors des travaux projetés

Le tableau 2 présente le scénario d'accès ayant le plus grand impact en milieu humide et hydrique. Une configuration approximative des jetées est présentée sur la carte des empiétements à l'annexe 1 du présent document. À noter que le moyen d'accès sera déterminé par l'entrepreneur selon les exigences des plans et devis.

Tableau 2 : Scénario d'accès aux piles ayant le plus d'impact sur le milieu humide et hydrique

Mode d'accès	Piles	Localisation des piles en milieu humide et hydrique
Au sol	1, 14 et 15	Piles terrestres
Par jetée	2, 3, 4, 11, 12 et 13	Toutes dans le littoral Pile 12 toucherait une partie d'un milieu humide qui est dans le littoral
Par barge	5, 6, 7, 8, 9 et 10	Toutes dans le littoral

La mise à l'eau des barges pourra se faire à partir d'une descente reconnue déjà existante. De plus, tel que mentionné à la p.14 du *Document complémentaire*, le Ministère souhaite préciser qu'en raison de l'aménagement des jetées de part et d'autre de la rivière, le chargement et le déchargement des barges pourraient se faire à partir des jetées. Les barges pourraient également avoir accès à l'extrémité des batardeaux. Il est également possible que l'entrepreneur privilégie la mise en place d'un quai flottant situé au bout des rives pour faciliter le transport de la main-d'œuvre et des équipements/matériaux légers. Dans tous les cas, il reviendra à l'entrepreneur de définir et préciser la conception des ouvrages provisoires en fonction des contraintes qui seront inscrites aux documents contractuels. Une de ces contraintes permettra de définir les empiétements temporaires qui seront permis pour chacune des jetées en fixant un seuil maximal pour chacune d'elles. La longueur des ouvrages provisoires permise devra tenir compte du niveau d'eau durant les travaux.



Empiètement en milieu humide et hydrique

Le projet cause principalement un empiètement dans le littoral et dans la plaine inondable 0-20 ans de la rivière des Prairies. Il y a également un faible empiètement en milieu humide, mais celui-ci est dans le littoral. Les cartes à l'annexe 1 présentent la localisation de l'empiètement approximatif des aménagements en milieu humide et hydrique pour le scénario d'accès ayant le plus d'impact sur l'environnement. L'empiètement temporaire est basé sur l'aménagement des jetées, des batardeaux, des chemins d'accès et de l'aire d'entreposage. L'empiètement permanent est pour sa part basé sur l'enrochement qui sera déposé aux semelles des piles ainsi que sur la surépaisseur en béton des éléments dans le littoral.

Il est important de ne pas additionner les superficies qui concernent les milieux humides et les plaines inondables qui sont dans le littoral, car les mêmes superficies seraient alors considérées deux fois. La délimitation des milieux humides à l'étape de l'analyse environnementale du projet permettra de valider la superficie empiétée par les travaux sur ces milieux (voir réponse à la question 3.10). L'étude hydraulique est actuellement en cours de révision et permettra de redéfinir la superficie d'enrochement requise pour contrer l'affouillement. Le présent document fournit donc des empiètements approximatifs; ces informations seront validées à l'étape de l'analyse environnementale.

Le ministère s'engage à réévaluer les empiètements en milieu humide et hydrique à l'étape de l'analyse environnementale suite à la mise à jour de l'étude hydraulique et à la délimitation des milieux humides dans la zone d'étude.

Empiètement temporaire des chemins d'accès et de l'aire d'entreposage

Les piles 1, 14 et 15 ainsi que les culées creuses sont en milieu terrestre. Ce milieu est déjà perturbé par la présence d'infrastructures routières. Les chemins d'accès et les aires d'entreposage qui seront utilisés correspondent respectivement à des voies de circulation existantes combinées à des espaces dénudés sous le tablier du pont. Du côté de Terrebonne, l'accès s'effectue par une voie de service et d'entretien qui donne accès directement à une aire dont la surface se compose de matériaux granulaires sous le tablier du pont et qui sert actuellement d'aire d'entreposage au centre d'opération du MTQ. De cette aire d'entreposage, l'accès à la jetée sera direct. Du côté de Montréal, l'accès au site se fera par les voies d'accès à l'autoroute 40 et par le boulevard Gouin. Du boulevard Gouin, les véhicules rejoindront directement la jetée en traversant une étroite bande de matériaux granulaires présente sous le tablier du pont. Aucun de ces espaces et voies de circulation n'empiète dans la zone inondable 0-2 ans. Ces zones seront remises à l'état initial suite aux travaux.

Empiètement temporaire des jetées

L'étude d'impact prévoyait l'aménagement des jetées pour l'accès aux piles 2, 3, 4, 12 et 13, pour un empiètement de 8 462 m² (p.68 de l'étude d'impact). Le *Document complémentaire* ajoutait que l'accès à la pile 14 pouvait se faire par jetée. Toutefois la pile 14 a été retirée du calcul dans le présent document puisque la pile est en milieu terrestre et une jetée n'est pas nécessaire pour y accéder; son accès se fera via le sol. Par contre, puisque le présent document est basé sur le scénario ayant le plus d'impact sur l'environnement, l'accès à la pile 11 est ajouté dans le calcul de l'empiètement des jetées. Ainsi, le présent document considère que des jetées seront aménagées pour accéder aux piles 2, 3, 4, 11, 12 et 13. L'empiètement temporaire des jetées est estimé à 6 000 m² dans le littoral, soit environ 3 000 m² pour la jetée du côté de Terrebonne et 3 000 m² pour celle de Montréal. À noter que la jetée du côté Terrebonne sera aménagée deux fois puisqu'il n'est techniquement pas possible de faire l'ensemble des travaux requis de ce côté en une année. La configuration approximative des jetées est présentée à l'annexe 1.

La jetée de la rive nord empiète également sur un milieu humide de type eau peu profonde. D'après la localisation des milieux humides de Canard illimités (2019) et selon la configuration approximative de la jetée, cet empiètement est estimé à environ 490 m².

Empiètement temporaire des batardeaux

L'étude d'impact estimait que l'empiètement des batardeaux correspondait à 111 m² par pile pour un total de 777 m² pour les piles 5 à 11. L'évaluation de cet empiètement provient de la proposition de Roche (2012) qui recommandait de placer les palplanches à 0,548 m des piles, pour une superficie de 268 m² par pile (tableau 3). De cette superficie, on soustrait l'espace déjà occupé par la semelle de la pile qui est d'environ 157 m².

Toutefois, il a été soulevé qu'il était possible qu'il y ait présence des palplanches d'origine autour des semelles et qu'il serait probablement nécessaire éloigner davantage les nouvelles palplanches des semelles pour ne pas intercepter les anciennes. Dans l'étude d'avant-projet définitif (APD), EXP (2018) propose d'installer les nouvelles palplanches à 1,5 m à l'extérieur des palplanches d'origine (valeur théorique) pour les éviter lors de leur mise en place. Par contre, le ministère doit valider sur le terrain si les palplanches d'origine sont toujours présentes dans le fond du cours d'eau; cette information sera connue à l'étape de la demande de certificat d'autorisation. Pour le moment, le présent document considère que les palplanches d'origine sont toujours présentes autour des piles où il faudra installer des batardeaux en palplanche à 1,5 m des palplanches d'origine. Sur cette base, les batardeaux occuperont une superficie d'environ 229,4 m² par pile (386,6m² – 157m²). Puisque le présent document tient compte du pire scénario (les jetées s'étendent aux piles 2, 3, 4, 11, 12 et 13), des batardeaux en palplanches seront requis pour les piles 5 à 10 (6 piles). Ainsi les batardeaux en palplanche causent un empiètement temporaire de 1 377 m² dans le littoral.

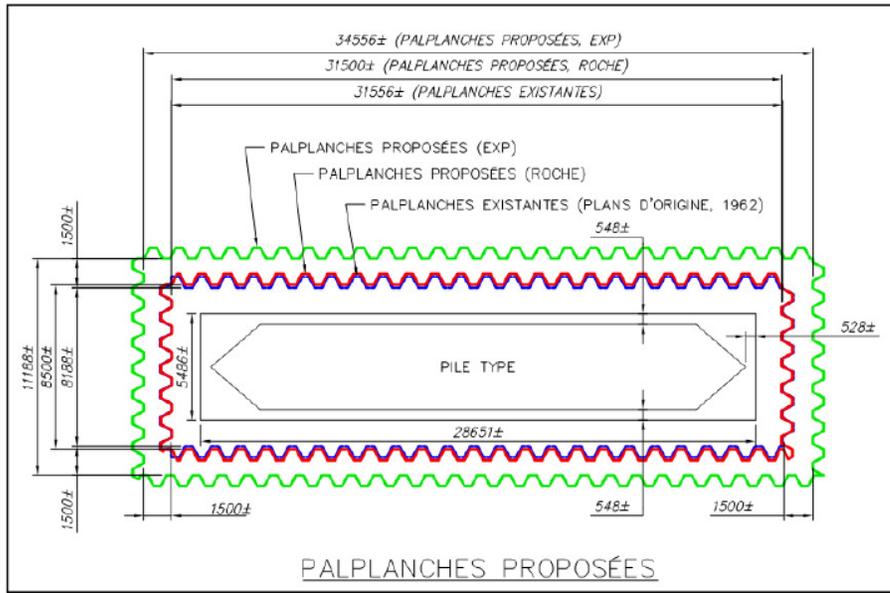


Figure 2 : Positionnement proposé des palplanches autour des piles du pont Charles-De Gaulle

Tableau 3 : Superficie de la zone asséchée à l'intérieur des palplanches (incluant la surface des piles)

	Palplanches d'origine (Plans d'origine, 1962)	Palplanches proposées (Roche, 2012)	Palplanches proposées (EXP)
Longueur (m)	31,6	31,5	34,6
Largeur (m)	8,2	8,5	11,2
Superficie (m ²)	258,4	267,8	386,6

Empiètement permanent de l'enrochement des semelles et de la surépaisseur en béton

L'empiètement permanent correspond à l'ajout d'un tapis d'enrochement au pourtour des semelles des piles 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11 (7 piles) ainsi que sur la surépaisseur en béton des éléments dans le littoral de 96 m².

Le document complémentaire, les addendas et l'étude d'impact prévoyaient un enrochement sous forme de tapis autour des semelles (Figure 3). À l'époque, l'étude d'impact prévoyait l'enrochement de 12 piles pour un total de 6 624 m², soit 552 m² par pile. Toutefois, la présence de palplanches d'origine n'était pas tenue en compte dans le calcul. Ainsi, les batardeaux en palplanches étaient prévus près des semelles. Cette possibilité a plus tard été intégrée dans les calculs de l'avant-projet définitif ainsi que dans le *Document complémentaire*. Ceci fait en sorte que les batardeaux en palplanche sont prévus plus loin de la semelle, soit à une distance théorique de 1,5 m à l'extérieur des palplanches d'origine (voir figure 2). Cette modification occasionne une augmentation de la superficie d'enrochement à 882 m² par pile. De plus, le *Document complémentaire* réduisait le nombre de piles à enrocher à 7, pour un total de 6 174 m² pour l'enrochement des semelles.

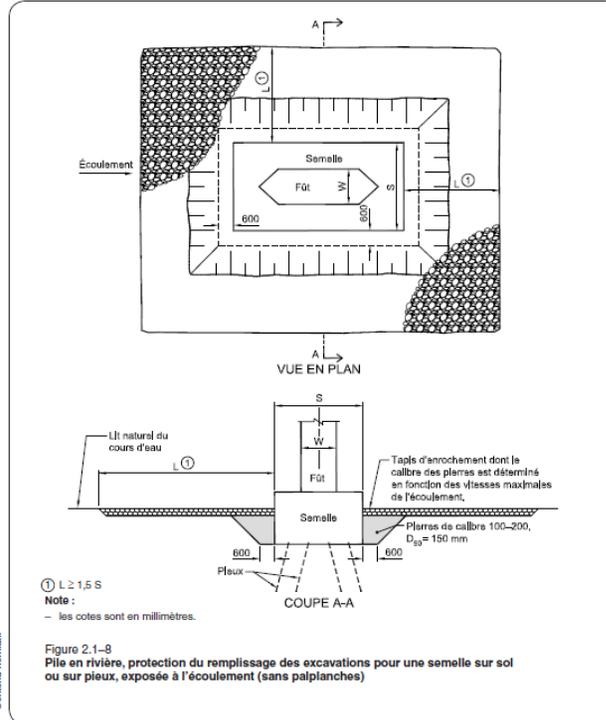


Figure 3: Schéma d'encrochement des semelles en forme de tapis prévu autour des semelles des piles 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11 du pont Charles-De Gaulle (Collections Normes - Ouvrages routiers du MTQ, Tome III - Ouvrages d'art, Chapitre 2 - Conception des ouvrages d'art, p.13)

Le MTQ évalue actuellement un deuxième scénario d'encrochement qui consiste à limiter l'encrochement à l'intérieur des batardeaux en palplanche (Figure 4). Ce scénario est développé à partir d'un autre dessin type du Ministère (Figure 5) et permettrait de conserver les palplanches mis en place pour effectuer les travaux tout en limitant l'empiétement dans le littoral. À noter que, contrairement au dessin type, le dessus de la semelle ne sera pas encroché. L'encrochement serait ajusté en fonction de l'élévation du sol naturel par rapport à la semelle. Comme mentionné antérieurement, les nouvelles palplanches seraient installées à une distance d'environ 1,5 m à l'extérieur des palplanches d'origine. Ainsi, on estime un empiétement permanent de 229,4 m² par pile encrochée.

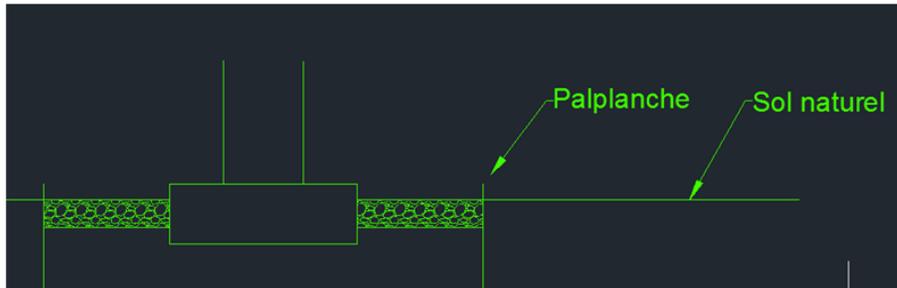


Figure 4 : Schéma d’enrochement des semelles confiné à l’intérieur des batardeaux prévu autour des semelles des piles 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11 du pont Charles-De Gaulle (croquis technique)

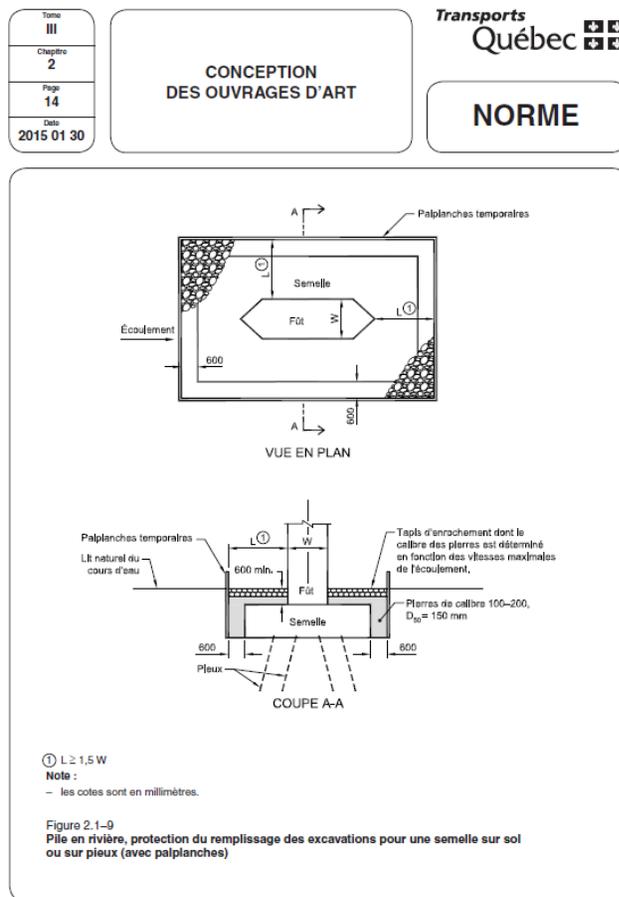


Figure 5: Schéma d’enrochement des semelles confiné à l’intérieur des batardeaux prévu autour des semelles des piles 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11 du pont Charles-De Gaulle (Collections Normes - Ouvrages routiers du MTQ, Tome III – Ouvrages d’art, Chapitre 2 - Conception des ouvrages d’art, p.14)



Avec cette hypothèse, l'enrochement prévu aux piles 5, 7, 8, 9 et 10 couvrirait une superficie totale de 1 147 m² puisqu'elles sont accédées via batardeaux. Une fois l'enrochement complété, les palplanches seraient arasées (coupées) au niveau du lit de la rivière. Cette option sera validée suite à la mise à jour de l'étude hydraulique, c'est-à-dire à l'étape de l'analyse environnementale. Ce deuxième scénario ne s'appliquerait toutefois pas aux piles 4 et 11 puisque celles-ci seraient accédées via jetée. L'enrochement au droit des semelles des piles 4 et 11 serait donc sous forme de tapis tel que présenté à la figure 4, soit 882 m² par pile.

Bref, l'enrochement des 7 piles aura un empiètement permanent total de 2 911 m².

Les tableaux 4 et 5 présentent la superficie d'empiètement selon les empiètements temporaires et permanents. Le tableau 4 présente les empiètements selon le scénario d'enrochement présenté dans le *Document complémentaire*, soit la mise en place d'un tapis d'enrochement autour des semelles des 7 piles avec le calcul réévalué (environ 882 m² par pile). Le tableau 5 présente quant à lui les empiètements selon le scénario actuellement en cours d'évaluation par le MTQ, c'est-à-dire de limiter l'enrochement à l'intérieur de palplanches arasées (coupées ou enfoncées jusqu'au niveau du lit naturel si le sol le permet) pour 5 piles (229,4 m² par pile) avec 2 piles avec enrochement sous forme de tapis (882 m² par pile).

Tableau 4 : Empiètement maximal des travaux en milieu humide et hydrique (MHH) en tenant compte d'un enrochement sous forme de tapis autour des semelles

Aménagements	Localisation en MHH	Empiètement estimé (m ²)
Empiètement temporaire		
Jetées (3 000 m ² Terrebonne et 3 000 m ² Montréal)	Littoral (Milieu humide dans le littoral*)	6 000 (490*)
Batardeaux en palplanches aux piles 5 à 10 (229,4 m ² par pile)	Littoral	1 376
<i>Empiètement temporaire total</i>	<i>Littoral</i>	<i>7 376</i>
Empiètement permanent		
Enrochement permanent aux piles 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11 (882 m ² /pile)	Littoral	6 174
Surépaisseur en béton des piles 2 à 13	Littoral	96
<i>Empiètement permanent total</i>	<i>Littoral</i>	<i>6 270</i>
EMPIÉTEMENT CUMULATIF **	Littoral	13 646

* Mentionné à titre indicatif, mais non comptabilisé dans l'empiètement puisque le milieu humide est dans le littoral.

** Empiètement cumulatif du littoral dans le territoire de Montréal : 3 000 m² (jetée) + 688 m² (3 batardeaux) + 2 646 m² (enrochement piles 4, 5 et 7) + 48 m² (surépaisseur béton) = 6 382 m²

** Empiètement cumulatif du littoral dans le territoire de Terrebonne : 3 000 m² (jetée) + 688 m² (3 batardeaux) + 3 528 m² (enrochement piles 8 à 11) + 48 m² (surépaisseur béton) = 7 264 m²

Tableau 5 : Empiètement maximal des travaux en milieu humide et hydrique (MHH) en tenant compte d'un enrochement confiné dans des palplanches

Aménagements	Localisation en MHH	Empiètement estimé (m ²)
Empiètement temporaire		
Jetées (3 000 m ² Terrebonne et 3 000 m ² Montréal)	Littoral (Milieu humide dans le littoral*)	6 000 (490*)
Batardeaux en palplanches aux piles 5 à 10 (229,4 m ² par pile)	Littoral	1 376
<i>Empiètement temporaire total</i>	<i>Littoral</i>	<i>7 376</i>
Empiètement permanent		
Enrochement permanent (tapis) aux piles 4 et 11 (882 m ² /pile)	Littoral	1 764
Enrochement permanent (confiné) aux piles 5, 7, 8, 9 et 10 (229,4 m ² par pile)	Littoral	1 147
Surépaisseur en béton des piles (2 à 13)	Littoral	96
<i>Empiètement permanent total</i>	<i>Littoral</i>	<i>3 007</i>
EMPIÉTEMENT CUMULATIF**	Littoral	10 383

* Mentionné à titre indicatif, mais non comptabilisé dans l'empiètement puisque le milieu humide est dans le littoral.

** Empiètement cumulatif du littoral dans le territoire de Montréal 3 000 m² (jetée) + 688 m² (3 batardeaux) + 459 m² (enrochement piles 5 et 7) + 882 m² (enrochement pile 4) + 48 m² (surépaisseur béton) = 5 077 m²

** Empiètement cumulatif du littoral dans le territoire de Terrebonne : 3 000 m² (jetée) + 688 m² (3 batardeaux) + 688 m² (enrochement piles 8 à 10) + 882 m² (enrochement pile 11) + 48 m² (surépaisseur béton) = 5 306 m²

QC-3.2

La réponse à la QC-4 qui concerne l'excavation des sédiments autour des piles doit être bonifiée.

En ce sens l'initiateur doit :

- Décrire les activités susceptibles d'avoir contaminé les sédiments au droit des secteurs où il pourrait y avoir de l'excavation.
- Justifier les raisons pour lesquelles la caractérisation des sédiments ne peut être réalisée avant leur excavation.
- Préciser de quelle façon seront gérés les déblais des différents secteurs excavés, de manière à ce qu'il n'y ait pas de mélange entre ceux-ci (dilution).
- Préciser le mode de gestion (entreposage et disposition) des sédiments qui, en raison de leur degré de contamination, ne pourront pas être réutilisés pour le remblai des piles.

Réponse :

Pour la présente section, le Ministère se réfère à l'expérience acquise lors de travaux similaires réalisés au pont Le Gardeur situé à près de 2 km en aval du pont Charles-De Gaulle. Ces travaux étaient également visés par la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. La méthode de gestion des sédiments contaminés, sur laquelle est basée la gestion présentée dans ce document, avait alors été jugée recevable par le MELCC.

Activités susceptibles d'avoir contaminé les sédiments

Bien qu'il n'y ait pas eu d'étude de type phase I ou de phase II pour ce projet, l'origine de la contamination des sédiments au droit des secteurs où il y aura de l'excavation peut provenir de diverses sources liées au rejet de contaminants ou de déchets par la navigation ou aux activités des résidents riverains, des industries présentes le long des divers cours d'eau en amont ou encore des travaux d'entretien du pont et de sa chaussée dans les années antérieures.

Choix du Ministère de réaliser la caractérisation des sédiments lors des travaux

Basé sur l'expérience acquise durant les récents travaux de réparation des piles du pont Le Gardeur, il a été jugé qu'il ne serait pas avantageux de faire la caractérisation des sédiments avant les travaux puisque cela augmenterait le nombre d'interventions dans le littoral et la durée des travaux en plus de représenter un coût plus important pour le Ministère. L'impact de cette activité sur l'environnement est jugé moindre si elle est réalisée durant les travaux plutôt qu'avant.

À titre informatif, dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement des travaux de réparation du pont Le Gardeur, une analyse chimique des sédiments avait été effectuée à 6 des 19 piles nécessitant des travaux. Les six échantillons avaient été prélevés,



conservés et analysés selon les méthodes recommandées par le *Guide méthodologique de caractérisation des sédiments* (Environnement Canada et MENV, 1992) et le *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime – Volume 2 : Manuel du praticien de terrain* (Environnement Canada, 2002).

À la plupart des stations au pont Le Gardeur, l'échantillonnage s'était avéré difficile et plusieurs essais avaient été nécessaires en raison de la présence de cailloux, de blocs ou de morceaux de béton. Ces particules grossières bloquaient la mâchoire de la benne l'empêchant de fermer complètement ce qui lui faisait perdre une partie ou la totalité de son contenu lors de la remontée. Au pont Charles-De Gaulle, le Ministère souhaite éviter de rencontrer les mêmes difficultés en procédant à la caractérisation des sédiments lors des travaux.

À titre indicatif, des six échantillons réalisés pour le pont Le Gardeur, deux présentaient une contamination de niveau A-B en métaux; un présentait une contamination de niveau A-B en HAP; et un présentait une contamination de niveau A-B en métaux et B-C en HAP. Aucun des échantillons prélevés sous les deux structures n'avait montré des concentrations détectables en hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀.

En comparaison, lors des travaux au pont Le Gardeur, les analyses de sols ont indiqué la présence de sols ayant un niveau de contamination majoritairement A-B en métaux et en HAP. Il y avait également un niveau de contamination B-C en métaux et en HAP pour certaines piles, mais pour de faibles quantités. Des niveaux de contamination A-B et B-C ont également été détectés en C₁₀-C₅₀. Des sols avec des niveaux >C en cuivre ont également été gérés à une pile.

Gestion des sédiments excavés

L'entreposage et la disposition des sols des travaux de réparation du pont Charles-De Gaulle seront effectués selon la réglementation en vigueur. Les normes et devis du Ministère respectent les exigences de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, de ses règlements relatifs à la gestion des sols contaminés et du *Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*.

Selon la campagne de caractérisation sommaire réalisée durant la préparation de l'étude d'impact sur l'environnement, il est apparu que le matériel en place sur les semelles était principalement composé de granulaire grossier (sable à gravier et plus). Il n'était donc pas prévu de devoir gérer des quantités importantes de sédiments. Des quantités de sols de tout niveau de contamination seront tout de même prévues dans le bordereau 285 selon les volumes d'excavation de prévus afin d'avoir une gestion adéquate en cas de présence. Une quantité d'eaux contaminées est également prévue en cas de présence.

La gestion des sols contaminés au pont Charles-De Gaulle devrait être similaire à celle mise en place au pont Le Gardeur qui est présentée ci-dessous. Un extrait du devis 185 « Protection de l'environnement » de ce projet présenté en annexe. Dans tous cas, pour le présent projet, l'entrepreneur devra respecter les exigences du devis 185 « Protection de l'environnement » concernant la gestion des sols contaminés ainsi que les exigences du CCDG-Construction-réparation qui sera en vigueur lors de la réalisation des travaux.



À titre d'exemple, pour le pont Le Gardeur, l'entrepreneur devait manipuler et gérer les sols contaminés conformément à la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, au *Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés*, à la *Loi sur la qualité de l'environnement* et aux règlements correspondants. De manière générale, suite à la mise en place des batardeaux et au pompage de l'eau de la zone des travaux, la gestion des sols contaminés pour le projet du pont Le Gardeur a été faite comme suit :

- Disposition des sédiments excavés dans un conteneur (ou autre contenant) étanche;
 - L'extraction des sédiments est effectuée pile par pile (aucun mélange pour éviter toute dilution). De plus, pour chacune des piles, les sédiments provenant de l'intérieur de l'enceinte des palplanches existantes sont séparés de ceux provenant de l'extérieur de cette enceinte.
 - Charger 5 ou 6 conteneurs étanches et l'excavatrice sur la barge avec la grue
 - Excaver le sol avec l'excavatrice au godet directement ou avec le clam hydraulique
 - Séparer le sol excavé de l'intérieur des palplanches existantes de celui de l'extérieur dans les conteneurs et identifier avant le chargement sur la barge.
 - Une fois les conteneurs remplis, retourner au quai pour déchargement avec grue et charger les conteneurs sur camion et porter le conteneur avec le camion dans la zone d'analyse
 - Faire analyser chaque conteneur dans un délai de réponse de 24h à 5 jours
 - L'échantillonnage de sol doit être réalisé conformément aux cahiers 1 et 5 du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* du MDDELCC. Tout échantillonnage doit être effectué par du personnel possédant l'expertise en cette matière. Les analyses doivent être confiées à un laboratoire possédant les accréditations du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les paramètres à analyser.
- Respect d'une période de décantation afin d'assurer la sédimentation des particules en suspension et pompage du surnageant dans un second conteneur (ou autre contenant) étanche;
 - 12 heures après excavation, pomper le surnageant dans des réservoirs de 1000 litres identifiés aux conteneurs.
 - Les réservoirs d'entreposage sont étanches, propres et en bon état ainsi qu'en quantité suffisante pour l'entreposage des eaux recueillies dans le cadre des travaux.
- Échantillonnage des sédiments et de l'eau et analyse des échantillons pour les principaux paramètres (Hydrocarbures pétroliers C10-C50, HAP et métaux);

- Faire analyser l'eau de chaque conteneur d'eau conformément aux cahiers 1 et 3 du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* du MDDELCC. L'analyse est effectuée par un laboratoire accrédité par ce ministère dans la même visite que celle de l'échantillonnage des sols.
- Gestion des sédiments et de l'eau en fonction des résultats d'analyse.
 - Vider les conteneurs dans la bonne zone de contamination
 - L'aire de stockage temporaire des sédiments excavés doit être aménagée de manière à pouvoir contenir tout liquide pouvant s'écouler des sols. Toute eau entrant en contact avec les sols entreposés ou tout liquide qui s'en écoule doit être capté et stocké dans un réservoir ou un bassin étanche. Dans le cas d'un bassin, le fond et les parois doivent être constitués d'une membrane imperméable et le pourtour doit être muni de bermes étanches et suffisamment hautes pour éviter que les eaux de ruissellement ne s'y introduisent. Si le liquide s'écoulant des sols est constitué d'hydrocarbures ou d'eau visiblement huileuse, le gérer conformément à l'article « Matières dangereuses résiduelles » du présent devis.
 - Gérer le surnageant conformément à la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, à la *Loi sur la qualité de l'environnement* ainsi qu'à la réglementation municipale. Le surnageant qui ne rencontre pas les normes de rejet à l'égout doit être éliminé hors du chantier dans une installation autorisée par le MDDELCC. L'eau qui n'est pas contaminée est rejetée dans une zone de végétation à 60m de la rivière.
- Disposer les sols et l'eau contaminés vers des sites autorisés par le MELCC suivant la réglementation en vigueur, en fonction de leur niveau de contamination et conformément à la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*.
 - Après décantation des sols, les envoyer vers les sites autorisation du MDDELCC en camion. Les sols contaminés doivent être transportés dans des camions à bennes étanches et recouvertes de bâches.
 - L'eau contaminée est transvidée dans de plus gros réservoir de transport à une usine de traitement de l'eau.

Le devis 185 « Protection de l'environnement » encadrerait également la découverte fortuite de sols contaminés en cour de travaux et la gestion des sols contaminés à la suite d'un déversement accidentel.

Estimation des quantités de sol à excaver

Les sols à gérer au pont Charles-De Gaulle proviennent des excavations au niveau des approches et autour des piles. En ce qui concerne les approches, très peu de sols seront gérés, soit environ 150 m³. Pour ce qui est des piles, cela dépend du type d'enrochement prévu. Il est estimé environ 350 m³ de sols à gérer par pile pour un

enrochement de type tapis, soit au total environ 2 450 m³ pour les 7 piles. Dans le cas où l'enrochement confiné à l'intérieur des palplanches, on estime environ 50 m³ par pile, soit environ 250 m³ pour les piles 5, 7, 8, 9 et 10 et 700 m³ pour les piles 4 et 11, pour un total de 950 m³. À noter qu'il s'agit d'une estimation; ces quantités seront révisées à la suite de la mise à jour de l'étude hydraulique et lors de la préparation des plans et devis.

En raison de la présence potentielle de contaminants dans les sols et les sédiments qui seront excavés au pont Charles-De Gaulle, le Ministère va prévoir dans la documentation contractuelle encadrant les travaux des quantités d'eau et de sols contaminés par niveau de contamination (A-B, B-C et >C). À titre indicatif, il est possible de constater au tableau 6 que les quantités de sols contaminés à gérer au pont Le Gardeur étaient inférieures à celles prévues au bordereau et qu'il n'y pas eu d'eau contaminée à gérer. Les sols contaminés ont été acheminés à Waste Management à Saint-Sophie; site autorisé par le MELCC.

Tableau 6: Quantité de sols et d'eau contaminée prévue et réelle pour le projet de réparation du pont Le Gardeur et leur site de disposition

Sol et eau contaminés à gérer	Quantité prévue	Quantité réelle	Site de disposition
Sols A-B	3350 tonnes	2 253 tonnes	Waste Management à Ste-Sophie
Sols B-C	1700 tonnes	349 tonnes	Waste Management à Ste-Sophie
Sols ≥ C	850 tonnes	6,4 tonnes	Waste Management à Ste-Sophie
Eau contaminée	30 000 litres	0 litres	-

Les excavations totales de déblais 2ième classe non contaminés au niveau des piles faites au pont Le Gardeur sont équivalentes à 930,6 tonnes. Noter toutefois que cette quantité ne correspond pas nécessairement à uniquement des sols <A, car il y avait des pierres ainsi que des résidus de béton de l'ancien pont mélangées à ces matériaux. Le mélange a été tamisé. Les matériaux de démolition devaient être disposés dans des sites autorisés par le MELCC en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement et des règlements correspondants ainsi qu'en vertu du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles et du Règlement sur les matières dangereuses.

Les matériaux tamisés restants devaient être éliminés dans des sites autorisés par le MELCC en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement et du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles. Le cas échéant, une preuve écrite de leur admission (manifeste de transport ou autre, précisant la nature des matériaux et leur quantité) dans un lieu autorisé doit être remise au surveillant de



chantier. Ces matériaux ont été gérés et valorisés comme des sols <A à Remblayage Solterra inc possédant une autorisation du MELCC pour la gestion de ces matériaux.

QC-3.3

La réponse à la QC-5 précise que les bassins de sédimentation qui recevront les eaux pompées des batardeaux du côté de Terrebonne seront aménagés soit sur des barges, soit dans la zone d'entreposage située près de la rive. Les eaux seront par la suite pompées des bassins de sédimentation et rejetées dans un secteur végétalisé de la rive, à une distance d'au moins 5 mètres de la ligne des hautes eaux (LHE). L'initiateur doit préciser comment sera effectué, du côté de Terrebonne, le contrôle de la qualité de l'eau qui sera retournée à la rivière, notamment en ce qui concerne la teneur en matières en suspension (MES).

Réponse :

Le contrôle de qualité des eaux suivra un protocole similaire au projet de réparation du pont Le Gardeur. Tel que mentionné à la question QC-11 de l'addenda 2, le MTQ s'engage à déposer le programme de surveillance détaillé des MES au MELCC à la demande d'autorisation. Le programme inclura la localisation des stations amont et aval ainsi qu'une courbe de corrélation turbidité/MES couvrant la gamme des concentrations susceptibles d'être observées. Comme les travaux seront réalisés sur au moins trois ans, la courbe sera validée une fois par année, avant le début des travaux.

En ce qui concerne les bassins de sédimentation, dans le cas où ils ne peuvent pas être mis en barge, ceux-ci pourraient être aménagés en zone terrestre. Ainsi, aucun bassin ne sera aménagé sur le littoral ou sur les rives d'un cours d'eau ou dans un milieu humide. Les bassins de sédimentation temporaires doivent être nettoyés conformément à l'article « *Contrôle des sédiments* » du Tome II – Construction routière de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Les sédiments retirés doivent être disposés hors des milieux aquatiques, humides et riverains. Les sédiments seront gérés selon le niveau de contamination et les eaux aussi seront testées avant rejet. De plus, un nettoyage doit être réalisé lors de la fermeture temporaire prolongée d'un chantier. Un nettoyage préventif doit également être réalisé lors d'une alerte météorologique annonçant de fortes pluies. Les eaux sont ensuite pompées dans le cours d'eau ou dans une zone végétalisée.

Si l'eau d'excavation est directement pompée dans une zone de végétation, l'extrémité du boyau d'évacuation doit être mise en place à au moins 30 m d'un cours d'eau en veillant à ne pas créer d'érosion. L'extrémité du boyau doit être située hors des milieux humides. Les eaux qui retournent au cours d'eau ne doivent pas contenir de matières en suspension au-delà du bruit de fond ni de matières visibles à l'œil nu. L'eau doit être expulsée sur une zone enrochée. Si le couvert végétal n'est pas efficace, des mesures d'atténuation complémentaires telles qu'une poche de décantation doivent être ajoutées.



QC-3.4

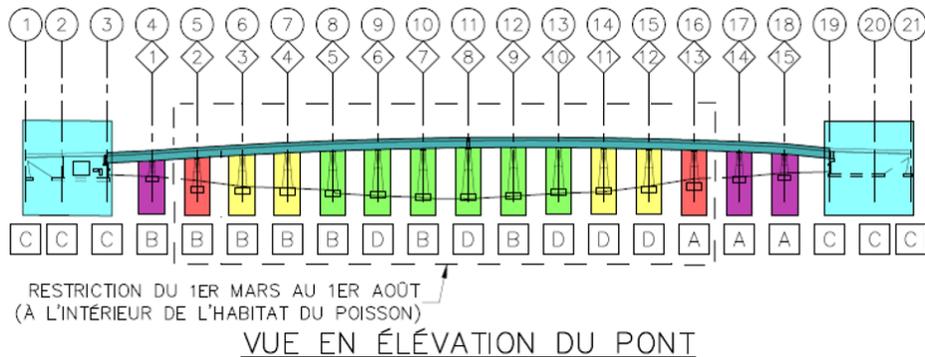
Selon l'échéancier transmis à la réponse de la QC-17, certaines activités sont prévues pendant la période de restriction des travaux dans l'habitat du poisson (1er mars au 1er août). L'échéancier doit tenir compte des périodes de restriction pour la faune, mais aussi des périodes à risques d'embâcles, de la restriction maximale d'un tiers du cours d'eau et du séquençage du projet. Toute activité ne permettant pas le respect de ces périodes doit être décrite et justifiée. Au final, l'échéancier de construction préliminaire doit être mis à jour en tenant compte des modifications apportées au projet et intégrer les suppléments découlant de la QC-3.14 du présent document.

Réponse :

L'échéancier fourni à l'addenda 2 n'est pas à jour, car il ne tient pas en compte les éléments fournis dans le présent document. De plus, il n'est pas possible de remettre un échéancier similaire puisque la responsabilité de l'organisation du chantier revient à l'entrepreneur. Les activités seront toutefois encadrées par les plans et devis ainsi que par les autorisations environnementales. La figure 6 présente un échéancier global qui permet de localiser les principales interventions au courant des 3 années. Il sera possible pour l'entrepreneur d'aménager trois jetées si jugé requis, probablement deux du côté Terrebonne et une à Montréal. L'ordonnement de ces activités revient à l'entrepreneur tout en respectant les périodes de restrictions environnementales et hydrauliques. Les activités dans le littoral respectent la période de restriction applicable à la période de reproduction du poisson. Les activités sous le tablier, respectent la période de restriction applicable à la période de nidification des hirondelles. Une zone tampon de 100m sera respectée jusqu'à la fin de la période de nidification en cas de présence de nid actif de faucon.

AUTOMNE DE L'ANNÉE 1 À AUTOMNE DE L'ANNÉE 3

LÉGENDE	
IDENTIFICATION D'AXES	ÉCHÉANCIER DES TRAVAUX
(X) AXES SELON SGO-MTMDT	A AUTOMNE DE L'ANNÉE 1
(X) AXES D'ORIGINE (NUMÉROS DES PILES)	B AUTOMNE DE L'ANNÉE 2
	C HIVER ANNÉE 1 À 2 OU HIVER ANNÉE 2 À 3
	D AUTOMNE DE L'ANNÉE 3 (DÉBUT AOÛT)
	E TABLIER, POUTRES-CAISSONS (APRÈS LE 15 AOÛT DE LA CONSTRUCTION DE L'ANNÉE 1)
	F TABLIER, DALLE (ENROBÉ ET MEMBRANE): HIVER DE L'ANNÉE 1



MÉTHODE D'INTERVENTION	
TRAVAUX À L'EXTÉRIEUR DES H.E.A.	TRAVAUX À L'INTÉRIEUR DES H.E.A.
CULÉE (ACCÈS: AU SOL)	PILE (ACCÈS: AU SOL OU JETÉE / PROTECTION DES AIRES DE TRAVAUX: BATARDEAUX EN MATÉRIAUX GRANULAIRE)
PILE (ACCÈS: AU SOL / PROTECTION DES AIRES DE TRAVAUX: SANS BATARDEAU)	PILE (ACCÈS: JETÉE OU BARGE / PROTECTION DES AIRES DE TRAVAUX: PALPLANCHES)
	PILE (ACCÈS: BARGE / PROTECTION DES AIRES DE TRAVAUX: PALPLANCHES)

Figure 6 : Échéancier global des travaux de réparation du pont Charles-De Gaulle sur une période de 3 ans.



2. QUESTIONS ET COMMENTAIRES CONCERNANT LE DOCUMENT COMPLÉMENTAIRE

QC-3.5

La section 1 fait référence à la version révisée de l'avant-projet définitif (APD), mais celle-ci n'a pas été transmise avec le document complémentaire. L'initiateur doit déposer une copie de celle-ci.

Réponse :

L'étude de l'APD sera transmise au MELCC. Notez toutefois que celle-ci ne considère pas les dernières modifications apportées au projet ni les recommandations de l'étude hydraulique actuellement en cours de révision ce qui pourrait porter à confusion l'analyse du projet.

QC-3.6

Terminologie

L'initiateur doit définir les termes tels que « digues », « jetées », « batardeaux en palplanches », « batardeaux en enrochement », « batardeaux en matériaux granulaires », « batardeaux en enrochement ». Certains documents mentionnent le terme « digue » tandis que d'autres le terme « jetée », mais sans les définir. Il devient donc difficile de distinguer s'il s'agit-il du même aménagement ou d'un autre. Il en est de même pour les batardeaux pour lesquels différents termes sont utilisés.

De plus, pour chacun des types d'aménagements, l'initiateur doit fournir le détail de la conception (matériaux utilisés, dimensions, superficie d'empiètement temporaire et permanente) ainsi que la description de leur aménagement, de leur retrait, ainsi que de la remise en état des lieux suivant leur retrait, les impacts associés (milieu naturel, faune, hydraulique, etc.) ainsi que les mesures d'atténuation. Il doit également présenter des figures de ceux-ci (croquis, coupe-type, etc.).

Concernant le démantèlement des batardeaux en palplanches, il est précisé à la section 5.2.2.10 de l'étude d'impact que ceux-ci seront coupés. L'initiateur doit expliquer les raisons pour lesquelles ils seront laissés en place et préciser comment il procédera. Il doit détailler ce qui sera laissé en place, notamment si les palplanches seront saillantes ou coupées au niveau du lit du cours d'eau. En outre, il doit préciser les impacts associés à la coupe des batardeaux (ex. : travaux en eau, rejets de résidus de coupe dans le cours d'eau, etc.), de même



qu'au fait de laisser une partie des batardeaux en place (ex. : obstacle à la navigation, détérioration des matériaux laissés en place (rouille), etc.).

Par ailleurs, l'initiateur doit, pour chaque pile, nommer le ou les aménagements qui ont été prévus dans chacun des documents (étude d'impact, addendas et document complémentaire). Il doit également transmettre un plan d'ensemble du projet avec les termes appropriés.

Réponse :

Les ouvrages temporaires dans le littoral prévus pour la réparation du pont Charles-De Gaulle sont des « jetées » (« digues » dans l'étude d'impact et les addendas) et des « batardeaux ».

La jetée est un ouvrage temporaire dans le littoral qui ressemble à une chaussée faite à partir de pierres nettes. Celle-ci part de la limite de la rive pour s'avancer plus ou moins dans le littoral de la rivière en vue de permettre l'accès à un élément de la structure qui se trouve en eaux peu profonde. Du côté de la rive sud, la jetée part de la pile 2 et peut s'étendre jusqu'à la pile 4. Sur la rive nord, la jetée part de la pile 13 et peut s'étendre jusqu'à la pile 11.

Un batardeau est un ouvrage temporaire destiné à isoler la zone des travaux des eaux environnantes afin de permettre l'exécution à sec des travaux d'excavation ainsi que ceux concernant la préparation et le remplissage des fondations. Cet ouvrage est principalement utilisé pour la construction ou la réparation d'unités de fondation situées dans ou près d'un plan d'eau. Il existe deux grands types de batardeaux, ceux qui sont à partir de matériaux granulaires et ceux formés par des rideaux, généralement à partir de palplanches métalliques. Des batardeaux seront utilisés pour la réparation des piles qui sont dans le littoral et qui ne peuvent pas être accédées par jetée.

Il est possible de voir un croquis type des batardeaux à la réponse de la question 3.1. La configuration approximative des jetées est présentée à l'annexe 1. L'empiètement dans le milieu naturel de ces ouvrages sera minimisé et encadré par les plans et devis ainsi que selon ce qui sera établi avec le MELCC, MFFP et MPO. Ces ouvrages sont de la responsabilité de l'entrepreneur. Toutefois, l'entrepreneur doit respecter les exigences du CCDG et des normes du MTQ ainsi que d'autres ouvrages techniques de référence tel que mentionné à la section 7.3 de l'étude d'impact. Le ministère indiquera dans les documents contractuels, les limites d'empiètement permises ainsi que d'autres critères de conception à respecter selon les données techniques et les autorisations environnementales. Ce sera à l'entrepreneur de décider de la conception de ces ouvrages ainsi que les matériaux qu'il souhaite utiliser selon les exigences du Ministère. Le détail de la conception des ouvrages temporaires, la description de leur aménagement et de leur retrait ne peuvent donc ne pas être fournis puisqu'ils reviennent de la responsabilité de l'entrepreneur.



À noter toutefois que, dans le cadre de ce projet, l'utilisation de palplanches pourrait être exigée pour confiner l'enrochement advenant que ce scénario est validé par l'étude hydraulique en cours de révision. Les restrictions relatives à la configuration des ouvrages provisoires seront fournies à l'étape de l'analyse environnementale suite à la mise à jour de l'étude hydraulique. Les palplanches seraient laissées en place pour les piles où il y aura de l'enrochement. Ceci permettrait de réduire la superficie d'enrochement à l'intérieure de celles-ci. La partie supérieure des palplanches sera coupée par des plongeurs au niveau du lit du cours d'eau à l'aide d'un outil de coupe. Étant donné que les travaux se font dans l'eau, les résidus de coupe ne pourront pas être récoltés, mais la quantité est jugée minime. Le fait de laisser les batardeaux dans le lit ne causera pas un obstacle à la navigation puisque les palplanches seront coupées à ras le sol. À défaut de les couper, il est également possible d'enfoncer les palplanches plus profondément dans le lit comme c'était le cas du projet de réparation du pont Le Gardeur. Il est possible que les palplanches finissent par rouiller, l'impact sur le substrat n'est pas connu. Par contre, il s'agit d'une pratique normée et communément utilisée par le Ministère. Le Ministère rappelle que celle-ci permet de réduire considérablement l'empiètement permanent dans le littoral.

Voir la réponse à la question QC-12 de l'addenda 2 concernant le suivi de la revégétalisation. Voir la réponse à la question 3.11 du présent document pour la reprise des herbiers aquatiques.

L'emplacement des ouvrages temporaires par rapport aux piles est présenté à la question 3.1 ainsi qu'aux cartes de l'annexe 1.

QC-3.7

Digues et jetées

Il était initialement prévu d'aménager deux digues, soit une par rive. Selon les cartes annexées à l'addenda 2, une digue était prévue aux piles 2, 3 et 4, ainsi qu'une autre sur les piles 12 et 13. L'empiètement associé à ces digues est de 8 462 m² (5 648 m² pour les piles 2 à 4 et 2 814 m² pour les piles 12 et 13).

La figure 3 de la section 4.7 du document complémentaire illustre les ouvrages préconisés pour chacune des piles. Les digues n'y sont pas représentées. Selon cette figure, des jetées pourraient être aménagées sur sept (7) piles (piles 2, 3, 4, 11, 12, 13 et 14), soit deux (2) piles supplémentaires par rapport aux digues qui étaient prévues sur cinq (5) piles.

Tel que mentionné à la question précédente, les différents termes employés doivent être définis. Dans l'éventualité où les digues et les jetées seraient le même type d'aménagement, l'initiateur doit détailler l'empiètement supplémentaire associé à l'ajout des jetées sur les piles 11 et 14. S'il s'agit de deux types d'aménagements différents, il doit expliquer la différence et détailler les impacts associés. Dans tous les cas, l'initiateur doit préciser l'empiètement maximal de chacun des aménagements, de même que l'empiètement total.

Réponse : Voir réponse à la question 3.1



QC-3.8

Méthode de calcul de la superficie d'empiétement d'un batardeau en palplanche

Le plan-01 à l'annexe 1 de l'étude d'impact présente le détail d'un batardeau en palplanches. Les dimensions indiquées sont de 31,5 m de long par 8,5 m de large, ce qui, selon notre calcul, donne une superficie de 267,15 m², de laquelle doit être déduite la superficie de la pile de 60 m². La superficie résiduelle d'empiétement serait donc de 207,75 m². Toutefois, au tableau nommé « Superficie d'empiétement » au bas du même plan, la surface d'empiétement est évaluée à 171,6 m² (moins la pile de 60 m², donc une superficie d'empiétement de 111,6 m²). La méthode de calcul pour arriver à cette superficie qui a été utilisée pour calculer l'empiétement total dû aux batardeaux n'est pas présentée au plan.

La différence entre ces deux superficies est considérable, soit près du double. L'initiateur doit valider l'empiétement d'un batardeau en palplanches et expliquer la méthode de calcul utilisée.

Réponse : Voir la réponse à la question 3.1

QC-3.9

Superficie totale d'empiétement temporaire

Les superficies d'empiétement temporaire tiennent seulement compte de deux digues et sept (7) batardeaux en palplanches, sans considérer les autres types d'aménagements présentés au document complémentaire. Selon ce dernier, 13 batardeaux seraient requis. En fonction des différents scénarios (accès par barge ou jetée), il pourrait y avoir entre 6 et 10 batardeaux en palplanches et entre 3 et 7 batardeaux en enrochement.

L'initiateur doit présenter les scénarios possibles montrant différents types d'aménagements (jetée, batardeau enrochement, batardeau palplanches, débarcadères flottants, etc.) qui pourraient être utilisés sur chacune des piles et pour l'ensemble du projet. Il doit ventiler, sous forme de tableau, les empiétements maximaux temporaires anticipés en fonction des différents types d'aménagement et en fonction de chacun des scénarios possibles. Il doit également préciser le type de milieu touché par ces aménagements (rive, littoral, plaine inondable, étang, marais, marécage, tourbière ou terrestre).

Réponse : Voir la réponse à la question 3.1

QC-3.10

Article 46.0.3 :

1) Sous paragraphes a à d du paragraphe 1° de l'article 46.0.3 : Les informations présentées sont incomplètes. En effet, l'ensemble des milieux humides ne sont pas décrits ou présentés aux documents et cartes. Plus précisément :

a) Considérant que les études de caractérisations des milieux visés ont été réalisées il y a plus de 5 ans, une attestation signée par un professionnel confirmant que la situation n'a pas évolué depuis leur réalisation et qu'elles sont toujours à jour est requise. Dans le cas contraire, une nouvelle étude de caractérisation des milieux visés doit être transmise. Celle-ci doit couvrir l'ensemble du site visé par les travaux, incluant les secteurs sous le pont, ainsi que les milieux adjacents qui pourraient être affectés par la réalisation des travaux.

Nous vous invitons à consulter le guide sur l'identification et la délimitation des milieux humides du Québec méridional et la fiche d'information sur l'identification et la délimitation des milieux hydriques riverains, disponibles sur le site Internet du Ministère à l'adresse suivante :

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/milieuxhumides.htm>

b) Le rapport de l'étude d'impact mentionne la présence de milieux humides sur la rive nord, mais sans les décrire. Selon les plans annexés à l'addenda 2, ces milieux seraient touchés par la réalisation des travaux. L'initiateur doit confirmer si les travaux toucheront ces milieux et, dans l'affirmative, transmettre la caractérisation et la délimitation de ces milieux.

c) Sur la rive sud, la présence d'un herbier aquatique n'a pu être confirmée au moment des inventaires, possiblement dû au faible niveau d'eau de la rivière à l'été 2012, mais aucune information n'apparaît aux documents. L'initiateur doit valider la présence ou l'absence de ce milieu. Si sa présence est confirmée, l'initiateur doit le caractériser et le délimiter.

d) Concernant la délimitation des milieux hydriques, certaines clarifications ou précisions sont requises :

i) Les rives et plaines inondables ainsi que la ligne des hautes eaux (LHE) au droit du pont n'ont pas été délimitées.



ii) Les piles 2 et 13 (axe 5 et 16) sont identifiées comme étant des « piles sur terre » à la figure 1 de la section 4.1.1 du document complémentaire. La réponse QC-16 de l'addenda-2 mentionne que la moitié des piles 2 et 12 (axes 5 et 15) se retrouve en littoral et que seulement la moitié des surépaisseurs a été considérée dans le calcul des empiétements. Toutefois, selon les plans fournis à l'addenda 2 ainsi que le rapport de l'étude d'impact, une partie des piles 2 et 13 serait sous la LHE, tandis que la pile 12 serait entièrement sous la LHE, donc en littoral. L'empiétement pourrait donc être sous-estimé.

iii) L'aire d'entreposage du côté de Terrebonne est située à la limite de la LHE, donc possiblement en rive. L'initiateur doit produire et déposer l'ensemble des plans, intégrant la délimitation claire des milieux humides (étang, marais, marécage et tourbière) et hydriques (rive, littoral, plaine inondable) affectés par le projet. Il doit aussi délimiter la portion de ces milieux dans laquelle sera réalisée l'activité concernée, incluant toute portion additionnelle susceptible d'être affectée. Il doit également préciser le type de milieu dans lequel se trouve chacune des piles, ainsi que les composantes du projet.

2) Sous paragraphe e du paragraphe 1° : Concernant les orientations et affectations en matière d'aménagement du territoire, la section 6.1-c précise que la zone d'étude locale du projet se trouve dans une aire d'affectation de « conservation » du côté de Terrebonne. Du côté de Montréal, la zone d'étude locale du projet se trouve dans une aire d'affectation de « grand espace vert ou parc riverain » et dans un territoire d'intérêt écologique (écoterritoire nommé La trame verte de l'Est). L'initiateur doit préciser si la localisation des travaux projetés est située à l'intérieur de ces aires et si leur réalisation est compatible avec ces aires d'affectation.

3) Paragraphe 3° : considérant les informations manquantes mentionnées ci-dessus au point « 1) », l'initiateur doit réévaluer les impacts du projet sur les milieux visés, de même que les mesures proposées en vue de les minimiser.

Pour chacune des municipalités visées par le projet, l'initiateur doit identifier et décrire l'impact dans chacun des MHH (incluant le littoral, la rive, plaine inondable et les milieux humides) touchés par le projet, la nature et la durée de l'impact (temporaire et permanent) et la superficie maximale d'empiétement, et ce, pour chacune des composantes du projet. Il doit également distinguer les empiétements supplémentaires par rapport ceux existants. Il doit identifier les mesures de minimisation. L'information doit être présentée sous forme de texte, de tableau synthèse, et être illustrée clairement sur des cartes à une échelle appropriée. Cette dernière doit également illustrer les limites maximales des travaux (incluant celles pour l'aménagement des ouvrages temporaires, les aires d'entreposages, les aires de travail, les aires d'excavation et de remblais, etc.).



Réponse :

- 1) Voir la réponse à la question 3.1 et l'annexe 1 pour la localisation des milieux humides et hydriques dans la zone d'étude ainsi que pour les empiétements permanents et temporaires des aménagements sur ces milieux prévus dans le cadre du projet. Il est probable que la jetée de la rive nord empiète temporairement sur un milieu humide de type eau peu profonde (Canards Illimité, 2017) en aval du pont sur une superficie estimée à 490 m². Ce milieu humide est dans le littoral.

À la section 4.3.2.1 de l'étude d'impact, au niveau du littoral de la rivière des Prairies à Terrebonne, Aménatech (2013) répertorie des prairies humides, des marais et des secteurs d'eau peu profonde. La végétation inventoriée au niveau du littoral de la rivière des Prairies a été décrite. Aménatech mentionne notamment qu'il n'y a pas d'herbier aquatique en-dessous du pont. En aval du pont, où se trouve l'eau peu profonde, Aménatech a observé des recouvrements égaux composés de la vallisnerie d'Amérique (*Vallisneria americana*) et de l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*). Les algues vertes y sont présentes, mais non les joncs. Le nymphée tubéreux (*Nymphaea tuberosa*) y a été rencontré à quelques reprises. Il est possible de voir la fiche terrain de l'inventaire floristique de cette zone à l'annexe 1 de l'étude d'Aménatech jointe à l'étude d'impact et de photographies à l'annexe 2. Ce milieu sera remis en état selon l'état initial, tel que mentionné à la réponse 3.6 du présent document. De plus, il y aura un suivi de la reprise de l'herbier tel que mentionné à la réponse de la question 3.11. Cette zone sera revisitée et réinventoriée pour le délimiter les milieux humides dans la zone d'étude et pour valider la diversité des espèces floristiques qui les composent.

Pour ce qui est de la rive sud, effectivement, selon ce relevé cartographique de Canard Illimités, un milieu humide de type eau profonde été localisé en aval du pont en rive droite (Montréal). Toutefois, lors des visites de terrain d'Aménatech, la présence d'herbier n'a pas été confirmée en raison probablement du faible niveau d'eau de la rivière à l'été 2012. Ce milieu sera revisité à un moment propice afin d'inventorier la végétation ainsi que pour le délimiter.

Aucune espèce floristique à statut particulier n'a été observée lors de la visite d'Aménatech. Si la zone des travaux se limite aux abords du pont, tel que prévu, le potentiel de leur présence est jugé faible et des inventaires additionnels ne sont pas requis.

Le MTQ s'engage remettre un rapport de caractérisation et de délimitation des milieux présents dans la zone d'étude à l'étape de l'analyse environnementale.

Ceci permettra de valider les empiétements présentés à la question 3.1 et de valider les impacts ainsi que les mesures d'atténuation du projet à l'étape de l'analyse environnementale.

- 
- 2) Le projet est à l'intérieur de l'éco-territoire de La trame verte de l'Est. Bien que le projet se situe dans des aires d'affectation de « conservation » ou de « grand espace vert », il faut tenir compte aussi du contexte routier du secteur.

Les municipalités ainsi que les organismes environnementaux du secteur ont déjà été rencontrés afin de prendre en notes leurs préoccupations. Leurs commentaires et questions concernaient principalement la coordination des travaux du Ministère avec ceux municipaux relativement le maintien de la circulation et la sécurité routière. Le Ministère les informe que les devis seront montés en conséquence en considérant ces contraintes.

- 3) Voir les tableaux 4 et 5 de la question 3.1 pour l'empiètement par municipalité

QC-3.11

Article 46.0.4

- 1) **Paragraphe 3° : concernant la capacité des milieux visés à se rétablir ou la possibilité de les restaurer en tout ou en partie une fois le projet complété, il est mentionné à la section 6.1-d, que les herbiers présents pourraient être touchés par les ouvrages provisoires et qu'ils ont la capacité de se rétablir une fois les ouvrages retirés.**

L'initiateur doit décrire les impacts que pourrait causer la présence des jetées et les travaux liés à leur aménagement et démantèlement, sur les herbiers (ex. : compaction du sol). Il doit expliquer la séquence de démantèlement des jetées (retrait partiel ou complet des matériaux composant les jetées) et de remise en état.

Par ailleurs, l'initiateur doit s'engager à ajouter au programme de suivi environnemental, le suivi de la reprise des herbiers. Ce suivi doit être réalisé sur une période minimale de trois ans suivant le retrait des ouvrages temporaires et comprendre la mise en place des correctifs nécessaires si la reprise de l'herbier est compromise.

- 2) **Paragraphe 4° : La réponse à la section 6.1-f est incomplète puisqu'elle se limite au plan de gestion intégrée régional. L'initiateur doit compléter sa réponse en précisant ce qu'il en est des autres plans (ex. : plan directeur de l'eau).**

Réponse :

- 1) L'impact de l'aménagement des jetées est présenté aux pages 87, 99, 101, 105, 107, 109, 113 et 115 du rapport d'étude d'impact. Les étapes d'aménagement et de démantèlement seront établies par l'entrepreneur et encadrées selon les normes et les plans et devis du Ministère ainsi que selon les exigences établies par les autorisations environnementales. Le site sera remis en état suite aux travaux.



Le ministère s'engage à ajouter au programme de suivi environnemental, le suivi de la reprise des herbiers. Le programme de suivi environnemental sera remis pour les autorisations environnementales.

Ce suivi sera réalisé sur une période minimale de trois ans suivant le retrait des ouvrages temporaires et comprendra la mise en place des correctifs nécessaires si la reprise de l'herbier est compromise. Ce programme sera inspiré de celui du projet de réparation du pont Le Gardeur.

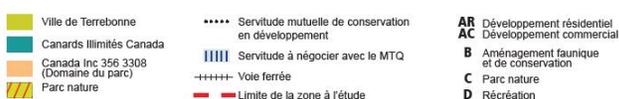
- 2) À ce jour, le dépôt final du plan de gestion intégré régional n'a pas été fait. Le dépôt était prévu pour mars 2020, mais de nouvelles directives du MELCC pourraient retarder le processus. Nous avons toutefois consulté le Plan de conservation et de mise en valeur du Ruisseau de Feu qui s'inscrit dans une démarche de restauration d'un habitat faunique en rive de la rivière des Prairies. Voici un résumé de ce plan à partir de plusieurs extraits en accordant une attention particulière aux zones comprises à l'intérieur de la zone à l'étude :

Localisé à l'extrême est de la ville de Terrebonne, sur la rive-nord, le ruisseau de Feu se situe dans un milieu hautement urbanisé. Bordé au nord par l'A-640, à l'ouest par l'A-40, à l'est, en partie par la voie ferrée du CN et par le ruisseau de Feu et au sud, par la rivière des Prairies, ce territoire est une plaine inondable dont le tiers (1/3) est situé dans une zone de récurrence de 2 ans, un autre tiers dans une zone de récurrence de 0-20 ans et le reste dans la zone de récurrence de 20-100 ans ou exondé.

Les activités humaines ont transformé de manière très significative les milieux naturels aux abords du ruisseau, et ce, depuis près de 400 ans. Le ruisseau de Feu est approvisionné par un bassin versant de 1 015 ha qui se déverse naturellement dans la rivière des Prairies. La majeure partie des immeubles situés dans ce bassin versant originellement utilisé à des fins agricoles est affectée à des fins de développement urbain (résidentiel, commercial, voies de circulation, etc.). Plusieurs intervenants sont impliqués dans le territoire : la Ville de Terrebonne, Canards Illimités Canada, le groupement immobilier Domaine du Parc et le Parc Nature.



Figure 1 : Intervenant sur le territoire à l'étude



Le régime hydrique (qualité de l'eau, rétention d'eau, vitesse d'écoulement, etc.) de ce bassin versant est sujet à des modifications importantes à très court terme qui devront être contrôlées et gérées de manière à minimiser les impacts négatifs sur le projet d'aménagement faunique.

Le site est localisé à proximité de grandes voies de circulation automobile. Bien que cette proximité représente une contrainte pour la conservation des milieux humides, elle permet aux visiteurs potentiels de voir un vaste plan d'eau, quelques îles et milieux humides présentés comme un territoire naturel protégé, mais aussi accessible à des fins écotouristiques. Le site du ruisseau de Feu a le potentiel d'offrir un accès à un milieu propice à des activités nautiques légères diversifiées (embarcations de plaisance), à des activités d'observation de la faune et à un territoire de pêche.

La partie aval du bassin du ruisseau de Feu est constituée d'une plaine en partie inondée lors des crues printanières. La nappe d'argile située à faible profondeur sous le niveau du sol favorise également la rétention d'eau dans les terrains situés au-dessus des côtes inondables. Ces éléments sont déterminants dans la distribution de la végétation.

Le secteur à l'ouest de l'A-40 a une valeur écologique moyenne et un grand potentiel d'exploitation à des fins écotouristiques et éducatives. Les aménagements compensatoires pour le poisson sont considérés comme des zones fragiles à préserver.

Les plaines inondables constituent des milieux importants pour les poissons au printemps. Alors que les eaux peu profondes s'y réchauffent plus rapidement que dans les grandes rivières et le fleuve, une vingtaine d'espèces viennent d'abord s'y alimenter, puis, certaines, s'y reproduire. La perchaude est certainement l'espèce de poisson-emblème du ruisseau de Feu.

Une soixantaine d'espèces différentes d'oiseaux ont été recensées dans la plaine du ruisseau de Feu dont près de 40 nicheuses confirmées ou probables. Ceci s'explique par la présence de cours d'eau, l'étalement des strates herbacées, arbustives et arborescentes et surtout la connexion à ce grand écosystème que constitue la confluence du fleuve et des grandes rivières.

La diversité de l'herpétofaune en espèces n'est présentement pas très élevée, ce qui n'est pas très surprenant en raison de l'efficacité du drainage de surface. Les espèces présentes sont la tortue peinte, le chélydre serpentine, la couleuvre rayée ainsi que trois espèces d'amphibiens (grenouille léopard, grenouille verte et crapaud d'Amérique). Il est également possible que le milieu supporte davantage d'espèces en incluant tout au moins la grenouille des bois, la rainette crucifère et le ouaouaron.

Cinq espèces en situation précaire ont été observées dans le secteur du ruisseau de Feu.

- Anguille d'Amérique : Capturée en montaison à l'embouchure du ruisseau de Feu
- Bruant de Nelson (probablement en migration)
- Faucon pèlerin
- Hibou des marais
- Éragrostis hypnoïde

Un projet d'aménagement faunique comportant quatre grands habitats, marais, marécage, boisé et prairie, a été retenu. À ces quatre secteurs s'ajoutent le secteur arbustif et le secteur du corridor vert pouvant également contribuer à la bonification et à la diversification des habitats fauniques projetés initialement. Les secteurs prairie et marais sont présentés dans ce document puisqu'ils sont à l'intérieur de la zone d'étude.



Figure 10 : Aménagements fauniques projetés



Un vaste marais de 45 ha (à la cote maximale de 8,7 m) entouré de prairies sera connecté au ruisseau de Feu par une voie migratoire. Cette voie s'étendra en serpentin sur 300 mètres linéaires et permettra la migration des poissons d'avril à novembre. Durant la migration printanière, les canards s'y arrêteront par centaines pour s'alimenter et se reposer. Le vaste couvert de prairie donnera lieu à la nidification de nombreux couples de canards dont les couvées bénéficieront de l'abri de la végétation émergente. Les arbres en bordure de ce milieu seront autant de perchoirs pour les oiseaux de proie en quête de nourriture.



Le secteur prairie constitue le quatrième ensemble du projet. Situées à l'ouest de l'A-40, les infrastructures d'accueil et d'usages plus intensifs y seront regroupées. Située principalement en zone inondable, la prairie comporte des milieux naturels. Deux aménagements de l'habitat du poisson y ont été effectués au cours des dernières années :

a) Un marais en lobes de 4 500 m², excavé dans la plaine inondable, connecté à la rivière des Prairies. Ce marais a été réalisé par la ville de Terrebonne (Lachenaie), en vertu de la Loi (fédérale) sur les Pêches, en compensation de pertes d'habitat du poisson encourues lors de la construction de la digue construite pour protéger des crues le secteur résidentiel situé à l'ouest du site.

b) Un marais de 4 400 m², également excavé dans la plaine inondable, connecté au fossé pluvial longeant l'A-40. Le ministère des Transports avait confié à la ville de Terrebonne la réalisation de cet aménagement pour compenser des pertes temporaires d'habitat du poisson lors de la réfection du pont Le Gardeur. Un bassin de sédimentation a également été construit par la ville de Terrebonne, dans la partie amont du fossé pluvial pour y réduire les interventions d'entretien et la perturbation des habitats aquatiques.

Combinés, ces deux aménagements forment près d'un hectare d'habitat du poisson au cœur du segment prairie. La vocation faunique de ce secteur sera complétée par la renaturalisation de boisés, d'arbustales et de prairies compatibles avec les activités récréatives et le concept d'ouverture sur la rivière des Prairies.

Les travaux de réparation du pont Charles-De Gaulle n'affecteront pas directement ces milieux. Des mesures de prévention seront quand même mises en place afin d'éviter tout impact direct tel que des barrières. Les mesures d'atténuation permettront de réduire des impacts indirects, tel qu'effectuer les travaux à l'extérieur de la période de reproduction du poisson, limiter l'empiétement des ouvrages temporaires, le tout en réduisant et suivant la production des MES.



Le plan présente également un projet de développement immobilier résidentiel et commercial dans le secteur. Au moins trois (3) bassins de rétention sont prévus dans l'aire de conservation et le parc nature afin de capter les eaux pluviales de la zone de développement et de drainer celles-ci en deux bassins versants. Cette eau sera par la suite réacheminée vers le ruisseau de Feu et la rivière des Prairies. La qualité des eaux des émissaires fluviaux sera conforme aux normes du MELCC. Dans le site à l'étude, deux secteurs de haute densité incluant des tours d'habitation avec vue sur la rivière des Prairies seront construits. Entre 500 et 700 unités de logement avec aires de détente et de loisirs privés y sont prévues. Les résidents auront accès direct aux aménagements de conservation, aux sentiers pédestres et aux pistes cyclables. Il y est également prévu d'aménager un sentier multifonctionnel qui passe en dessous du pont.

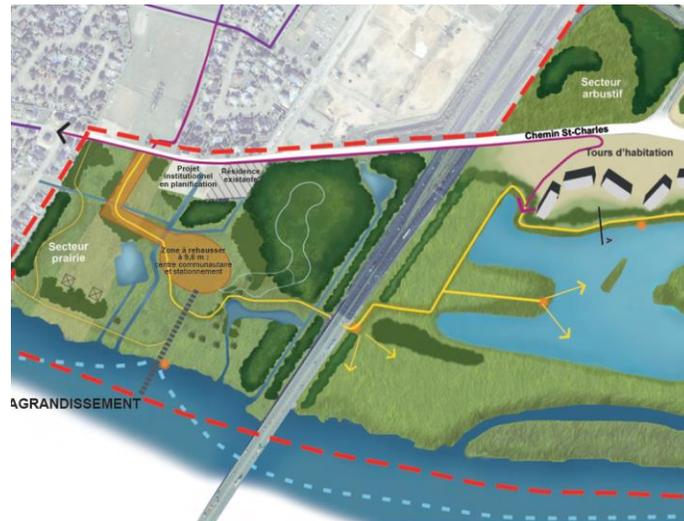


Ultimement, le plan de conservation et de mise en valeur prévoit la création d'un site à usages multiples, soient de type résidentiel, commercial, récréatif et de conversation. Selon ce plan, la gestion dynamique du territoire du ruisseau de Feu assure la protection des aménagements fauniques. Ce projet fait toutefois face à des enjeux de proximité et d'accessibilité abondante qui pourraient affecter le volet conservation du site.

Pour répondre à ces enjeux, le plan prévoit améliorer et préserver les milieux naturels tout en appliquant une approche écotouristique qui soit minimale, compatible aux milieux naturels et qui sensibilise la population qui la fréquente. Les secteurs prairies et A-40 auront, en raison de leur faible potentiel d'aménagement faunique, une vocation d'accueil des infrastructures et de soutien aux activités récréatives et d'interprétation. Les secteurs destinés à accueillir les aménagements fauniques ont un zonage de conservation. Les secteurs marais, marécage et forêt accueilleront également des aménagements destinés à soutenir et à encadrer les activités récréatives. Des infrastructures d'interprétation et d'éducation viendront sensibiliser les visiteurs aux fonctions écologiques du lieu et à l'importance du maintien de son équilibre. Le secteur marais verra également l'implantation de sentiers multifonctionnels faisant le lien entre le secteur prairie et le cœur des aménagements fauniques à l'extrémité est du secteur marais. Des installations destinées à soutenir les activités récréatives et éducatives telles que belvédères et tours d'observation, sentiers sur pilotis et aires de repos sont prévues.

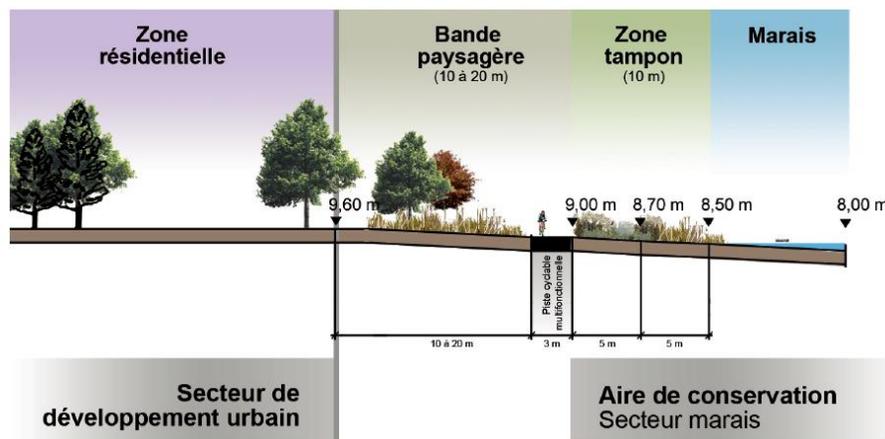
Des aménagements liés à des activités d'interprétation et axés vers l'exploitation de canots rabaskas (6 à 12 canoteurs) et de petits bateaux de croisière (électrique, capitaine-animateur, 10 passagers) permettront d'exploiter le potentiel écotouristique de la rivière des Prairies.

Les aménagements du site du ruisseau de Feu pourraient aussi accueillir une flotte de bateaux électriques conçus pour la pêche. Le site du ruisseau de Feu, spécifiquement la partie « frayère », sera interdit à la pêche, mais les plans d'eau avoisinants sont tous propices à cette activité. Il est intéressant d'offrir des services aux pêcheurs.



	LIMITES DE LA ZONE D'ÉTUDE
	SENTIER MULTIFONCTIONNEL
	PISTE CYCLABLE
	SENTIER PIÉTONNIER
	SENTIER PIÉTONNIER GLACÉ EN PÉRIODE HIVERNALE
	LIEN NAUTIQUE
	ACCÈS RIVERAIN
	LIMITE PARC NATURE
	POINT D'OBSERVATION
	POINT D'INTERPRÉTATION
	VOIE MIGRATOIRE
	ZONE POTENTIELLE DE LOCALISATION DU BÂTIMENT DE SERVICES

Une préoccupation particulière est accordée au traitement de l'interface entre le secteur marais et les zones résidentielles. Une bande tampon et un traitement paysager viendront contrôler et encadrer les accès piétonniers et cyclables depuis les secteurs urbains de façon à maintenir les fonctions des aménagements fauniques.



En termes de mise en œuvre, le plan prévoyait deux (2) types de travaux dans la zone de conservation :

- Des travaux d'aménagement faunique (par Canards Illimités et par le MRNF).
- Des travaux d'aménagement écotouristiques (par la ville et différents partenaires).

Les travaux d'aménagement projetés dans le secteur d'aménagement urbain comprennent notamment la réalisation des remblais requis pour immuniser le site contre les inondations et la construction d'infrastructures urbaines (égouts, aqueduc, voies de circulation, etc.). Ces travaux étaient prévus d'être réalisés sur une période de 3 ans (2007-2010).

Les travaux d'aménagement faunique (marais et marécage) comprennent la mise en place de diverses infrastructures telles que des digues, des structures de contrôle, des voies de migration et une station de pompage. Des travaux de plantation viendront compléter les aménagements fauniques. Ces travaux étaient prévus d'être réalisés sur une période de 3 ans (2007-2010), selon les disponibilités financières.

Les travaux d'aménagement écotouristiques comprennent l'aménagement d'un sentier multifonctionnel et d'un réseau de sentiers spécialisés, d'une aire d'accueil (stationnement, bâtiment, etc.) et d'un ensemble intégré de panneaux d'informations écotouristiques. Ces travaux étaient prévus d'être réalisés sur une période de 3 ans (2009-2012) et pourront débuter lorsque les aménagements fauniques seront terminés. Le contrôle de l'utilisation récréative du site devra aussi être réalisé pour favoriser les meilleures conditions de reproduction faunique.

À l'heure actuelle, tous les aménagements fauniques ont été effectués. Les travaux de réparation du pont ne toucheront pas directement ces milieux. Il reste



les aménagements récréatifs et de mise en valeur à compléter. Le concept de ces aménagements n'entre pas en conflit avec celui du présent projet. À court terme, la ville de Terrebonne prévoit la construction d'une passerelle, d'un abri à interprétation ainsi qu'une tour dans le secteur marais. Le ministère a déjà présenté le projet de réparation du pont Charles-De Gaulle à la ville de Terrebonne. La communication sera maintenue afin que les travaux de réparation du pont et ceux des aménagements de la Ville n'entrent pas en conflit.

QC-3.12

Article 46.0.5

Tel que mentionné en préambule, en vertu de l'article 46.0.11 de la LQE, l'autorisation du gouvernement détermine si une contribution financière est exigible en vertu de l'article 46.0.5 ou si le paiement de cette contribution financière peut être remplacé, en tout ou en partie, par des travaux visant la restauration ou la création de milieux humides ou hydriques.

- 1) La compensation est l'étape ultime de la séquence « éviter-minimiser-compenser » qui, selon l'article 46.0.1 de la LQE, doit faire partie de la conception des projets susceptibles d'entraîner des pertes de MHH. L'initiateur doit démontrer comment cette séquence a été appliquée dans l'élaboration de son projet.
- 2) À la section 6.1f, le MTQ s'est engagé à compenser les pertes de MHH, soit par des travaux de restauration ou de création de MHH, soit par le paiement d'une contribution financière, calculée avec la méthode présentée à l'annexe 1 de la LCMHH ou à la réglementation en vigueur.

À cet effet, le Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques (RCAMHH) est entré en vigueur le 20 septembre 2018. L'article 6 de ce règlement contient une formule mathématique qui permet de calculer le montant de la contribution financière. L'étude d'impact doit comprendre les renseignements nécessaires à l'estimation des paramètres de cette formule, et ce, nonobstant l'intention, ou non, de présenter en remplacement, des travaux visant la restauration ou la création de MHH.

Pour ce faire, l'initiateur doit, pour chaque MHH affecté, évaluer l'état initial des trois composantes : végétation, sol et eau et évaluer l'impact de son projet sur chacune des trois composantes, selon les spécifications des annexes II et III du RCAMHH. Par ailleurs, si l'initiateur opte pour compenser par la réalisation de travaux visant la restauration ou la création de MHH, il devra présenter un plan préliminaire des travaux envisagés, au plus tard à l'étape de l'acceptabilité environnementale du projet. À cet effet, mentionnons que la réalisation de travaux à l'intérieur du bassin versant où sont situés les milieux atteints est à prioriser.



Réponse :

- 1) La réparation des éléments de la structure ne peut pas être évitée puisqu'il est important d'assurer la durabilité de la structure pour l'usage et la sécurité de la population. Les travaux sont toutefois planifiés de manière à réduire les impacts sur l'environnement en, notamment, respectant les périodes de restrictions, en limitant les empiétements et en remettant en état les lieux. L'enrochement de sept semelles et la surépaisseur en béton du fût de certaines piles sont inévitables pour la durabilité de ces éléments. Une compensation est prévue pour la superficie affectée dans le littoral. Tel que mentionné à la question 3.1, le ministère évalue actuellement la possibilité de réduire cet empiétement permanent au strict minimum en limitant l'enrochement à l'intérieur des batardeaux.
- 2) *Le MTQ s'engage à fournir les informations nécessaires au calcul de la contribution financière à l'étape de l'analyse environnementale. Si le MTQ envisage la possibilité de compenser l'empiétement permanent par la réalisation de travaux visant la restauration ou la création de milieu humide et hydrique, le MTQ s'engage à présenter au MELCC un plan préliminaire du projet de compensation à l'étape de l'analyse environnementale.*

QC-3.13

À la section 6.2.1, les principaux aléas naturels découlant des changements climatiques pour ses produits et services sont énumérés. L'initiateur mentionne également qu'il a commencé l'ajustement de ses pratiques, notamment en majorant les débits pour la conception d'ouvrages d'art pour les bassins de 25 km² et moins et estime que les changements climatiques n'influenceront pas la conception de son projet, étant donné qu'il est situé sur un cours d'eau de plus de 25 km². Avant de conclure que les changements climatiques n'influencent pas la conception d'un projet, l'initiateur doit réaliser une analyse des impacts et des risques anticipés des changements climatiques sur son projet et le milieu d'implantation. Le document « Complément d'information pour la prise en compte des changements climatiques » disponible sur le site internet du Ministère à l'adresse suivante présente la démarche suggérée et des références pertinentes.

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/evaluations/directive-etude-impact/Changements-climatiques.pdf>

Dans le cadre du présent projet, les aléas suivants doivent être considérés, afin d'assurer une meilleure résilience de celui-ci dans un contexte de changements climatiques :

- **Augmentation de la fréquence et de l'intensité des pluies abondantes :**
Cet aléa peut entraîner le dépassement des capacités de gestion des eaux de pluie. Cet aspect est d'autant plus important, qu'il est indiqué à la section 4.6 du document complémentaire, que le système de drainage aux culées est déficient.



L'initiateur doit démontrer que la modification du système de drainage envisagée tient compte des changements climatiques.

▪ **Changements du régime hydrologique :**

Cet aléa touche le projet, puisqu'il se situe dans une zone à risque d'inondation. Le rapport de caractérisation biologique (annexe 3 de l'étude d'impacts) de 2013 indique la présence d'une zone inondable 0-20 ans en rive gauche (Terrebonne). L'initiateur doit s'assurer que ces cotes d'inondation sont à jour et, si possible, présenter les cotes d'inondation en climat futur.

Notamment, l'initiateur doit :

- 1) Décrire les conditions climatiques et hydrologiques historiques et projetées, ainsi que les aléas climatiques observés et futurs qui pourraient porter atteinte au projet et au milieu où il sera implanté. Il doit aussi indiquer si le projet est situé dans une zone sensible aux changements climatiques, telle qu'une zone inondable.
- 2) Identifier les composantes du projet susceptibles d'être affectées par ces aléas ainsi que les conséquences pour le projet et le milieu récepteur.
- 3) Indiquer de quelle façon les aléas climatiques anticipés sur le milieu récepteur et les impacts potentiels sur le projet ont été pris en compte dans la détermination et l'analyse des variantes.
- 4) Expliquer comment les aléas identifiés sont pris en compte dans la conception des ouvrages et des infrastructures projetés. Par la suite, les risques pour le projet et le milieu récepteur doivent être évalués.

Réponse :

Les impacts appréhendés des changements climatiques sur la structure selon les variables climatiques et les aléas naturel appréhendés

Au Québec, les infrastructures de transports sont déjà affectées par de nombreux aléas naturels. D'ailleurs, ces aléas naturels sont influencés par les changements climatiques, qui modifieront leur intensité, leur durée et leur fréquence. La Direction de la sécurité civile du MTQ a produit en 2018 un document synthèse des impacts appréhendés des changements climatiques sur les infrastructures de transport et les services du Ministère. Ce document est joint en annexe. Ce document présente et décrit les variables climatiques et les aléas naturels qui ont et/ou pourraient avoir un impact sur les infrastructures et les services du Québec. Dans la synthèse, les données projetées de températures et de précipitations proviennent du scénario RCP 8.5, à moins d'indications contraires. Il s'agit du scénario aux émissions de GES fortes et continues.

À l'annexe 1 de ce document, il y a un tableau offrant une synthèse détaillée des impacts des variables climatiques et des aléas naturels sur les infrastructures de transport et les services du Ministère dans un contexte de changements climatiques pour une projection d'ici 2050, toujours pour un scénario RCP 8.5. Les informations sont



présentées selon quatre zones de référence, dont le Sud où se trouve le projet de réparation du pont Charles-De Gaulle, et le mode de transports, routier dans le cas présent. Le projet est situé dans une zone sensible aux changements climatiques, telle qu'une zone inondable. La délimitation des plaines inondables est présentée en annexe. Cette information provient des données 2019 de la Communauté métropolitaine de Montréal. On remarque que les variables climatiques et les aléas naturels affectent la pérennité, l'entretien et la sécurité des infrastructures de type chaussée. Les fondations ainsi les structures métalliques et de béton d'un pont sont quant à elles davantage affectées par les aléas naturels.

Étant donné l'importance de cet axe routier et la nécessité d'en assurer la sécurité, aucune solution de rechange aux activités de réparation des piles n'est envisagée. Tel que mentionné à l'annexe 1 du document synthèse, les déficiences observées sur le pont (la chaussée, les éléments d'acier et de béton, les fondations, etc.) pourraient être exacerbées par les variables climatiques et par les aléas naturels si aucune intervention n'est effectuée.

Changement du régime hydraulique au niveau du pont Charles-De Gaulle

Bien que les modèles climatiques prédisent une augmentation des pluies, la quantité d'eau entraînée par la fonte des neiges réduira. Toutefois, pour ce type de travaux, ce sont plutôt les crues qui doivent être considérées.

L'apport en eau au pont à l'étude se fait à partir de la rivière des Prairies, de la rivière des Mille Îles et de la rivière L'Assomption. Les rivières des Prairies et des Mille Îles convergent en amont du pont Charles-De Gaulle. Le confluent avec la rivière L'Assomption se situe entre le pont Charles-De Gaulle et le pont Le Gardeur. La rivière des Prairies rejoint ensuite le fleuve Saint-Laurent. L'apport en eaux se fait donc par trois affluents.

Selon l'Atlas hydroclimatique du Québec de 2018, peu importe l'horizon ou le scénario (RPC 4.5 ou RPC 8.5), il y aurait une baisse de débits des crues printanières pour la rivière l'Assomption.

La rivière des Prairies et la rivière des Mille Îles sont des exutoires du Lac des Deux Montagnes. L'affluent principal du lac est la rivière des Outaouais. Il n'y a pas encore de consensus sur les débits de la rivière des Outaouais dans un contexte de changements climatiques. Le bassin versant est complexe et immense. Il présente deux pics de crues distincts au printemps ayant des sources et des causes différentes. La partie amont du bassin versant est sous gestion par des barrages alors que la partie aval présente davantage de barrages au fil de l'eau et est très peu contrôlée.

Selon l'Atlas hydroclimatique du Québec de 2018, pour l'horizon 2050 et le scénario RCP 8.5, la grande majorité des tributaires de la rivière des Outaouais au Québec indiquent une baisse de débit des crues printanières ou une absence de consensus. Pour l'horizon 2080, les diminutions sont davantage marquées dû à la diminution majeure des couverts de neige.



Malgré les indications de l'Atlas qui semblent sous-entendre que les débits pourraient diminuer, il faut quand même considérer d'autres facteurs qui pourraient générer des crues plus importantes. En effet, les rivières pourraient voir leurs crues diminuer en général de manière individuelle, mais la réponse de la rivière des Outaouais en général (durée de la fonte, moment des deux pics de crue, capacité de rétention des ouvrages en amont, etc) pourrait tout de même engendrer un maintien des débits actuels ou des débits futurs plus importants.

Dans cet ordre d'idée, selon un rapport du centre ESCER (2018), la crue de 2017 a été le résultat d'une combinaison de facteurs. Ces facteurs sont :

- Maintien des températures au-delà du point de congélation en avril de jour comme de nuit
- Augmentation des cumuls mensuels et saisonniers de précipitations avant l'événement
- Occurrence plus importante des jours humides pour la période hiver-printemps
- Intensité des précipitations au moment de la crue

Dans un contexte de changements climatiques, ces facteurs pourraient se combiner plus aisément lors de la période de la fonte printanière, créant des conditions propices à des crues majeures. Ces crues ne seront cependant pas nécessairement plus importantes que les crues observées en 2017 et 2019. De plus, ces données ont été intégrées dans l'analyse statistique pour l'évaluation des débits de crue.

Les eaux à l'endroit de la rivière des Prairies proviennent majoritairement de la rivière des Outaouais. Cette dernière ne fait pas partie de l'étude. Toutefois, bien que la tête de son bassin se situe plus au nord, un statu quo ou une diminution des débits journaliers maximaux est prévu pour l'ensemble de ses tributaires étudiés et présentés dans l'Atlas. On peut donc s'attendre à un statu quo ou à une diminution des crues. Les débits actuels sont considérés dans l'étude.

Le niveau du Fleuve contrôle le niveau d'eau à l'endroit du pont. Aucune étude concernant l'impact de changement climatique sur les niveaux d'eau du fleuve lors des crues n'existe à notre connaissance puisque la modélisation hydrologique peut s'avérer très laborieuse. En absence de données, les niveaux actuels du fleuve sont considérés dans l'étude hydraulique.

Aléas naturels et variables climatiques pouvant affecter les déficiences observées au pont Charles-De Gaulle et les travaux permettant d'assurer la pérennité de la structure.

Le tableau 7 explique comment les travaux prévus au pont Charles-De Gaulle permettent de répondre aux variables climatiques et aux aléas naturels qui peuvent affecter les différentes déficiences du pont. Toutefois, certaines réparations visent à rétablir les éléments à leur état d'origine alors que d'autres offrent une meilleure résistance aux changements climatiques à la structure comparativement à l'état

d'origine. Ainsi ce ne sont pas toutes les réparations qui permettent de rendre la structure résistante aux variables climatique et aux aléas naturels.

Par exemple, concernant le drainage du tablier, l'eau de pluie accumulée sur le tablier est déversée directement sous le tablier via des drains. Le nombre de drains est établi en fonction de la surface à couvrir et de la pente de l'ouvrage. Dans le cas de ce projet, outre le nettoyage des drains qui sera effectué lorsque requis, aucune modification de ceux-ci n'a été prévue.



Figure 7 : Drainage du tablier du pont Charles-De Gaulle

Le système de drainage sera quant à lui modifié au niveau des culées. Ces travaux permettront d'augmenter la durée de vie des éléments de fondations puisqu'elles sont actuellement éclaboussées lors de chacune des pluies et à la fonte de la neige (incluant les sels de déglacage). Un nouveau système sera conçu de manière à acheminer la même quantité d'eau que le système à remplacer, mais permettra de protéger ces éléments de fondation. L'eau qui parcourt actuellement ce système est déversée dans un puisard; ce dernier n'est pas visé par nos travaux.



Figure 8 : Drainage des culées creuses du pont Charles-De Gaulle

Le remplacement des plaques d'avant-bec à la suite de la réparation des fûts et l'ajout d'empierrement au niveau des semelles des piles permettra à la structure de mieux résister aux forces engendrées par le cours d'eau.

Sommes toutes, les travaux de réparation prévus dans le cadre de ce projet pour le pont Charles-De Gaulle permettront d'assurer la pérennité de la structure en réparant les déficiences et les problématiques associées à la détérioration observée au fil des années. Selon un cycle de réfection et d'entretien standard, le concepteur estime que les travaux de réparation offriront une durée de 20 ans de plus à la structure.

Tableau 7 : Aléas naturels et variables climatiques pouvant affecter les déficiences observées au pont Charles-De Gaulle et les travaux permettant d'assurer la pérennité de la structure.

Variables climatiques et aléas naturels	Déficiences	Travaux
Aléa naturel : Cycles de gel-dégel	Présence de fissures sur les piles. Éclatement du béton révélant des armatures corrodées.	Réparation (avec et sans surépaisseur) du béton et imperméabilisation des piles
	Fissures transversales avec des traces d'efflorescence, de rouille et d'humidité en-dessous du tablier.	Scellement des fissures Nettoyage des poutres-caissons Remplacement de la membrane d'étanchéité à certains endroits Travaux au niveau des joints de dilatation
Aléas naturels : Inondation et mobilité des cours d'eau	Corrosion des plaques d'avant-bec de piles	Remplacer la plaque d'avant-bec des piles réparées
	Affouillement de certaines semelles Érosion des piles par abrasion dans la zone de marnage.	Enrochement de certaines semelles
Aléas naturels : Cycles de gel-dégel et précipitations extrêmes	Plusieurs déficiences aux culées creuses notamment : infiltration d'eau, délaminage, présence d'armature visible et corrodée, de fissures et d'ouvertures dans les murs des culées.	Réparation et imperméabilisation des murs de front de chaque culée et des murs en retour de la culée du côté Montréal Canalisation de l'eau pour améliorer le drainage du mur de font de la culée du côté Terrebonne en évitant que l'eau soit directement évacuée à la surface du béton Obturation permanente des ouvertures dans les murs

Variables climatiques et aléas naturels	Déficiences	Travaux
		<p>des culées.</p> <p>Nettoyage des auges de drainage</p> <p>Nettoyage des dalots des joints de dilatation</p>
<p>Variable climatique : Précipitations Aléas naturels : Températures extrêmes et cycles de gel-dégel</p>	<p>Fissures de la dalle au-dessus du tablier</p>	<p>Décapage ciblé et la mise en place d'un nouvel enrobé.</p> <p>Réparation locale (sans surépaisseur) de la glissière latérale</p> <p>Installation de plaques de protection au-dessus de la glissière médiane pour limiter l'infiltration d'eau au niveau du joint central longitudinal</p>
<p>Variable climatique : Précipitations Aléas naturels : Températures extrêmes et cycles de gel-dégel</p>	<p>Mauvais drainage de la structure et des approches.</p> <p>Configuration des talus non conformes aux normes actuelles</p>	<p>Nettoyage des fossés et des drains nécessaires afin de remettre en état optimal le drainage.</p> <p>Reprofilage des talus</p>

Prise de compte des changements climatique dans la planification des travaux

La section 3.4 de l'étude d'impact présente les variantes d'intervention pour les travaux au niveau des piles immergées. Globalement, il ressort de l'analyse des variantes qu'il est préférable de réaliser l'ensemble des travaux à sec. L'entrée d'eau de la zone des travaux pourrait être dangereuse pour les travailleurs, ralentir les travaux, augmenter les coûts et complexifier les tâches ce qui aurait pour impact d'augmenter également les risques environnementaux.

Ainsi, la variante 2 a été choisie dans l'étude d'impact puisqu'il n'y a pas de travaux en eau avec plongeurs, ce qui est plus économique et l'empiètement total dans le cours d'eau est moindre. La variante 2 opte pour la mise en place de batardeaux en palplanche autour de toutes les piles centrales. L'étude d'impact mentionne toutefois que l'installation de batardeaux en palplanches autour des piles est dispendieuse et en cas d'une hausse du niveau de l'eau, le dégagement nécessaire sous le pont pour la mise en place des palplanches (par battage), ne pourrait être assuré qu'autour des trois piles centrales (7, 8 et 9). Néanmoins, l'addenda 1 (QC-16) précise qu'il est peu probable que la submersion des ouvrages temporaires survienne au printemps en considérant que le débit de la rivière des Prairies est contrôlé par trois barrages. En ce qui concerne une crue éclair estivale, qui est la crue la plus rapide que l'on peut attendre, elle reste nettement inférieure à la crue de période de retour deux ans de type printanière. D'ailleurs, selon les stations hydrométriques de la rivière des Prairies et de la rivière des Mille Îles, le débit de crue 2 ans n'a jamais été atteint depuis 1970 entre le 1er août et le 31 décembre. La conclusion étant alors : même si une crue « rapide » se produisait l'été, elle ne peut raisonnablement pas atteindre le niveau de la crue deux ans. De plus, les batardeaux et les jetées seront conçus pour excéder le niveau des hautes eaux maximales annuelles moyennes pouvant survenir durant la période des travaux. L'addenda 1 (QC-16) mentionne également qu'un des plus importants arguments en faveur des jetées est la nécessité de réaliser les travaux de réparation à sec et qu'il n'est pas possible d'installer des batardeaux en raison d'un dégagement insuffisant sous le pont à ces endroits. De plus, l'accessibilité en barge nécessite un tirant d'eau minimum d'environ 2 m.

Ensuite, selon l'étude hydraulique de 2015, la présence d'embâcle et d'inondation causés par ceux-ci au droit de la structure fait qu'aucun ouvrage temporaire qui obstruerait la section d'écoulement ne doit être mis en place entre le 15 décembre et le 30 avril. Tout ouvrage temporaire mis en place et pouvant obstruer l'écoulement naturel devra être retiré avant le 15 décembre. Ainsi, advenant le cas où cette recommandation est maintenue dans l'étude hydraulique révisée, le MTQ exigera à l'entrepreneur, via les plans et devis, qu'aucun des ouvrages temporaires ne soient installés ou laissés en place entre le 15 décembre et le 30 avril. En dehors de cette période, l'installation des ouvrages temporaire ne devra pas rétrécir la largeur du cours d'eau de plus du tiers.

QC-3.14

Il est mentionné à la section 6.2.2 que l'estimation des GES pour la phase de construction du projet est basée sur les émissions d'un projet comparable, soit le pont Le Gardeur. Toutefois, l'estimation exclut les GES générés par les camions.



La raison évoquée est que leur ravitaillement ne se faisait pas directement au chantier. L'initiateur doit compléter l'évaluation des émissions de GES de son projet, en tenant compte des émissions associées aux camions durant la phase de construction. Le document en annexe présente la démarche détaillée, incluant notamment les sources d'émission de GES à considérer, le plan des mesures de réduction et le plan de surveillance des émissions de GES, ainsi que les formules de calcul proposées.

Réponse : Il est demandé au MTQ de compléter l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre (GES) du projet, en tenant compte des émissions associées aux camions durant la phase de construction. Dans le document complémentaire déposé en juin 2019, l'estimation des émissions de GES n'incluait effectivement pas les émissions générées par le camionnage durant les travaux puisque plusieurs données requises aux fins de l'évaluation ne sont actuellement pas connues. Bien que le Ministère dispose des quantités approximatives de matériaux requis pour les travaux, il ne dispose d'aucune information concernant leur provenance ni sur le type de véhicule utilisé pour leur transport.

Dans ce contexte, le Ministère peut proposer une estimation des émissions de GES associées au camionnage, mais elle sera basée sur plusieurs hypothèses. De plus, elle se fera précisément sur le transport de la pierre puisqu'il s'agit de la principale matière à transporter durant les travaux et qu'il est difficile de poser des hypothèses pour les autres activités de camionnage.

Ainsi, pour les fins de l'estimation, les hypothèses suivantes sont posées :

Q_{pierre} = quantité de pierre = 2 590 t ;

Ch = capacité de chargement par camion = 18 t ;

C = consommation moyenne de diesel = 0,5 L/km ;

D = distance aller-retour entre site des travaux et site d'approvisionnement = 60 à 200 km;

Sur la base de ces hypothèses, la consommation en carburant pour le transport de la pierre pourrait varier de 4 317 L à 14 389 L en fonction de l'emplacement de la carrière. Voici le détail du calcul :

Quantité de carburant transport = (Q_{pierre}/Ch) x D x C

Quantité de carburant transport min = (2 590 t / 18 t) x 60 km x 0,5 L/km = 4 317 L

Quantité de carburant transport max = (2 590 t / 18 t) x 200 km x 0,5 L/km = 14 389 L

En considérant le facteur d'émission pour le diesel (2 729 gCO₂ éq/L) tiré de la Démarche à suivre pour l'évaluation des impacts du projet sur les émissions de GES du MELCC, l'estimation des émissions de GES associées au transport de la pierre varie de 11,78 et 39,27 tonnes CO₂ éq. Voici le détail du calcul :

Émission de GES transport = Quantité de carburant x Facteur d'émission

Émission GES transport min = 4 317 L x 2 729 gCO₂ éq/L = 11,78 tonnes CO₂ éq

Émission GES transport max = 14 389 L x 2 729 gCO₂ éq/L = 39,27 tonnes CO₂ éq

L'estimation globale de 1 454 tonnes de CO₂ éq présentée dans le document déposé en juin 2019 a été revue selon la Démarche à suivre pour l'évaluation des impacts du projet sur les émissions de GES du MELCC. Le facteur d'émission utilisé pour le carburant diesel est 2 729 gCO₂ éq/L et 2 331 gCO₂ éq/L pour l'essence à bateau. Considérant une consommation globale de 492 000 L de diesel (6000 L x 82 semaines) et de 49 200 L d'essence (600 L x 82 semaines), les émissions de GES excluant le transport de la pierre seraient de 1 457 tonnes de CO₂ éq.

En ajoutant les émissions générées par le transport de la pierre calculées précédemment, les émissions globales de GES varieraient de 1 469 à 1 496 tonnes de CO₂ éq.

QC-3.15

À la section 7, l'initiateur précise que la durée des travaux sera de 82 semaines sur une période de 3 années. Bien qu'il évalue cet échéancier comme étant réaliste, il juge que le respect des périodes de restrictions pour la protection de la faune est une contrainte et génère un risque important à considérer dans la planification du projet. Afin de diminuer ce risque, il propose des mesures qui permettraient de réaliser certaines activités pendant les périodes de restrictions. À cet effet, l'initiateur devra tenir compte des éléments suivants dans l'élaboration du calendrier des travaux:

- La mise à l'eau et assemblage des barges avant le 1er août ne doit comporter aucun aménagement de structures temporaires en littoral (quais, jetées, etc.).
- La proposition concernant la période de protection des oiseaux migrateurs et du faucon pèlerin doit permettre de respecter l'article 26 de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune et de la Loi fédérale sur la convention sur les oiseaux migrateurs, c'est-à-dire éviter toute destruction ou dérangement des nids actifs.

L'initiateur doit, à la fin de chaque période de suivi des nichées et avant le début des travaux, transmettre au MELCC un rapport consignait les observations effectuées et la désignation de la date de début des travaux. Aussi, le protocole de suivi devra être présenté pour approbation à l'étape de l'acceptabilité environnementale.

- La réalisation d'un suivi comportemental des nichées ne permet pas d'assurer la protection de certains oiseaux. Par conséquent, les travaux sous le tablier du pont ne pourront se réaliser pendant la période de protection de la nidification des oiseaux migrateurs. Le calendrier devra tenir compte de cette contrainte.
- Le début des travaux dans l'habitat du poisson pendant la période de restriction représente un risque pour le poisson et le calendrier devrait tenir compte de cette contrainte. Toutefois, si l'initiateur souhaite réaliser certains travaux pendant cette période, il doit déposer une justification adéquate et une description des mesures proposées pour minimiser les impacts des travaux sur le poisson.

Réponse :

Le ministère s'engage à ce que la mise à l'eau et l'assemblage des barges avant le 1er août ne comporteront aucun aménagement de structures temporaires en littoral (quais, jetées, batardeaux, etc.).



Le ministère s'engage à ce que les travaux respectent l'article 26 de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune et de la Loi fédérale sur la convention sur les oiseaux migrateurs, c'est-à-dire éviter toute destruction ou dérangement des nids actifs.

Le ministère s'engage à transmettre à la direction territoriale du MFFP un rapport consignait les observations effectuées et la désignation de la date de début des travaux, à la fin de chaque période de suivi des nichées et avant le début des travaux. Un protocole de suivi sera présenté au MELCC et au MFFP pour approbation à l'étape de l'acceptabilité environnementale.

Il est possible d'effectuer des travaux en dessous du tablier pendant la période de nidification des oiseaux en respectant une distance minimale entre les travaux et les nids actifs. Cette distance est de 25 m pour les hirondelles à front blanc et de 100 m pour le faucon pèlerin. La période de nidification des hirondelles à front blanc est de mi-mars à mi-août et celle du faucon pèlerin est de mi-mars au 1^{er} septembre. Cette mesure a été mise en place et a été jugé efficace pour les travaux de réparation du pont de l'Île-aux-Tourtes.

Le ministère s'engage à respecter la période de restriction relative à l'habitat du poisson pour l'ensemble des travaux effectués dans le littoral. Toutefois, le ministère est d'avis qu'il est possible d'effectuer des travaux pendant la période de reproduction, soit, avant le 15 août et après le 15 juillet, afin de réduire la durée des travaux dans le littoral tout en réduisant les risques environnementaux. Par exemple, l'entrepreneur pourrait effectuer des travaux au sol dans le littoral lorsque le niveau de la rivière est à son niveau le plus bas. Ceci réduirait la durée des travaux étant donné que l'accès est beaucoup moins complexe ainsi que les risques environnementaux puisqu'il y aurait moins d'eau ou tout simplement pas d'eau à gérer. Ceci s'appliquerait notamment pour les piles 2 et 13.

3. QUESTIONS ET COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

QC-3.16

Considérant les multiples documents transmis ainsi que la longue période depuis leur dépôt, l'initiateur doit actualiser et déposer les tableaux traitant des impacts, des engagements et mesures d'atténuation.

Réponse :

Le tableau d'analyse des impacts ainsi que celui présentant les mesures d'atténuation présentées dans l'étude d'impact restent globalement les mêmes. Les documents fournis depuis le dépôt de l'étude d'impact viennent clarifier ces éléments. L'aspect principal qui a été modifié depuis l'émission de l'étude d'impact et de ses addendas est la superficie de l'empiètement en milieu humide et hydrique puisque le nombre de piles



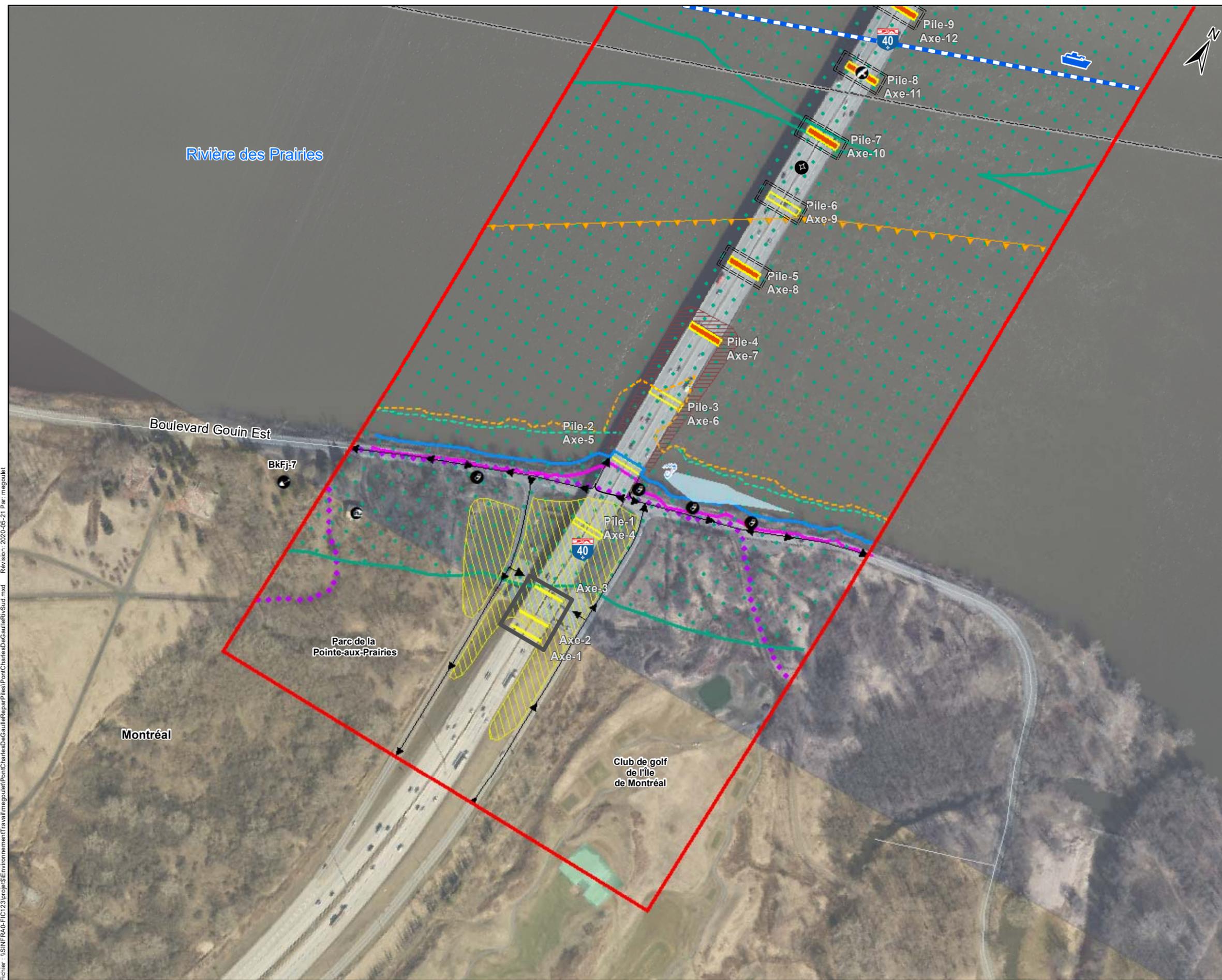
à enrocher a diminué depuis. Les impacts environnementaux et les mesures d'atténuation présentés dans l'étude d'impacts sont toujours valables.

La liste des engagements a toutefois évolué depuis; sa mise à jour est jointe en annexe.



ANNEXE 1 - CARTES DES EMPIÉTEMENTS APPROXIMATIFS DES AMÉNAGEMENTS EN MILIEU HUMIDE ET HYDRIQUE

FORMAT ORIGINAL : 11" x 17"
 Fichier : \\S:\NF-PDC-FCI\23\projets\Environnement\Travail\magnoulet\PontCharlesDeGaulleReparPiles\PontCharlesDeGaulleR\Visud.mxd Révision : 2020-05-21 Par : magnoulet

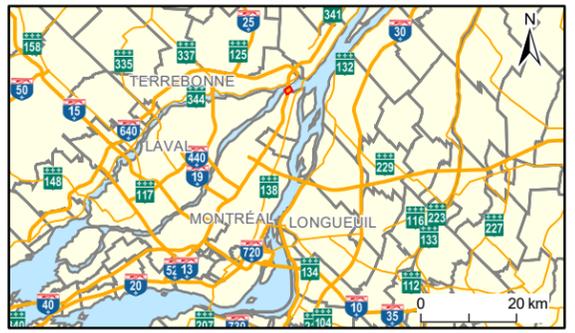


- Limites**
- Zone d'étude locale
 - Limite municipale
- Infrastructure**
- Pile du pont*
 - Culée du pont*
 - Chemin d'accès
 - Aire d'entreposage
- Milieu hydrique**
- Ligne naturelle des hautes eaux
 - Rive (Limite de 10 mètres)
 - Cours d'eau
 - Limite inférieure de l'herbier aquatique (recouvrement de 0 à 25%)
 - Limite inférieure de l'herbier aquatique (recouvrement de plus de 50 %)
- Milieu humide**
- Eau peu profonde
- Empiètement des aménagements**
- Configuration approximative de la jetée
 - Pile avec enrochement
 - Batardeau*
- Faune**
- Pêche en rive
 - Faucon pèlerin
 - Colonie d'Hirondelle à front blanc sur l'ensemble du pont
 - Couleuvre brune
 - Habitat de la Tortue géographique
- Patrimoine et archéologie**
- Site d'intérêt patrimonial (Maison Bleu)
 - Site archéologique
- Autres composantes**
- Piste cyclable
 - Voie navigable
 - Éco-territoire de la Trame verte de l'Est

* Localisation des piles, culées et batardeaux à titre indicatif

Sources :

- Orthophotos 2016
- Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNO), 2019
- Inventaire terrain : Dessau, Aménatech et G.R.E.B.E., 2013
- Canards Illimités Canada (2019)
- Cours d'eau : <http://donnees.ville.montreal.qc.ca>, 2016



Projet

Réparation du pont Charles-De Gaulle entre Montréal et Terrebonne

Titre

Empiètement approximatif des aménagements en milieu humide et hydrique - rive sud

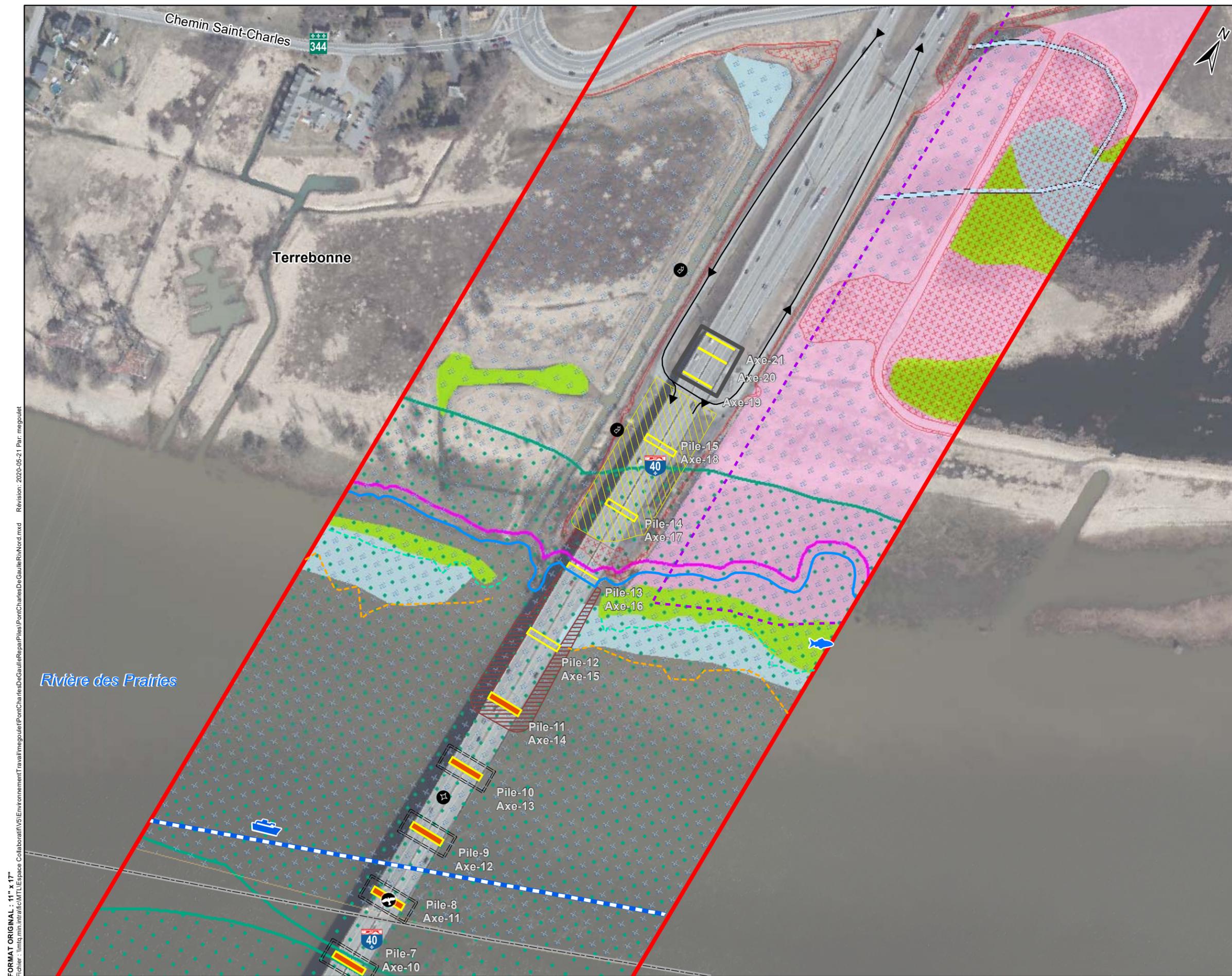
Préparé par : Ghyslain Pothier, Stantec
 Dessiné par : Mélanie Goulet, MTQ
 Vérifié par : Brenda Salmon Rivera, MTQ

N/D : 159210004-C0002-0A
 Échelle : 1:3 000
 Date : 25 février 2020

0 100 m

Projection MTM, fuseau 8, NAD 83

Transports Québec



- Limites**
- Zone d'étude locale
 - Limite municipale
- Infrastructure**
- Pile du pont*
 - Culée du pont*
 - Chemin d'accès
 - Aire d'entreposage
- Milieu hydrique**
- Ligne naturelle des hautes eaux
 - Rive (Limite de 10 mètres)
 - Zone inondable 0-20 ans
 - Zone inondable 20-100 ans
 - Cours d'eau**
 - Limite inférieure de l'herbier aquatique (recouvrement de 0 à 25%)
 - Limite inférieure de l'herbier aquatique (recouvrement de plus de 50%)
- Milieu humide**
- Eau peu profonde
 - Marais
 - Prairie humide
- Empiètement des aménagements**
- Configuration approximative de la jetée
 - Pile avec enrochement
 - Batardeau*
- Faune**
- Faucon pèlerin
 - Colonie d'Hirondelle à front blanc sur l'ensemble du pont
 - Couleuvre brune
 - Frayère
 - Habitat de la Tortue géographique
- Autres composantes**
- Projet du parc faunique du Ruisseau-de-Feu
 - Voie navigable
- * Localisation des piles, culées et batardeaux à titre indicatif
 ** Cours d'eau intermittents localisés par photointerprétation (2013) par la ville de Terrebonne

Sources :

- Orthophotos 2016
- Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNO), 2019
- Inventaire terrain : Dessau, Aménatech et G.R.E.B.E., 2013
- Canards Illimités Canada (2019)



Projet

Réparation du pont Charles-De Gaulle entre Montréal et Terrebonne

Titre

Empiètement approximatif des aménagements en milieu humide et hydrique - rive nord

Préparé par: Ghyslaine Pothier, Stantec
 Mise à jour: Mélanie Goulet, MTQ
 Vérifié par: Brenda Salmon Rivera, MTQ

N/D : 159210004-C0001-0A
 Échelle : 1:3 000
 Date : 25 février 2020

0 100 m
 Projection MTM, fuseau 8, NAD 83

Transports Québec

FORMAT ORIGINAL : 11" x 17"
 Fichier : \\mtq.mn.intra\clic\MTL\Espace Collaboratif\VS\Environnement\Travail\megoulet\PontCharlesDesGaullesReparPiles\PontCharlesDesGaullesRivNord.mxd Révision: 2020-05-21 Par: megoulet



**ANNEXE 2 - DOCUMENT SYNTHÈSE DES
IMPACTS APPRÉHENDÉS DES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES
INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET
LES SERVICES DU MINISTÈRE (MTQ,
2018)**

MINISTÈRE DES TRANSPORTS, DE LA MOBILITÉ
DURABLE ET DE L'ÉLECTRIFICATION DES TRANSPORTS

**Synthèse des impacts appréhendés
des changements climatiques sur les
infrastructures de transport et les
services du Ministère**

Direction de la sécurité civile

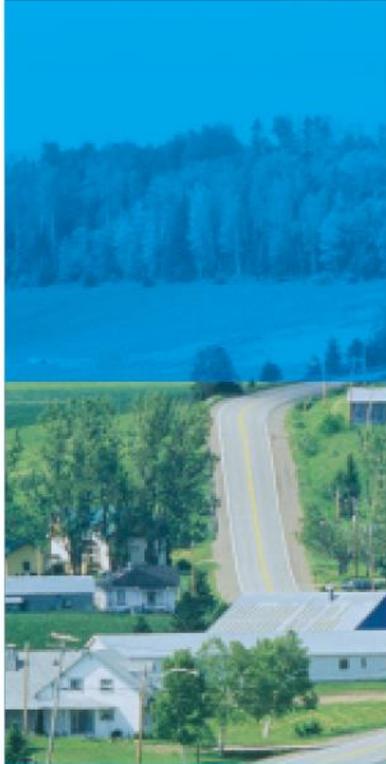


Table des matières

Remerciements	7
Glossaire	9
1. Généralité	12
1.1 Contexte.....	12
1.2 Applications.....	12
2. Ministère	13
2.1 Missions	13
2.2 Produits, services et infrastructures.....	13
3. Changements climatiques et aléas naturels	14
3.1 Introduction.....	14
3.2 Variables climatiques et leurs impacts appréhendés sur les infrastructures de transports et les services du Ministère	17
3.2.1 Températures	17
3.2.2 Précipitations	18
3.2.3 Conditions hivernales.....	19
3.3 Aléas naturels et leurs impacts appréhendés sur les infrastructures de transport et les services du Ministère	20
3.3.1 Températures extrêmes.....	20
3.3.2 Précipitations extrêmes.....	21
3.3.3 Cycles de gel-dégel	22
3.3.4 Avalanches	23
3.3.5 Dégel du pergélisol	24
3.3.6 Inondations et mobilité des cours d'eau	25
3.2.7 Glissements de terrain	27
3.2.8 Érosion côtière et submersion.....	28
4. Conclusion	30
Annexe 1 : Synthèse détaillée des impacts des variables climatiques et des aléas naturels sur les infrastructures de transport et les services du Ministère dans un contexte de changements climatiques.	33
Références	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Évolution projetée de la moyenne de la température de l'air à la surface du globe et de l'élévation du niveau moyen des mers pour le milieu et la fin de XXI ^e siècle par rapport à la période de référence 1986-2005 (GIEC, 2013).	14
Tableau 2 : Termes servant à indiquer la probabilité (GIEC, 2013).	15
Tableau 3 : Historique des sinistres récents ayant affecté les infrastructures de transport.....	15
Tableau 4 : Impacts des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050 (CEHQ, 2015a).....	25
Tableau 5 : Résultats, en pourcentage, des simulations de la variation de température sur les conditions de glaces pour la période 1996-2003 et des projections en conditions futures (Senneville et Saucier, 2007).....	28

Liste des figures

Figure 1 : Quatre zones de référence utilisées par Ouranos (2014).	16
Figure 2 : Précipitations totales annuelles observées pour la période 1971-2000 (panneau gauche) et projetées pour l'horizon 2050 (panneau droit) (Ouranos, 2014).	18
Figure 3 : Localisation des aéroports du Ministère et distribution du pergélisol au Nunavik (Boucher et al., 2010). Pergélisol continu (bleu), pergélisol discontinu (vert) et pergélisol sporadique (jaune).	24

REMERCIEMENTS

La Direction générale de la sécurité civile et de la veille opérationnelle du Sous-ministériat aux territoires tient à remercier toutes les directions et les personnes qui ont participé à la révision scientifique de cette synthèse et qui ont fourni de nombreux commentaires et suggestions.

Sous-ministériat à l'ingénierie et aux infrastructures :

- Direction des chaussées
- Direction de la géotechnique et de la géologie
- Direction de la conception des structures
- Direction de l'hydraulique
- Direction de la coordination de la recherche et de l'innovation

Sous-ministériat à l'électrification des transports, à la sécurité et à la mobilité :

- Direction du transport maritime
- Direction du transport ferroviaire

Sous-ministériat à l'exploitation aérienne et aéroportuaire :

- Bureau de coordination du Nord-du-Québec

Sous-ministériat aux territoires :

- Direction de l'exploitation routière
- Direction générale principale de la région métropolitaine de Montréal
- Direction générale du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine
- Direction générale de la Mauricie et du Centre-du-Québec
- Direction générale de la Chaudière-Appalaches
- Direction générale de la Côte-Nord
- Direction générale du Saguenay-Lac-Saint-Jean-Chibougamau
- Direction générale de la Capitale-Nationale
- Direction générale de la Montérégie
- Direction générale des Laurentides-Lanaudière
- Direction générale de l'Outaouais
- Direction générale de l'Estrie
- Direction générale de l'Abitibi-Témiscamingue



GLOSSAIRE

Aléa : Phénomène, manifestation physique ou activité humaine susceptible d'occasionner des pertes de vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement. Les aléas peuvent être d'origine naturelle ou anthropique.

Aggradation : Accumulation de sédiments dans le lit d'un cours d'eau lorsque l'apport en sédiment excède les capacités de transport du cours d'eau.

Autoroute : Voie de communication à chaussées séparées, exclusivement réservées à la circulation rapide, ne comportant aucun croisement à niveau et accessible seulement en des points aménagés à cet effet.

Avulsion : Processus naturel de relocalisation du tracé du cours d'eau.

Carapace de glace : Formation de glace développée sur une falaise rocheuse et/ou meuble grâce aux eaux de ruissellement ou aux chutes d'eau. Les carapaces de glace, aussi appelée glaces de paroi ou glacières, se forment lorsque la glace recouvre la paroi rocheuse d'une couche plus ou moins épaisse de glace.

Crue : Augmentation importante du débit (et par conséquent du niveau) d'un cours d'eau, le plus souvent attribuable aux apports verticaux : la fonte de la neige ou les précipitations sous forme liquide.

Cycle de gel-dégel : Phénomène observé lorsque la température minimale de la journée est inférieure à 0 °C et lorsque la température maximale de la journée est supérieure à 0 °C. Il est possible que les cycles de gel-dégel surviennent lors de redoux hivernaux.

Équivalent en eau de la neige : Quantité d'eau recueillie par la fonte de la neige, habituellement exprimée en millimètre. Souvent, un rapport de 10 pour 1 peut être utilisé pour déterminer l'équivalent en eau de la neige. Ainsi, 1 centimètre de neige équivaut à environ 1 millimètre d'eau.

Érosion côtière : Phénomène d'ajustement de la côte qui entraîne une perte de substrat par des processus marins, terrestres ou aériens. L'érosion peut être verticale (abaissement de la plage) ou horizontale (perte de terrain côtier).

Étiage : Période de faible débit.

Fissuration : Mécanisme de dégradation des chaussées souples. Il existe plusieurs types de fissuration qui se manifestent selon différents mécanismes de dégradation des chaussées. La fissuration thermique est une fissuration originaire de la surface due aux températures et aux cycles de gel-dégel. La fissuration par fatigue est une fissuration originaire de la couche de base en raison de la fatigue mécanique de la chaussée provoquée par les charges lourdes, par exemple.

Gélifraction : Fragmentation ou désintégration d'une roche ou d'un béton causée par la pression de l'eau qui gèle dans les fractures et les interstices du matériau.

Glissement de terrain : Un glissement de terrain est défini comme le mouvement d'une masse de sols le long d'une surface de rupture sous l'effet de la gravité, qui s'amorce essentiellement où il y a un talus. Dans la plupart des cas, le mouvement final de la masse est soudain et rapide.

Glissement de terrain faiblement ou non rétrogressif : Type de glissement de terrain qui affecte le talus et qui peut emporter une bande de terrain située au sommet du talus. Les débris s'étalent généralement à la base du talus, sur des distances variables. La largeur de ces glissements peut atteindre quelques dizaines de mètres. Ce type de glissement de terrain comprend les glissements superficiels, rotationnels et les coulées de boue.

Glissement de terrain fortement rétrogressif : Type de glissement de terrain qui affecte le talus et d'immenses bandes de terrain à l'arrière du sommet du talus. Les débris sont importants et peuvent s'étaler sur des distances considérables. La dimension de ces glissements peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Ce type de glissement comprend les coulées argileuses et les étalements latéraux.

Indice de gel : Somme des températures moyennes quotidiennes prise à 2 mètres au-dessus du sol durant la période de gel. Les températures moyennes supérieures à 0°C survenant lors de cette période sont aussi incluses. L'indice de gel est exprimé en degrés-jours.

Orniérage (ornière) : Mécanisme (orniérage) de dégradation des chaussées souples. Il se manifeste par un enfoncement de la chaussée dans les traces des roues et la formation de renflements le long du bord des traces (bourelets). L'ornière est une déformation permanente des revêtements qui peut s'étendre à différentes profondeurs.

Pergélisol : Sol dont la température demeure sous 0 °C pendant deux années consécutives ou plus. Les variations saisonnières de température affectent la couche active et le pergélisol, mais seule la couche active subit un dégel saisonnier.

Redoux hivernaux : Adoucissement de la température durant la saison hivernale.

Ressuage : Phénomène où le bitume ressort de l'enrobé bitumineux pour revenir en surface. Ce phénomène est favorisé par la chaleur et des contraintes importantes sur la voie de circulation. Il rend la route moins sûre pour les usagers puisqu'il crée des plaques noires particulièrement glissantes.

Route collectrice : Catégorie qui comprend les liaisons des centres ruraux, de moins de 5000 habitants, aux agglomérations urbaines et aux dessertes maritimes ou aériennes en régions éloignées, de même que les principaux accès aux parcs gouvernementaux et aux stations touristiques d'importance régionale.



Route nationale : Catégorie qui comprend les grands axes interrégionaux et extraprovinciaux, les liaisons entre les agglomérations urbaines principales, généralement de 25 000 habitants et plus, les corridors touristiques majeurs, de même que les accès aux aéroports, ports et traverses maritimes d'importance internationale ou nationale.

Route régionale : Catégorie qui comprend les liaisons entre les agglomérations urbaines secondaires, généralement entre 5 000 et 25 000 habitants, de même qu'entre celles-ci et les agglomérations urbaines principales, les liaisons entre les centres ruraux, moins de 5 000 habitants, à caractère industriel, les accès aux stations touristiques majeures de même qu'aux aéroports, ports et traverses maritimes d'importance régionale.

Sinistre : Événement qui cause de graves préjudices aux personnes ou d'importants dommages aux biens et exige de la collectivité affectée des mesures inhabituelles. Il s'agit de la matérialisation ou la concrétisation du risque.

Submersion : Inondation des terrains côtiers par la mer. La submersion peut être temporaire, due aux vagues de tempêtes ou à une surcote, ou permanente, due à la hausse du niveau de la mer.

Surcote : Dépassement du niveau de la mer par rapport à la marée prédite en raison de conditions météorologiques inhabituelles combinant leurs effets à ceux des marées astronomiques.

Températures extrêmes (chaleur accablante) : Un épisode de chaleur accablante se produit lorsque l'indice humidex est d'au moins 40 et lorsque la température est d'au moins 30 °C, ces deux conditions devant durer au moins une heure. Un épisode de chaleur accablante peut également se produire lorsque la température est d'au moins 40 °C. Il existe des définitions similaires pour les canicules et les vagues de chaleur.

1. GÉNÉRALITÉ

1.1 Contexte

Le Plan d'action sur les changements climatiques 2013-2020 (PACC 2013-2020) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques vise principalement à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et à améliorer la résilience de la société québécoise aux impacts des changements climatiques. D'ailleurs, le gouvernement du Québec souhaite que la pérennité et la sécurité des bâtiments et des infrastructures soient assurées grâce à une conception, une gestion et un entretien adaptés au contexte des changements climatiques. La Direction de la sécurité civile du ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET) mène le « Projet Initiative » qui s'inscrit dans le PACC 2013-2020. Le Projet Initiative vise à accroître l'efficacité et la sécurité des systèmes de transports face aux risques occasionnés par les changements climatiques. Il a pour objectifs de :

1. Documenter les impacts des changements climatiques sur les produits et services du Ministère et sensibiliser les intervenants en sécurité civile à ces impacts;
2. Offrir une cartographie des aléas naturels influencés par les changements climatiques;
3. Mettre en place une veille en gestion des risques et changements climatiques;
4. Optimiser la capacité d'intervention des unités appelées à intervenir en cas d'urgence;
5. Actualiser le Plan ministériel de mesures d'urgence et de sécurité civile et les plans régionaux;
6. Exploiter de manière efficace et efficiente les données générées lors d'intervention.

1.2 Applications

La synthèse, qui répond au premier objectif du Projet Initiative, dresse le portrait des impacts appréhendés des variables climatiques et des aléas naturels sur les infrastructures de transport et les services du Ministère dans un contexte de changements climatiques. Ce document est un moyen de communication et de sensibilisation aux impacts des changements climatiques et des aléas naturels sur les infrastructures de transport et les services. Elle permet une compréhension rapide et générale des problématiques, de même qu'une diminution du temps consacré à la recherche d'informations. Cette synthèse n'a pas la prétention d'aborder l'ensemble des problématiques liées aux changements climatiques dans le domaine des transports, mais plutôt d'éveiller l'intérêt des lecteurs, d'encourager leur curiosité et de les inciter à approfondir leurs connaissances.

2. MINISTÈRE

2.1 Missions

Le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec (Ministère) a pour mission d'assurer, sur tout le territoire, la mobilité durable des personnes et des marchandises par des systèmes de transport efficaces et sécuritaires qui contribuent au développement du Québec. Le Ministère est également porteur de la mission « Transport » du Plan national de sécurité civile. Il a le devoir, en cas de sinistre, d'assurer la gestion des événements d'urgence pouvant avoir des répercussions sur les réseaux de transport.

2.2 Produits, services et infrastructures

Transport routier

Le Ministère est responsable de 30 898 km d'autoroutes, de routes nationales, de routes régionales, de routes collectrices ainsi que de chemins d'accès aux ressources, qui forment le réseau routier supérieur. Le Ministère administre également 9 665 ouvrages d'art, incluant les 4 253 ponts du réseau municipal, et environ 58 000 ponceaux d'un diamètre moins de 3 mètres. Outre son pouvoir législatif en ce qui a trait aux sentiers hors route et à la circulation des véhicules hors route, le Ministère doit entretenir la Route blanche, un sentier qui permet de relier plusieurs municipalités isolées et éloignées de la Basse-Côte-Nord. Le Ministère offre une aide financière aux clubs de motoneigistes et aux clubs quads pour l'entretien et la sécurité des sentiers hors route.

Transport aérien

Le Ministère est propriétaire de 26 aérodomes sur l'ensemble du territoire, dont 13 au Nunavik. Il est également propriétaire de 8 héliports.

Transport maritime

Les ports situés aux abords du fleuve Saint-Laurent appartiennent à différentes organisations. Le port de Bécancour appartient au gouvernement du Québec. De plus, par l'intermédiaire de la Société des traversiers du Québec, le gouvernement du Québec est propriétaire de 24 infrastructures maritimes de transport qui se composent de quais en eau profonde, de débarcadères de traversiers et de quais mobiles. La Société des traversiers du Québec est responsable de 13 services maritimes.

Transport ferroviaire

Les chemins de fer qui s'étendent hors de la province sont de compétence fédérale, alors que les autres chemins de fer sont de compétence provinciale. Le Ministère s'assure que les compagnies de chemins de fer assujetties à l'autorité législative québécoise prennent tous les moyens à leur disposition pour assurer une exploitation sécuritaire de leur réseau. La longueur du réseau de compétence provinciale est de 1714 km, soit 27 % du réseau ferroviaire du Québec. Le Ministère est propriétaire du Chemin de fer Québec Central et du Chemin de fer de la Gaspésie. Le réseau de transport métropolitain gère les six lignes de trains de banlieue, auxquels s'ajoutera le réseau électrique métropolitain. Elle planifie, exploite et assure la promotion des transports collectifs à Montréal.

3. CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ALÉAS NATURELS

3.1 Introduction

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques définit les changements climatiques comme « des changements de climat attribuables directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables » (Nations Unies, 1992). Dans son cinquième rapport d'évaluation, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2013) réitère qu'il est *extrêmement probable (95%)* que les activités humaines sont la principale cause du réchauffement observé depuis le milieu du 20^e siècle. Selon les différents scénarios, la température moyenne augmentera d'environ 1,5 °C d'ici le milieu du siècle et d'environ 2,5 °C d'ici la fin du siècle, alors que l'élévation du niveau moyen des mers augmentera d'environ 0,27 mètre d'ici le milieu du siècle (Tableau 1).

Tableau 1 : Évolution projetée de la moyenne de la température de l'air à la surface du globe et de l'élévation du niveau moyen des mers pour le milieu et la fin de XXI^e siècle par rapport à la période de référence 1986-2005 (GIEC, 2013).

Scénarios		2046-2065		2081-2100	
		moyenne	plage probable	moyenne	plage probable
Évolution de la température moyenne à la surface du globe (°C)	RCP 2.6	1,0	0,4 à 1,6	1,0	0,3 à 1,7
	RCP 4.5	1,4	0,9 à 2,0	1,8	1,1 à 2,6
	RCP 6.0	1,3	0,8 à 1,8	2,2	1,4 à 3,1
	RCP 8.5	2,0	1,4 à 2,6	3,7	2,6 à 4,8
Scénarios		moyenne	plage probable	moyenne	plage probable
Élévation du niveau moyen des mers (m)	RCP 2.6	0,24	0,17 à 0,32	0,4	0,26 à 0,55
	RCP 4.5	0,26	0,19 à 0,33	0,47	0,32 à 0,63
	RCP 6.0	0,25	0,18 à 0,32	0,48	0,33 à 0,63
	RCP 8.5	0,30	0,22 à 0,38	0,63	0,45 à 0,82

Les nouveaux scénarios d'émission de gaz à effet de serre, appelés profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP), sont utilisés dans le plus récent rapport du GIEC. Ils décrivent différents futurs plausibles d'évolution des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ces scénarios sont incertains puisqu'ils dépendent des facteurs socio-économiques et de décisions politiques de la société mondiale. Ainsi, choisir le scénario le plus probable est, à ce jour, impossible (Ouranos, 2015). Dans la synthèse, les données projetées de températures et de précipitations proviennent du scénario RCP 8.5, à moins d'indications contraires. Il s'agit du scénario aux émissions de GES fortes et continues. Dans les simulations climatiques utilisées par le GIEC, l'incertitude liée à un résultat est mesurée quantitativement et exprimée en termes de probabilité, selon l'analyse des observations et des résultats issus des modèles ou selon un avis autorisé (Tableau 2).

Tableau 2 : Termes servant à indiquer la probabilité (GIEC, 2013).

Termes	Probabilité
<i>Quasiment certain</i>	99 à 100 %
<i>Extrêmement probable</i>	95 à 100 %
<i>Très probable</i>	90 à 100 %
<i>Probable</i>	66 à 100 %
<i>Plus probable qu'improbable</i>	50 à 100 %
<i>Aussi probable qu'improbable</i>	33 à 66 %
<i>Improbable</i>	0 à 33 %
<i>Très improbable</i>	0 à 10 %
<i>Extrêmement improbable</i>	0 à 5 %
<i>Exceptionnellement improbable</i>	0 à 1 %

Au Québec, les infrastructures de transports sont déjà affectées par de nombreux aléas naturels. D'ailleurs, ces aléas naturels sont influencés par les changements climatiques, qui modifieront leur intensité, leur durée et leur fréquence (Tableau 3).

Tableau 3 : Historique non exhaustif des sinistres récents ayant affecté les infrastructures de transport.

Date	Événements
Décembre 2016	En Gaspésie, en raison des grandes marées et des forts vents, la route 132 a été submergée. Elle s'est affaissée à plusieurs endroits et de nombreux tronçons de route ont été arrachés entraînant sa fermeture. Les tempêtes successives ont causé des dommages importants au Chemin de fer de la Gaspésie. Au Bas-Saint-Laurent et sur la Côte-Nord, plusieurs dommages sur le réseau routier en raison de dépressions, de tempêtes et du déferlement des vagues.
19 au 21 juillet 2014	Kuujuuaq a connu la toute première canicule de son histoire. Il a fait 30,6 °C samedi, 30,8 °C dimanche et 30,4 °C lundi. À ce temps de l'année, la température moyenne est de 18 °C.
26 au 28 août 2011	La tempête tropicale Irène a causé de multiples affaissements de route. Au Saguenay-Lac-Saint-Jean, la route 170 a été sectionnée à quatre endroits. Entre Saint-Siméon et Baie-Sainte-Catherine, la route 138 a été fermée. En Beauce, les routes 173 et 112 ont également été fermées. La tempête a affecté le réseau du Chemin de fer Québec Central, principalement sur le tronçon entre Vallée-Jonction et Thetford Mines, où quelques ponts et plusieurs ponceaux ont été emportés.
23 et 24 juin 2011	Il est tombé plus de 250 mm de pluie en moins de 24 heures dans la région d'Ottawa-Gatineau, ce qui représente plus de deux fois la quantité normale pour un mois de juin. La route 148 a été sectionnée et plusieurs rues ont été fermées en raison des inondations.
Avril à juin 2011	Considérées comme la pire catastrophe naturelle depuis le déluge du Saguenay, les inondations de la rivière Richelieu ont causé des bris à plus d'une centaine de routes et de ponts, en plus des 3 000 résidences inondées et des 2 000 personnes évacuées. Dans cette région, les précipitations printanières ont été 182 % plus élevées qu'à la normale.
6 décembre 2010	L'Est du Québec a connu des conditions météorologiques exceptionnelles qui ont entraîné le déferlement des eaux le long du littoral du Saint-Laurent. Environ 500 personnes ont dû être évacuées et plusieurs tronçons de route ont été arrachés. Les dégâts s'élèvent à plusieurs dizaines de millions de dollars.

Afin de prendre en considération la grande superficie du territoire québécois et sa diversité, les modèles climatiques et les projections d'Ouranos ont divisé la province en quatre zones, soit le Nord, le Centre, le Golfe du Saint-Laurent et le Sud (Figure 1). Ces divisions reviendront à plusieurs reprises dans la synthèse.

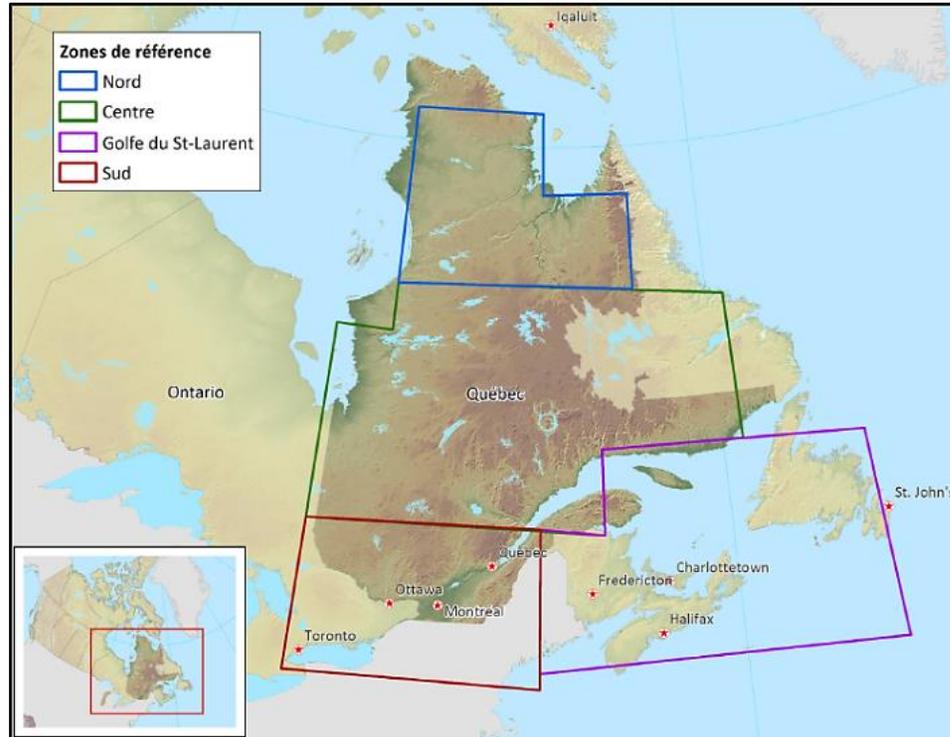


Figure 1 : Quatre zones de référence utilisées par Ouranos (2014).

La synthèse présente l'évolution projetée de l'intensité, de la durée et de la fréquence des aléas naturels influencés par les changements climatiques, tels que les précipitations extrêmes, les glissements de terrain et l'érosion côtière. Il existe des aléas qui ne sont pas documentés dans cette synthèse puisqu'il est impossible, pour l'instant, de conclure si leur intensité, leur durée et leur fréquence seront modifiées dans un contexte de changements climatiques en raison de l'absence de consensus scientifique dans la littérature. Ces aléas sont toutefois inclus dans la veille en gestion des risques et changements climatiques mise en place par le Ministère :

- Brouillard;
- Dépressions atmosphériques;
- Feux de forêt;
- Orages, tornades et foudre;
- Ouragans;
- Vents;
- Verglas.

La veille permettra aux abonnés de recevoir, notamment, les informations les plus récentes en lien avec les aléas dont le consensus scientifique n'est actuellement pas établi dans la littérature, la gestion des risques naturels et anthropiques et l'adaptation aux changements climatiques.

3.2 Variables climatiques et leurs impacts appréhendés sur les infrastructures de transports et les services du Ministère

3.2.1 Températures

« Chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes, et ce, depuis 1850. Les années 1983 à 2012 constituent *probablement* la période de 30 ans la plus chaude qu'ait connue l'hémisphère nord depuis 1400 ans » (GIEC, 2013).

- Au Québec, les températures moyennes hivernales sont de -22,5 °C dans le Nord, -18 °C dans le Centre, -8 °C dans la région du Golfe et -9,5 °C dans le Sud. Les températures moyennes estivales sont de 8 °C dans le Nord, 12,7 °C dans le Centre, 15,4 °C dans le Golfe et 17,6 °C dans le Sud. Entre 1950 et 2011, les températures moyennes annuelles présentent une **tendance à la hausse d'environ 1 à 3 °C, et ce, pour toutes les régions du Québec** (Ouranos, 2014).
- Les températures annuelles projetées, selon le scénario RCP 8.5 (horizon 2050), augmentent de 2,6 à 5,8 °C dans le Nord, de 2,6 à 5,0 °C dans le Centre, de 2,0 à 4,3 °C dans la région du Golfe et 2,4 à 4,6 °C dans le Sud. **L'augmentation des températures sera plus importante en hiver, pour l'ensemble des régions du Québec.** À titre d'exemple, les températures hivernales projetées augmentent de 4,5 à 9,5 °C dans le Nord et de 3,0 à 5,5 °C dans le Sud (Ouranos, 2014).
- L'augmentation des températures moyennes annuelles ainsi que la diminution de la durée et de la sévérité de la saison hivernale sont susceptibles de **diminuer la profondeur de gel dans la structure de la chaussée**, réduisant ainsi les dommages associés à la circulation des charges lourdes en période de dégel ainsi que les fissurations thermiques (Doré *et al.*, 2014).
- **L'adoucissement des hivers pourrait augmenter le nombre de redoux hivernaux et les cycles gel-dégel y étant associés¹.** Les redoux hivernaux affaiblissent la portion supérieure de la chaussée et provoquent des fissurations et des ornières, ce qui favorise son vieillissement prématuré (Rychen, 2013).
- **Les sentiers hors route sont vulnérables à l'augmentation des températures hivernales**, qui pourraient provoquer la fermeture de différents sentiers, dont la Route blanche, en Basse-Côte-Nord, raccourcir la saison de motoneige et compliquer la traversée des cours d'eau. Les conditions météorologiques clémentes sont susceptibles de réduire l'accessibilité au territoire par motoneige.
- L'augmentation des températures hivernales réduira progressivement l'étendue et le volume de glaces marines dans le fleuve, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, facilitant la circulation des traversiers. L'accessibilité aux régions, par ce mode de transport, sera facilitée.

¹ Pour plus de détails, voir la section 3.3.3 consacrée aux cycles de gel-dégel.

3.2.2 Précipitations

- Au Québec, les précipitations moyennes annuelles sont de 578 mm dans le Nord, 910 mm dans le Centre, 1 254 mm dans la région du Golfe et 1 054 mm dans le Sud. Les précipitations sont plus abondantes en été dans toutes les régions, à l'exception du Golfe, où elles sont plus abondantes à l'automne. Entre 1950-2011, les précipitations moyennes annuelles présentent une tendance à la hausse, et ce, pour l'ensemble de la province (Ouranos, 2014).
- Les précipitations annuelles projetées (liquides et solides), selon le scénario RCP 8.5 (horizon 2050), augmentent de 9 à 22 % dans le Nord, de 9 à 17 % dans le Centre, de 5 à 13 % dans le Golfe et de 5 à 14 % dans le Sud (Figure 2). **L'augmentation des précipitations sera plus importante en hiver, pour l'ensemble des régions du Québec, et généralement plus faible en été.** À titre d'exemple, les précipitations hivernales projetées augmentent de 13 à 48 % dans le Nord et de 5 à 27 % dans le Sud (Ouranos, 2014).

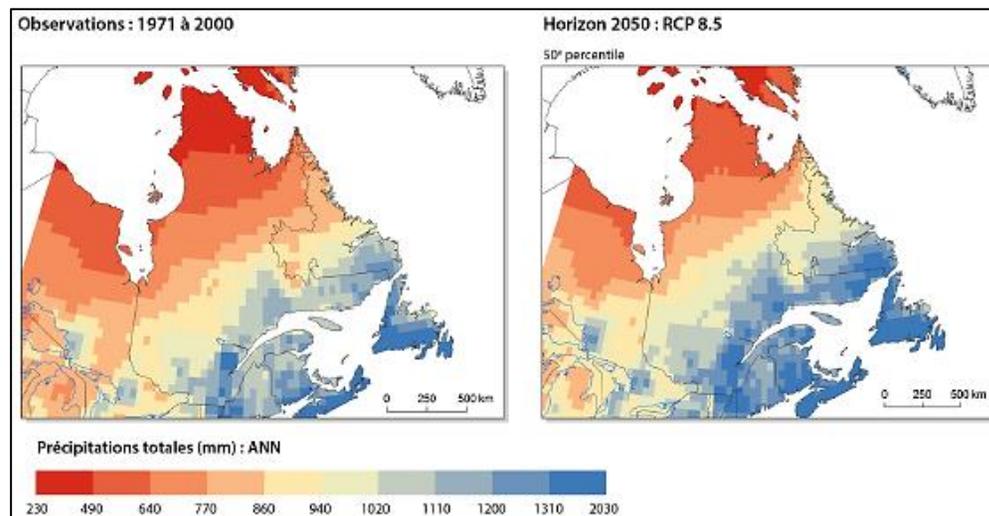


Figure 2 : Précipitations totales annuelles observées pour la période 1971-2000 (panneau gauche) et projetées pour l'horizon 2050 (panneau droit) (Ouranos, 2014).

- La performance à long terme des chaussées est affectée par l'augmentation des précipitations. D'ailleurs, dépendamment de plusieurs facteurs, **l'augmentation des précipitations pourrait réduire la durée de vie des chaussées jusqu'à 32 %, d'ici 2040** (Doré *et al.*, 2014).
- L'augmentation des précipitations pourrait **modifier les restrictions et contraintes de circulation imposées aux véhicules**, notamment en ce qui a trait au transport routier des marchandises.
- L'ensemble des régions du Québec doit s'attendre à une augmentation des précipitations hivernales, printanières et automnales, ce qui pourrait avoir un **impact sur la sécurité des usagers de la route** en raison des chaussées glissantes et de la diminution de la visibilité (AIPCR, 2012; Rychen, 2013).

3.2.3 Conditions hivernales

- Au Québec, le couvert de neige atteint son maximum en avril, alors que l'équivalent en eau de la neige atteint entre 186 et 315 mm dans le Sud et le Centre et entre 113 et 186 mm dans les basses terres du Nord et du Golfe. (Ouranos, 2015).
- La durée moyenne de l'enneigement pour la période 1999-2010 est d'environ 115 à 180 jours dans le Sud, 160 à 225 jours dans le Centre, 160 à 180 jours dans le Golfe et 225 à 315 jours dans le Nord. Selon l'analyse de Brown (2010), il y a une tendance à l'enneigement tardif en automne. La durée de l'enneigement, selon le scénario RCP 8.5 (horizon 2050), pourrait réduire de 25 jours dans le Nord, 25 à 45 jours dans le Centre, 45 à 75 jours dans le Golfe et 45 à 65 jours dans le Sud (Ouranos, 2015).
- D'ici la fin du siècle, l'augmentation des températures hivernales contrebalancera la hausse des précipitations qui contribueront de moins en moins au couvert de neige puisqu'elles tomberont davantage sous forme de pluie.
- Selon les projections, presque tout le territoire de la province doit s'attendre à une diminution de la neige au sol. Dans le Sud, l'équivalent en eau de la neige diminuera de façon importante en mars et en avril, alors que l'enneigement atteindra son maximum en février avec une quantité moindre de neige comparativement à la période 1971-2000. Dans la région du Golfe, à l'exception des régions montagneuses de la Gaspésie, l'équivalent en eau de la neige sera inférieur à 100 mm dès le mois de février, tandis que dans le Nord l'équivalent en eau de la neige est peu modifié d'ici 2050 (Ouranos, 2015).
- La diminution anticipée du couvert de neige pourrait s'accompagner d'une **réduction des activités d'entretien hivernales et des apports de sel sur les routes**, réduisant ainsi les coûts associés aux activités de déneigement et de déglacage. Il est également possible d'appréhender une **diminution des retards, des fermetures de route et des accidents associés aux conditions hivernales difficiles**, notamment dans les secteurs du transport routier et aérien. Ainsi, la mobilité et la sécurité des usagers pourraient être améliorées (Lemmen *et al.*, 2004; Meyer *et al.*, 2014)².
- Les sentiers hors route et la Route blanche, en Basse-Côte-Nord, sont vulnérables à la diminution du couvert de neige, qui pourrait **provoquer la fermeture de sentiers et raccourcir la saison de motoneige**. La diminution du couvert de neige est susceptible de réduire l'accessibilité au territoire par ce moyen de transport durant la saison hivernale.

² 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).

3.3 Aléas naturels et leurs impacts appréhendés sur les infrastructures de transport et les services du Ministère

3.3.1 Températures extrêmes

« Il est *quasiment certain* que, dans la plupart des régions continentales, les extrêmes chauds seront plus nombreux et les extrêmes froids moins nombreux. Il est également *très probable* que les vagues de chaleur seront plus fréquentes et dureront plus longtemps » (GIEC, 2013).

- Au Québec, la température la plus chaude de l'année (extrêmes chauds) augmentera de 4 à 7 °C selon le scénario RCP 8.5. La température la plus froide de l'année (extrêmes froids) subira un réchauffement supérieur à 10 °C selon le scénario RCP 8.5 (Sillmann *et al.*, 2013; Ouranos, 2014).
- En 2040, les records de chaleur seront 12 fois plus fréquents que dans un climat sans changements climatiques (Coumou *et al.*, 2013; Ouranos, 2014).
- Les températures extrêmes (canicule, vague de chaleur, chaleur accablante) entraînent une détérioration prématurée des infrastructures de transport. Ces aléas ont le potentiel de **réduire la durée de vie utile des chaussées en provoquant un ramollissement du bitume causant la formation d'ornières ainsi que le ressuage**, ce qui augmentera possiblement les coûts liés à l'entretien du réseau routier. À une température de 32 °C et plus, ces dommages sont exacerbés (Ingénieurs Canada, 2008; Meyer *et al.*, 2014).
- À l'opposé, la diminution du nombre et de la sévérité des journées froides contribuera à **diminuer la profondeur de gel dans la structure de la chaussée, réduisant les dommages aux chaussées (soulèvement dû au gel, fissurations)**.
- Les températures extrêmes affectent particulièrement les structures métalliques, dont les ponts routiers, par le biais de **l'expansion/contraction thermique** des joints de tablier.
- Dans le domaine ferroviaire, les températures extrêmes causent des **déformations thermiques aux chemins de fer, entraînant des restrictions de la vitesse et des risques de déraillements** (Ingénieurs Canada, 2008; Audrey, 2013; Rowan *et al.*, 2013; Meyer *et al.*, 2014). Les déformations thermiques de l'acier accéléreront le processus d'endommagement des infrastructures ferroviaires, augmentant ainsi les inspections spéciales et l'entretien sur le réseau. Les systèmes électroniques, qui assurent la sécurité sur le réseau, sont également fragilisés par les températures extrêmes. À une température de 37 °C et plus, la chaleur conduit à une défaillance du matériel (Lemmen *et al.*, 2004).
- Les températures extrêmes contribuent à accélérer le dégel du pergélisol, ce qui peut engendrer des tassements différentiels et des fissures longitudinales sur les remblais. La circulation des traversiers dans le fleuve et le golfe bénéficiera des chaleurs hivernales, qui réduiront la quantité de glace nuisible à la navigation.

3.3.2 Précipitations extrêmes

« En Amérique du Nord, il est très probable que les précipitations extrêmes dont la période de retour est de 20 ans seront de 5 à 20 % plus élevées d'ici le milieu du 21^e siècle » (GIEC, 2014).

- Le Québec connaîtra une augmentation de la quantité maximale annuelle des précipitations : 9 à 16 % dans le Nord, 12 à 22 % dans le Centre, 4 à 16 % dans la région du Golfe et 10 à 22 % dans le Sud, d'ici 2050 (Mailhot *et al.*, 2012; Ouranos, 2014).
- La quantité de précipitations produites lors des jours les plus pluvieux connaîtront des hausses pouvant atteindre 70 à 100 % dans les régions du Nord et du Golfe et 40 à 70 % dans les régions du Sud et du Centre, d'ici 2100. Le nombre de jours de précipitations abondantes (excédant 10 mm) sera aussi en augmentation pour l'ensemble des régions du Québec (Sillmann *et al.*, 2013; Ouranos, 2014).
- Les précipitations extrêmes accroissent le ruissellement de surface et les niveaux de saturation dans les sols et les matériaux de chaussées, **ce qui entraîne l'affaiblissement des fondations et des déformations** (Doré *et al.*, 2014; Masseck Thiam, 2014). De plus, elles sont susceptibles d'augmenter les risques d'inondations des routes, la destruction des ponceaux (rupture de route) et l'affouillement des fondations de ponts (Ingénieurs Canada, 2008; Rowan *et al.*, 2013).
- Au Ministère, afin de tenir compte de l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des précipitations extrêmes dans la norme de conception des ponceaux, le débit des bassins versants de 25 km² et moins est majoré de 20 % dans le Sud du Québec et de 18 % dans les autres régions (Mailhot *et al.*, 2014).
- **Les talus de fossés, de déblais et de remblais pourraient subir une érosion accélérée** en raison des précipitations extrêmes, ce qui pourrait nécessiter l'ajout d'enrochement, l'adoucissement de certaines pentes, l'élargissement des emprises routières, la modification de tracés et l'utilisation de végétaux pour la stabilisation et la protection contre le ruissellement.
- Les précipitations extrêmes entraîneront la présence d'une plus grande quantité d'eau sur la route, ce qui **limite la visibilité, augmente l'inconfort et les risques d'aquaplanage** (AIPCR, 2012). D'ailleurs, dans la région de Vancouver, l'étude de Hambly *et al.*, (2013) affirme qu'en raison des précipitations, il y aurait une augmentation de 17 à 28 % du nombre de collisions sur les routes, d'ici 2055.
- Les précipitations extrêmes sont une préoccupation importante pour le secteur ferroviaire, en raison des risques associés aux inondations qui peuvent perturber le service, endommager les infrastructures, restreindre l'accessibilité au territoire et nuire à la sécurité des usagers (Audrey, 2014). Le transport aérien est également affecté par les précipitations extrêmes qui peuvent inonder les pistes d'atterrissage, provoquer des déformations de l'enrobé ainsi qu'entraîner la fermeture de pistes et d'aéroports (Rowan *et al.*, 2013).

3.3.3 Cycles de gel-dégel

- Les changements climatiques modifient la fréquence des cycles de gel-dégel. **Toutefois, il n’y a actuellement pas de consensus quant à la direction de ce changement.**
- L’augmentation des températures hivernales pourrait augmenter le nombre de cycles de gel-dégel durant l’hiver et au début du printemps (Doré *et al.*, 2014). D’un autre côté, la fréquence des cycles de gel-dégel n’ont pas connu d’augmentation au cours des trois dernières décennies (Fortin, 2010). Les projections climatiques prédisent un déplacement de la saison des cycles de gel-dégel, avec une augmentation en hiver et une diminution au printemps et à l’automne (Ouranos, 2014).
- L’étude de Drolet (2015) a établi une corrélation entre l’indice de gel et le nombre annuel de redoux hivernaux. Les projections effectuées dans le cadre de **cette étude anticipent une augmentation du nombre de redoux hivernaux pour plusieurs zones de dégel utilisées au Ministère.**
- Les cycles de gel-dégel entraînent la fonte partielle de la glace et de la neige qui s’accumulent dans la partie supérieure de la fondation de la chaussée. **L’augmentation de la teneur en eau diminue significativement la rigidité et la résistance des matériaux de fondations aux déformations permanentes.** Lors du gel, le volume d’eau présent dans la chaussée augmente de 9 %, ce qui entraîne une augmentation de la pression.
- **Lors de redoux hivernaux, les dommages associés aux charges importantes, tels que l’orniérage et les fissurations, peuvent survenir** (Doré *et al.*, 2014). En général, les ornières profondes dans l’enrobé représentent un danger pour les usagers du réseau routier, car la chaussée endommagée offre une faible résistance au dérapage (AIPCR, 2012). En effet, les ornières profondes (plus de 12 mm) retiennent suffisamment d’eau pour favoriser l’aquaplanage des véhicules. Durant la saison hivernale, les ornières compliquent l’entretien de la chaussée puisqu’il devient difficile pour la machinerie d’enlever la neige et la glace qui se trouve dans le sentier des roues. Cette problématique a pour conséquence l’utilisation accrue de fondants.
- En moyenne, **les redoux hivernaux réduisent la durée de vie des ouvrages routiers d’environ 7 à 10 %** (Doré *et al.*, 2014). Lorsqu’ils surviennent, la chaussée s’endommage de 4 à 6 fois plus qu’au printemps, période durant laquelle s’applique la restriction des charges au dégel.
- Les structures de béton, telles que les ponts et certains ponceaux, sont affectées par les cycles de gel-dégel, qui produisent l’écaillage des surfaces, de la fissuration ainsi que des tassements différentiels entraînant le mouvement de ces structures. L’écaillage est la dégradation la plus fréquemment observée sur les structures de béton exposées aux cycles de gel-dégel et aux sels de déglacage (Gagné, 2014).
- Dans la région du Golfe du Saint-Laurent, les cycles de gel-dégel sont, en partie, responsables de l’érosion des falaises de roches et des falaises meubles par le biais de la gélifraction. Sur la Côte-Nord, 65 % du recul annuel total des falaises serait lié au processus de gélifraction (Bernatchez et Dubois, 2004).

3.3.4 Avalanches

- **Le déclenchement des avalanches est notamment influencé par les précipitations solides et liquides** (Dubé *et al.*, 2004; Hétu, 2007; Fortin et Hétu, 2009; Germain *et al.*, 2009; Fortin *et al.*, 2011; Graveline, 2012). Dans un contexte de changements climatiques, où les projections indiquent une augmentation des précipitations hivernales et printanières pouvant atteindre 25 % d'ici 2020 et 48 % d'ici 2050, dans la région du Golfe du Saint-Laurent (Ouranos, 2014), la fréquence des avalanches pourrait augmenter, dans la mesure où les précipitations tombent majoritairement sous forme de neige.
- En Gaspésie, il existe deux principaux régimes avalancheux : un régime hivernal associé aux tempêtes de neige qui entraînent une surcharge rapide des hauts versants et un régime printanier associé à la fonte et aux événements de pluie sur neige (Fortin *et al.*, 2011; Hétu *et al.*, 2015).
- **La probabilité d'occurrence des avalanches augmente lorsque de fortes chutes de neige sont enregistrées.** De 2003 et 2006, entre les municipalités de Tourelle et Grande-Vallée (Gaspésie), les données indiquent que 17 des 22 journées avalancheuses surviennent à la suite d'une importante précipitation tombée le jour même (8/22), la veille (6/22) ou l'avant-veille (5/22) (Fortin *et al.*, 2011). Dans la plupart des cas (14/22), les précipitations sont tombées sous forme de neige.
- En Gaspésie, la journée avalancheuse ayant produit le plus grand nombre d'avalanches s'est déroulée le 30 décembre 2005 (40 avalanches) et coïncide avec une tempête durant laquelle il est tombé plus de 72 cm de neige, dont 69 cm le jour même des avalanches (Fortin *et al.*, 2011).
- Dans le couloir d'Aqua Velva, situé entre les localités de Ruisseau-Castor et Cap-au-Renard, en Gaspésie, l'observation des données de précipitations liquides permet de confirmer l'action de la pluie sur le démantèlement de la carapace de glace. En effet, 17 des 27 journées d'écroulement (63 %) ont connu des précipitations liquides. De plus, 22 des 27 cas (81,5 %) ont connu des précipitations liquides dans un délai de 48 h avant les événements (Graveline, 2012).
- **Les avalanches observées sur les routes du nord de la Gaspésie obstruent la chaussée, entraînent la fermeture partielle ou totale de la route et causent parfois des accidents** (Fortin *et al.*, 2011; Graveline, 2012). La circulation, l'accessibilité au territoire et la sécurité des usagers de la route sont affectées lors d'avalanches. D'ailleurs, les routes nationales 132 et 198 sont exposées aux avalanches. Entre 2004 et 2015, la patrouille de roches³ a dénombré 513 avalanches de neige sur les routes de la Gaspésie, causant 13 accidents. De plus, entre 2000 et 2012, 440 chutes de glace ont été dénombrées par la patrouille de roche, causant 3 accidents. Outre la région de la Gaspésie, le Nord-du-Québec, la région de la Capitale-Nationale, la Côte-Nord et la région de Chaudière-Appalaches sont également susceptibles de subir les conséquences des avalanches et des chutes de glace.

³ Aux abords de la route 132 se trouvent des parois rocheuses d'une hauteur de plus de soixante mètres d'où s'écroule sur la route des roches pouvant obstruer la circulation. C'est à ce moment que la patrouille des roches intervient. Elle est équipée d'une camionnette avec « gratte », ce qui permet d'enlever rapidement les débris qui se trouvent sur la route. Cette patrouille surveille également les avalanches qui peuvent survenir.

3.3.5 Dégel du pergélisol

- Le pergélisol est un sol dont la température demeure sous 0 °C pendant deux années consécutives ou plus (Davis, 2001; French, 2007; Allard *et al.*, 2013).
- La distribution spatiale, l'épaisseur et la température du pergélisol dépendent de la température de l'air, mais également de la topographie, de la présence d'eau et de neige, de la végétation, du type de sol et du drainage (Beaulac, 2006).
- Dans le Nord-du-Québec, en raison de l'augmentation des températures, **le pergélisol s'est réchauffé de 2 °C** depuis le milieu des années 1990 (GIEC, 2013).
- À Kangirsuk, le pergélisol sous la piste d'atterrissage a d'ailleurs subi un réchauffement important en 2010, qui s'est traduit par une augmentation maximale de l'épaisseur de la couche active, soit une profondeur de dégel de 2,29 mètres. Cependant, les températures froides enregistrées à l'hiver 2015 ont causé une remontée du front de gel du pergélisol atteignant 1,87 mètre, soit l'épaisseur de la couche active la plus mince mesurée depuis 2005 (Roger *et al.*, 2016).
- La présence de remblais et les critères de conception utilisés influencent également la température et la stabilité du pergélisol situé sous et à proximité des infrastructures de transport.
- L'accumulation de neige sur la pente ou au pied du talus du remblai isole le sol, limitant ainsi la pénétration du gel et l'extraction de la chaleur dans la couche active pendant la saison hivernale. En été, l'accumulation d'eau stagnante dans les fossés aménagés en pied de remblai retient la chaleur qui est ensuite transférée au sol. Cela augmente la profondeur du dégel du pergélisol et lorsqu'il est composé de sols sensibles et que l'infrastructure n'a pas fait l'objet d'une conception adaptée aux changements climatiques, **des tassements localisés ou différentiels ainsi que des fissures de tension longitudinales se forment sur les infrastructures.**
- Au Nunavik, neuf infrastructures aéroportuaires sont localisées dans la zone de pergélisol continu, deux dans la zone de pergélisol discontinu et deux dans la zone de pergélisol sporadique (Figure 3).

Figure 3 : Localisation des aéroports du Ministère (bleu) et distribution du pergélisol au Nunavik (Boucher *et al.*, 2010). Pergélisol continu (bleu), pergélisol discontinu (vert) et pergélisol sporadique (jaune).



3.3.6 Inondations et mobilité des cours d'eau

- Les inondations se divisent en deux principaux types, soit les inondations en eau libre ou par embâcles. Les inondations en eau libre sont causées par une augmentation significative de la quantité d'eau dans une rivière, qui peut être due à des précipitations intenses et à la fonte des neiges, alors que les inondations par embâcle sont causées par un amoncellement de glaces et de débris localisés dans une section de rivière (CEHQ, 2015b).
- À l'échelle mondiale, les changements climatiques affecteront particulièrement le cycle hydrologique des rivières situées aux latitudes moyennes et qui possèdent un couvert de glace. Par conséquent, les rivières du Québec seront touchées (Nijssen *et al.*, 2001; Biron *et al.*, 2013).
- Le débit des cours d'eau est influencé par de nombreux facteurs climatiques tels que les précipitations, l'épaisseur du couvert de neige, la température, l'évaporation, le niveau de saturation des sols et la hauteur de la nappe phréatique. Les impacts des changements climatiques sur les inondations dépendront notamment de la localisation géographique et de la taille des bassins versants (Ouranos, 2015).
- Selon le Centre d'expertise hydrique du Québec (2015a) (Tableau 4), **les crues printanières seront plus hâtives**, ce qui concorde avec les résultats de Saint-Laurent et Hähni (2008), qui affirme que les crues printanières des dernières décennies se produisent plus souvent en mars qu'en avril, ce qui serait lié à des conditions printanières plus précoces, provoquées par les changements climatiques.

Tableau 4 : Impacts des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050 (CEHQ, 2015a)

Tendances à l'horizon 2050	Niveau de confiance ⁴
Les crues printanières seront plus hâtives	Élevé
Le volume des crues ⁵ printanières diminuera dans le sud du Québec méridional	Modéré
La pointe des crues ⁶ printanières sera moins élevée au sud du Québec méridional	Modéré
La pointe des crues estivales et automnales sera plus élevée sur une large portion du Québec méridional	Modéré
Les étiages estivaux seront plus sévères et plus longs	Élevé
Les étiages hivernaux seront moins sévères	Élevé
L'hydraulicité ⁷ hivernale sera plus forte	Élevé
L'hydraulicité estivale sera plus faible	Élevé
L'hydraulicité à l'échelle annuelle sera plus forte au nord du Québec méridional et plus faible au sud	Modéré

⁴ Le niveau de confiance est une approximation de la valeur d'une information, fondée sur un jugement d'expert. L'incertitude émane du fait que les modèles climatiques sont des approximations de la réalité et que leur représentation des processus atmosphériques et océaniques est incomplète (CEHQ, 2015a).

⁵ Volume de crue : quantité d'eau transportée par un cours d'eau sur une période donnée.

⁶ Pointe de crue : valeur maximale de débit observée lors d'une crue.

⁷ Hydraulicité : valeur moyenne de débits sur de longues périodes.

- Dans le sud du Québec méridional, les débits printaniers diminueraient d'environ 10 %, ce qui s'explique par la réduction de l'enneigement et la hausse de l'évapotranspiration. Au nord du Québec, les débits printaniers augmenteraient de 10% en raison de l'augmentation de l'enneigement (Ouranos, 2014; CEHQ, 2015a).
- Dans une large portion du Québec méridional, les **crues seront plus intenses à l'été et à l'automne**, ce qui favorisera l'érosion des berges et les inondations subites (CEHQ, 2015a).
- La majorité des bassins versants du Québec connaîtront une augmentation des débits hivernaux à l'horizon de 2050. Cette hausse sera plus marquée au Sud, en raison des cycles de gel-dégel et de l'augmentation des températures et des précipitations.
- En se basant sur les informations précédentes, il est possible de supposer qu'à l'horizon 2050, **la fréquence et l'intensité des inondations printanières dans le sud du Québec méridional pourraient être plus faibles. À l'inverse, l'intensité des inondations estivales, automnales et hivernales pourrait être plus élevée** dans le Québec méridional. Ces conclusions sont générales et des particularités locales existent. Pour plus de détails, vous pouvez consulter l'*Atlas hydroclimatique du Québec méridional* (CEHQ, 2015a).
- Au Québec, dans le passé, les inondations concernaient essentiellement les crues printanières, souvent associées à des débâcles de glace. Dans un contexte de changements climatiques et de modifications du régime hydrique, les sinistres associés aux crues pourraient survenir tout au long de l'année (Richardson, 2010). Les crues éclairs, les crues en début d'hiver, les débâcles hivernales associées aux redoux et les embâcles de frasil affecteront les zones bâties (Ouranos, 2015).
- Lors de crues importantes, il est possible que la morphologie des cours d'eau soit modifiée. D'ailleurs, la dynamique hydrosédimentaire contribue à la mobilité latérale, à l'érosion des berges ainsi qu'aux phénomènes d'avulsion et d'aggradation. **Ces phénomènes peuvent menacer les remblais routiers et les approches de traverses.** Ils peuvent provoquer l'affouillement au pied des structures de protection et des assises de ponts. De plus, l'aggradation peut menacer la stabilité des structures et contribuer aux problèmes d'inondations (Demers *et al.*, 2014).
- Lors d'inondations, **les routes et les approches de ponts deviennent impraticables, endommagées, submergées ou détruites. De plus, certains ponceaux pourraient être détruits par une inondation, entraînant des ruptures de route.** Il en résulte que des régions pourraient être isolées ou difficilement accessibles. Les chemins de fer sont également susceptibles de subir des dommages. La sécurité des usagers et l'accessibilité aux régions peuvent aussi être affectées lors d'inondations.
- Les inondations influencent donc la planification, la conception et l'entretien des routes et des structures, notamment l'endroit où elles seront construites et les caractéristiques qu'elles posséderont.

3.2.7 Glissements de terrain

- Au Québec, la majorité des glissements de terrain (80 %) se produisent dans les dépôts marins postglaciaires, où se concentre 85 % de la population de la province, de même que de multiples routes nationales (Demers *et al.*, 2008).
- Les glissements de terrain se divisent en deux principales familles, selon les dimensions qu'ils peuvent avoir : les glissements de terrain faiblement ou non rétrogressifs et les glissements de terrain fortement rétrogressifs.
- Les glissements de terrain peuvent être d'origine naturelle ou anthropique. Certaines caractéristiques prédisposent les talus à l'occurrence de glissements de terrain (Leroueil, 2001), soit la géométrie de la pente, les conditions d'eau souterraine ainsi que les propriétés géologiques et géotechniques des sols. Ils sont causés par une combinaison de facteurs aggravants ou déclencheurs qui peuvent être classés en trois catégories, soit l'augmentation des pressions d'eau souterraines (précipitations, fonte des neiges, concentration d'eau anthropique), les changements à la géométrie du talus (érosion, excavation en pied de talus, remblai en sommet ou dans le talus) et les sollicitations dynamiques (tremblements de terre et battage de pieux).
- L'étude de Crozier (2010), dont le principal objectif est de mieux comprendre les effets des changements climatiques sur les glissements de terrain, affirme que la stabilité des pentes est influencée par le climat. Ainsi, l'augmentation des précipitations annuelles totales et les épisodes de précipitations extrêmes entraînent un rehaussement des nappes d'eau souterraines, ce qui provoque une diminution de l'état de stabilité des talus. Par conséquent, dans un contexte de changements climatiques, **la probabilité d'occurrence de glissement de terrain est susceptible d'augmenter** (Jakob et Lambert, 2009).
- Au Québec, il est possible qu'en raison de l'augmentation des événements de précipitations extrêmes **certains types de glissements de terrain se produiront plus souvent**. Par exemple, les glissements superficiels et les coulées de boues ou de débris sont principalement déclenchés lors de tels événements (Cloutier *et al.*, 2016).
- En plus de pouvoir engendrer des **dommages importants aux infrastructures de transports**, les glissements de terrain peuvent influencer la planification des travaux pour les routes et les structures, **augmenter les coûts liés à l'exploitation et l'entretien des infrastructures routières et ferroviaires**, diminuer la sécurité des usagers et de provoquer des problèmes de circulation ou d'accessibilité au territoire.
- Par exemple, en 2005, dans la région de Charlevoix, les précipitations extrêmes du mois d'avril, combinées à la fonte des neiges, ont déclenché de nombreux glissements de terrain (superficiels, pour la plupart) dans les municipalités de Petite-Rivière-Saint-François, de Saint-Joseph-de-la-Rive et de Baie-Saint-Paul, ce qui a entraîné l'évacuation de nombreux résidents, l'obstruction de ponceaux et des dommages aux routes (Locat *et al.*, 2008; Bouchard *et al.*, 2012). La même année, sur la Côte-Nord, les vestiges de l'ouragan Katrina ont déversé 200 mm de pluie, entraînant de nombreux glissements de terrain, du ravinement et divers dommages aux routes.

3.2.8 Érosion côtière et submersion

« En raison de l'élévation du niveau des mers projetée pendant toute la durée du XXI^e siècle et au-delà, les systèmes côtiers et les zones de faible altitude seront de plus en plus exposés à des incidences négatives comme l'érosion côtière, la submersion et les inondations » (GIEC, 2013).

- Entre 1998 et 2013, le taux annuel moyen de réduction des glaces a été de 1,53 % dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Le pourcentage d'englacement maximum a diminué de 46,9 % (1968-1998) à 36,4 % (1998-2013) (Senneville *et al.*, 2014).
- Dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, les projections indiquent un **englacement plus tardif de 10 à 20 jours et un déglacement plus hâtif de 20 à 30 jours** pour la période 2041-2070 par rapport à la période 1982-2011. La disparition complète de la glace dans le golfe est prévue d'ici la fin du siècle (Senneville *et al.*, 2014).
- Les glaces marines **inhibent les impacts des vagues sur le littoral lorsqu'elles atteignent une concentration supérieure à 30 %**. À la suite d'une augmentation de 2 °C de la température moyenne, les glaces marines de tous les sites, à l'exception de Sept-Îles / Anticosti, connaissent une réduction de concentration sous le seuil de 30 %, ce qui signifie qu'elles ne seront plus en mesure de limiter l'impact des vagues sur les côtes (Senneville et Saucier, 2007; Savard *et al.*, 2008) (tableau 5).

Tableau 5 : Résultats, en pourcentage, des simulations de la variation de température sur les conditions de glaces pour la période 1996-2003 et des projections en conditions futures (Senneville et Saucier, 2007).

Stations	Période témoin : concentration supérieure à 30% 1996-2003	Période chaude : concentration supérieure à 30% (+ 2 °C)	Différence entre la période témoin et la période chaude	Écart type
Sept-Îles	40,4	16,1	24,3	16,6
Sept-Îles / Anticosti	59,9	32,9	27	13,6
Percé	62,2	26,1	36,1	12,2
Plage Martinique	71	26,3	44,7	15,2
Pointe-aux-Loups	57,3	15,9	41,4	14,8
Pointe-aux-Loups / Anticosti	33,9	11,9	22	9,9

- Dans l'Est du Québec, la diminution de la couverture de la glace de mer provoque une **augmentation de l'impact des vagues sur les zones côtières et sur les infrastructures de transport** (Bernatchez *et al.*, 2008). Les aléas côtiers sont préoccupants dans le contexte du déficit sédimentaire, de l'artificialisation du trait de côte, de l'ajustement isostatique et de la hausse du niveau de la mer.
- La réduction du couvert de glaces et la réduction de la période d'englacement dans le golfe du Saint-Laurent diminueront la protection des côtes contre les tempêtes et les vagues, ce qui est susceptible d'accroître les taux d'érosion côtière, d'autant plus que 30 à 40 % des tempêtes se produisent en hiver. La hausse du niveau de la mer intensifiera l'impact des vagues et des surcotes sur les régions côtières, notamment en Gaspésie et aux Îles-de-la-Madeleine, ce qui augmentera également les taux d'érosion côtière et la submersion (Bernatchez *et al.*, 2008).
- Les projections climatiques indiquent une diminution de l'activité cyclonique pour toutes les trajectoires de dépressions affectant le Québec, en hiver, pour la période 2081-2100, comparativement à la période de 1980-1999⁸.
- La réduction du couvert de glace et de la période d'englacement facilitera la circulation des traversiers et le transport maritime, améliorera la sécurité des usagers et favorisera l'accessibilité au territoire. Toutefois, l'érosion côtière et la submersion réduiront la durée de vie des infrastructures portuaires (quais, ports et terminaux de traversiers) et augmenteront possiblement les coûts d'entretien.
- Dans l'Est du Québec, **un tiers de la population et près de 60 % des routes nationales sont situées à moins de 500 m des côtes**, dont les routes 138, 199 et 132 ainsi que l'autoroute 20 (Drezja *et al.*, 2014a; Drezja *et al.*, 2014b).
- Dans l'Est du Québec, 50 % des côtes sont sensibles à l'érosion, alors que 43 % des côtes sont à risque de submersion. Aussi, 35 km de routes seraient exposés à l'érosion de façon imminente, alors que 125 km supplémentaires seraient exposés d'ici 2100 (Drezja *et al.*, 2014a; Drezja *et al.*, 2014b).
- L'érosion côtière et la submersion **entraînent des dommages au réseau routier (incluant les ponceaux et les accotements) et ferroviaire, de même que des perturbations économiques et une hausse des coûts d'entretien des infrastructures côtières** (Bernatchez et Dubois, 2004). Ces aléas influencent la planification et la conception des routes et des structures de protection, notamment lorsqu'il s'agit de choisir l'endroit où elles seront construites.
- Dans la baie des Chaleurs, des segments du Chemin de fer de la Gaspésie sont particulièrement vulnérables à l'érosion côtière et à la submersion.
- D'ici 2065, 776 M\$ en infrastructures de transports seront exposés à l'érosion dans l'Est du Québec. La valeur estimée des routes nationales exposées est de 468 M\$ (Bernatchez *et al.*, 2015).

⁸ Il existe plusieurs aspects du cycle de vie des cyclones extratropicaux, dont la formation, l'intensification, la morphologie et le déclin, qui nécessite une meilleure compréhension. Ces aspects s'ajoutent à l'incertitude provenant des modèles climatiques et limite le degré de confiance dans les projections. Pour plus de détails, consultez la section « Circulation atmosphérique : vents, dépressions et tempêtes » de la synthèse d'Ouranos, dans laquelle sont également abordés les pluies, vagues et surcotes provoqués par ces événements (Ouranos, 2014).

4. CONCLUSION

En conclusion, cette synthèse permet de mieux comprendre comment évolueront les aléas naturels dans un contexte de changements climatiques et quels en seront les impacts sur les infrastructures de transport et les services du Ministère. Selon l'état des connaissances disponibles à ce jour, les changements climatiques modifieront l'intensité, la durée et la fréquence de plusieurs aléas naturels, ce qui entraînera des dommages récurrents aux infrastructures routières, aériennes, maritimes et ferroviaires, ainsi qu'aux sentiers hors route. Ils affecteront les opérations de planification, de conception, de construction et d'entretien, ainsi que les différentes caractéristiques liées aux usagers de la route, telles que l'accessibilité au territoire, la sécurité, la circulation et le confort. L'ensemble des impacts des variables climatiques et des aléas naturels sur les infrastructures de transport et les unités administratives du Ministère sont synthétisés à l'annexe 1.

Le Sous-ministériat aux territoires est directement interpellé par les changements climatiques. L'augmentation prévue et l'incertitude de certains aléas naturels nécessiteront un suivi accru des infrastructures de transport afin d'anticiper les risques et intervenir de façon préventive. D'ailleurs, dès 2003, la problématique liée au dégel du pergélisol a amené le Bureau de coordination du Nord-du-Québec à mettre de l'avant des projets de recherche afin de développer les connaissances sur les risques liés aux changements climatiques, la vulnérabilité potentielle des infrastructures du Ministère et l'efficacité des solutions d'adaptation. Par la suite, les stratégies d'adaptation aux changements climatiques ont été développées et mises en œuvre. Actuellement, des outils d'aide à la décision visant la prise en compte des changements climatiques dans la planification, la conception, l'entretien et la gestion des infrastructures dans le Nord-du-Québec sont en développement. Dans le sud du Québec, la norme de conception des ponts considère l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des précipitations extrêmes. La modification des cycles de gel-dégel, l'augmentation et la variation des précipitations et des extrêmes climatiques ainsi que l'érosion côtière et la submersion continueront d'influencer la fréquence des interventions et des inspections, de même que l'entretien des infrastructures du Ministère. Également, l'expertise de la Direction générale de la sécurité civile et de la veille opérationnelle sera sollicitée, notamment en raison de l'augmentation de l'intensité et de la fréquence de plusieurs aléas, ainsi que des conséquences que ces aléas engendrent sur les personnes et les infrastructures. Ces aléas, qui se retrouvent dans le Plan ministériel de mesures d'urgence et de sécurité civile, pourraient provoquer de nombreuses situations d'urgence. Afin de maintenir les infrastructures de transport fonctionnelles, sécuritaires et pérennes, les directions du Sous-ministériat aux territoires poursuivront leurs efforts visant à évaluer les risques liés aux changements climatiques et à mettre en œuvre des solutions d'adaptation, en collaboration avec les différentes unités ministérielles concernées. La prise en compte des changements climatiques au sein de ce sous-ministériat permettra également de maximiser les interventions et d'optimiser la planification des investissements à long terme.



Le Sous-ministériat à l'ingénierie et aux infrastructures sera affecté par les changements climatiques et les aléas naturels. Par exemple, la Direction de la coordination de la recherche et de l'innovation pourrait être encore plus sollicitée dans des projets de recherche liés aux inondations, à l'érosion côtière et à la submersion. Ces études permettront d'approfondir les connaissances des impacts des changements climatiques et des aléas naturels sur les infrastructures de transport et de proposer des mesures d'adaptation. La Direction de l'hydraulique de la Direction générale des structures a déjà constaté les impacts des changements climatiques et des aléas naturels. À cet effet, cette direction a majoré le débit de conception des ponts afin de considérer les précipitations extrêmes qui seront plus intenses et plus fréquentes. La Direction générale des structures et la Direction générale de la gestion des projets routiers et de l'encadrement en exploitation collaborent dans les dossiers des pratiques de gestion durable des eaux pluviales. Les activités de la Direction générale de la gestion des projets routiers et de l'encadrement en exploitation, dont la viabilité hivernale, le *monitoring* de l'écaillage du réseau ainsi que la circulation des véhicules hors route, seront affectés par les changements climatiques et les aléas naturels.

Les programmes et les politiques du Sous-ministériat à l'électrification, à la sécurité et à la mobilité seront affectés par les changements climatiques et les aléas naturels. Les changements climatiques auront des répercussions sur les sentiers hors route, la circulation des marchandises, le transport maritime, le transport aérien ainsi que sur le transport ferroviaire. L'augmentation des précipitations pourrait modifier les restrictions et les contraintes de circulation imposées aux véhicules, notamment en ce qui a trait au transport routier des marchandises. Ainsi, le *Règlement sur les normes de charges et de dimensions applicables aux véhicules routiers et aux ensembles de véhicules routiers* pourrait avoir à considérer les futures conditions climatiques afin de déterminer les limites de charge. La Direction générale du transport maritime et ferroviaire est déjà affectée par les variables climatiques dans la gestion des chemins de fer sous sa responsabilité. De plus, les changements climatiques pourraient être bénéfiques à la circulation des traversiers et au transport maritime puisqu'ils réduiront la quantité de glace nuisible à la navigation, ce qui permettra de désenclaver plus facilement les régions côtières. Toutefois, l'érosion côtière et la submersion pourraient fragiliser les infrastructures portuaires, telles que les quais, les ports et les terminaux de traversiers, en diminuant la durée de vie et en augmentant les coûts d'entretien de ces infrastructures.

Finalement, il a été vu précédemment que les températures extrêmes seront plus fréquentes et plus intenses. Les employés du Ministère qui travaillent à l'extérieur seront donc davantage exposés aux périodes de canicule et de chaleur accablante. Dans les régions côtières, le vent et le froid affectent déjà les conditions de travail des employés qui doivent intervenir pour exécuter des travaux urgents. Ainsi, les activités de la Direction générale des ressources humaines du Sous-ministériat à la surveillance des marchés et à l'administration pourraient être affectées par des changements au niveau des horaires et des conditions de travail, de même que des équipements.





Annexe 1 : Synthèse détaillée des impacts des variables climatiques et des aléas naturels sur les infrastructures de transport et les services du Ministère dans un contexte de changements climatiques.

Variables climatiques	Projections – changements climatiques (2050)	Modes de transport ⁹	Impacts sur les infrastructures de transport ¹⁰
Températures	Augmentation des températures annuelles moyennes : Nord : 2,6 à 5,8 °C - Centre : 2,6 à 5,0 °C Golfe : 2,0 à 4,3 °C - Sud : 2,4 à 4,6 °C	Routier	Diminution de la durée et de la sévérité de la saison hivernale pourrait réduire la profondeur de gel dans la structure de la chaussée donc dommages moins fréquents, notamment ceux associés aux charges lourdes en période de dégel; possible augmentation des cycles de gel-dégel et des dommages associés (ornières et fissures). Durant la saison hivernale, sentiers hors route vulnérables à l'augmentation des températures, l'accessibilité au territoire par motoneige est réduite.
		Maritime	Conditions hivernales plus clémentes et diminution de l'étendue et du volume des glaces marines facilitent la circulation des traversiers, l'accessibilité aux régions est facilitée.
Précipitations	Augmentation des précipitations annuelles moyennes (liquides et solides) : Nord : 9 à 22 % - Centre : 9 à 17 % Golfe : 5 à 13 % - Sud : 5 à 14 %	Routier	Augmentation des précipitations pourrait réduire la durée de vie des chaussées jusqu'à 32 % d'ici 2040. Modifications des restrictions et contraintes de circulation imposées aux véhicules, notamment transport routier des marchandises. Augmentation des précipitations pourrait affecter la sécurité des usagers de la route en raison des chaussées glissantes et de la diminution de la visibilité.
Conditions hivernales	Durée de l'enneigement : diminution de 25 jours (Nord), 25 à 45 (Centre), 45 à 75 (Golfe) et 45 à 65 (Sud). Diminution de la neige au sol.	Routier	Réduction des activités d'entretien hivernales, des apports de sel sur les routes ainsi que des coûts associés au déneigement et au déglçage. Diminution possible des retards, des fermetures de route et des accidents associés aux conditions hivernales difficiles. Amélioration possible de la mobilité et de la sécurité des usagers de la route. Réduction de la durée de l'enneigement et diminution de la neige au sol pourraient provoquer la fermeture de sentiers et raccourcir la saison de motoneige.
		Aérien	Diminution des retards associés aux conditions hivernales difficiles. Amélioration possible de la mobilité et de la sécurité des usagers.
Aléas naturels	Projections – changements climatiques (2050)	Modes de transport ¹¹	Impacts sur les infrastructures de transport
Températures extrêmes	Extrêmes chauds plus nombreux et extrêmes froids moins nombreux. Extrêmes chauds : plus chauds de 4 à 7 °C. Extrêmes froids : réchauffement jusqu'à 10 °C.	Routier	Détérioration prématurée des infrastructures : ramollissement du bitume causant des ornières ainsi que le ressuage. Températures extrêmes affectent les structures métalliques par le biais de l'expansion/contraction thermique des joints de tablier.
		Aérien	Températures extrêmes contribuent à accélérer le dégel du pergélisol, ce qui peut engendrer des tassements différentiels et des fissures longitudinales sur les remblais.
		Maritime	Circulation des traversiers bénéficiera des chaleurs hivernales qui réduiront la quantité de glace nuisible à la navigation.
		Ferroviaire	Températures extrêmes causent des déformations thermiques aux chemins de fer, accélération du processus d'endommagement, augmentation des inspections spéciales et de l'entretien sur le réseau, fragilisation des systèmes électroniques, restrictions de vitesse et risques de déraillements.
Précipitations extrêmes	Quantité de précipitations provenant des jours les plus pluvieux : augmentation de 70 à 100 % (Nord et Golfe) et de 40 à 70 % (Sud et Centre) (2100), selon les différents scénarios.	Routier	Augmentation du ruissellement de surface et des niveaux de saturation dans les sols et les matériaux des chaussées causent l'affaiblissement des fondations et des déformations. Augmentation des risques d'inondations des routes, destruction des ponceaux (rupture de route) et affouillement des fondations de ponts. Érosion accélérée des talus de fossés, de déblais et de remblais. Importante quantité d'eau sur la route limite la visibilité, augmente l'inconfort et les risques d'aquaplanage.
		Aérien	Inondation des pistes d'atterrissage, déformations de l'enrobé et fermeture de pistes et d'aéroports.
		Ferroviaire	Préoccupation importante pour le secteur ferroviaire en raison des risques associés aux inondations qui peuvent perturber le service, endommager les infrastructures, restreindre l'accessibilité au territoire et nuire à la sécurité des usagers.

⁹ Pour les besoins de la synthèse, les impacts des changements climatiques sur les sentiers hors route sont abordés dans le mode de transport routier.

¹⁰ Ce tableau synthétise les impacts sur les infrastructures de transport et les services du Ministère décrits dans le document. Ce qui est mentionné à la page dédiée à l'aléa se retrouve de façon synthétisée dans ce tableau. Ainsi, une information qui n'est pas présente à la page dédiée à l'aléa, n'est pas présente dans ce tableau.

Aléas naturels	Projections – changements climatiques (2050)	Modes de transport ¹¹	Impacts sur les infrastructures de transport et les services du Ministère
Cycles de gel-dégel	<p>Augmentation possible du nombre de cycles de gel-dégel en hiver et diminution au printemps et à l'automne.</p> <p>Augmentation du nombre de redoux hivernaux pour plusieurs zones de dégel utilisées au Ministère.</p>	Routier	Cycles de gel-dégel et redoux hivernaux entraînent la fonte partielle de la glace et de la neige qui s'accumulent dans la partie supérieure de la fondation de la chaussée. Augmentation de la teneur en eau diminue la rigidité et la résistance des matériaux de fondations aux déformations permanentes. Lors de redoux hivernaux, les dommages associés aux charges importantes tels que l'orniérage et les fissurations peuvent survenir. Ornières représentent un danger pour les usagers de la route en raison d'une faible résistance au dérapage. Ornières profondes retiennent l'eau, ce qui favorise l'aquaplanage des véhicules. En hiver, les ornières compliquent l'entretien de la chaussée et entraînent l'utilisation accrue de fondants. Redoux hivernaux réduisent la durée de vie des ouvrages routiers d'environ 7 à 10% et lorsqu'ils surviennent, la chaussée s'endommage de 4 à 6 fois plus qu'au printemps. Cycles de gel-dégel affectent les structures de béton puisqu'ils produisent l'écaillage des surfaces, de la fissuration ainsi que des tassements différentiels entraînent le mouvement de ces structures.
Avalanches	Augmentation jusqu'à 25 %, d'ici 2020, des précipitations hivernales et printanières et jusqu'à 48 %, d'ici 2050, dans l'Est du Québec (principaux déclencheurs).	Routier	Fréquence des avalanches pourrait augmenter dans la mesure où les précipitations tombent majoritairement sous forme de neige : obstruction de la chaussée, fermeture partielle ou totale de la route, diminution de l'accessibilité au territoire, impact sur la circulation et la sécurité des usagers de la route. Outre la région de la Gaspésie, le Nord-du-Québec, la Capitale-Nationale, la Côte-Nord et la région de Chaudière-Appalaches sont susceptibles de subir les conséquences des avalanches et des chutes de glace.
Dégel du pergélisol	Diminution de la superficie du pergélisol de 37 % (RCP 2.6) à 81 % (RCP 8.5) d'ici 2100 (GIEC 2013).	Routier	Le dégel du pergélisol peut engendrer l'instabilité du sol, des fissures de tension longitudinales, des tassements et déformations sur les pistes d'atterrissage et les routes d'accès ainsi que le dysfonctionnement de réseau de drainage pour les infrastructures qui n'ont pas fait l'objet de travaux d'adaptation aux changements climatiques. Ce contexte engendre une augmentation des coûts de conservation et d'amélioration des infrastructures.
		Aérien	
Inondations et mobilité des cours d'eau	Crues printanières plus hâtives. Augmentation de l'intensité des crues estivales et automnales.	Routier	Sinistres associés aux crues pourraient survenir tout au long de l'année : crues éclairs, crues en début d'hiver, débâcles hivernales associées aux redoux et embâcles de frasil affecteront les zones bâties. Modifications de la morphologie des cours d'eau lors de crues importantes : mobilité latérale, érosion des berges, phénomènes d'avulsion et d'aggradation peuvent menacer les remblais routiers et les approches de traverses, provoquer l'affouillement au pied des structures de protection et des assises de ponts. Aussi, l'aggradation peut menacer la stabilité des structures et contribuer aux problèmes d'inondations. Lors d'inondations, les routes et approches de ponts deviennent impraticables, endommagées, submergées ou détruites. De plus, certains ponceaux pourraient être détruits par une inondation, entraînant des ruptures de route. Il en résulte que des régions pourraient être isolées et difficilement accessibles. Sécurité des usagers et accessibilité aux régions peuvent aussi être affectées lors d'inondations.
		Ferroviaire	Inondations possibles des chemins de fer, notamment en Gaspésie et en Estrie (propriétés du Ministère).
Glissements de terrain	Facteurs aggravants ou déclencheurs : augmentation des précipitations annuelles totales et précipitations extrêmes.	Routier	Probabilité d'occurrence de glissement de terrain est susceptible d'augmenter et certains types de glissements se produiront plus souvent, tels que les glissements superficiels et les coulées de boues ou de débris qui sont principalement déclenchés lors d'événements de précipitations extrêmes. Glissements de terrain peuvent engendrer des dommages importants aux infrastructures de transports, dont les routes, les structures et les chemins de fer. Ils peuvent influencer la planification des travaux, augmenter les coûts liés à l'exploitation et l'entretien, diminuer la sécurité des usagers et provoquer des problèmes de circulation ou d'accessibilité au territoire.
		Ferroviaire	
Érosion côtière et submersion	Réduction du couvert de glace et réduction de la période d'englacement : - englacement tardif (10 à 20 jours) - déglacement hâtif (20 à 30 jours) - disparition complète d'ici la fin du siècle.	Routier	Diminution de la protection des côtes par les glaces et augmentation de l'impact des vagues, des surcotes et des tempêtes sur les zones côtières et sur les infrastructures de transport, ce qui augmentera les taux d'érosion côtière et la submersion. Dans l'Est du Québec, 60% des routes nationales sont situées à moins de 500 mètres des côtes. L'érosion côtière et la submersion entraînent des dommages récurrents au réseau routier (incluant les ponceaux et les accotements) et ferroviaire, de même que des perturbations économiques et une hausse des coûts d'entretien. Ces aléas influencent la planification et la conception des routes et des structures de protection, notamment lorsqu'il s'agit de choisir l'endroit où elles seront construites. Dans la baie des Chaleurs, des segments du Chemin de fer de la Gaspésie sont particulièrement vulnérables à l'érosion côtière et à la submersion.
		Ferroviaire	
	Hausse du niveau de la mer.	Maritime	Circulation des traversiers facilitée par la réduction du couvert de glace et la réduction de la période d'englacement. Toutefois, l'érosion côtière et la submersion réduiront la durée de vie des infrastructures portuaires (quais, ports et terminaux de traversiers), entraîneront la fermeture temporaire de quais et augmenteront possiblement les coûts d'entretien.

RÉFÉRENCES

AIPCR (2012) *Prendre en compte les effets du changement climatique sur les chaussées routières*. Association mondiale de la route (AIPCR), France, 151 p.

Allard, M., Fortier, R., Sarazzin, D., Calmels, F., Fortier, D., Chaumont, D., Savard, J-P et Tarussov, A (2007) *L'impact du réchauffement climatique sur les aéroports du Nunavik : caractéristiques du pergélisol et caractérisation des processus de dégradation des pistes*. Centre d'études nordiques, Université Laval. Rapport remis à Ouranos, 199 p.

Allard, Michel., Lemay, Mickaël., Barrette, Carl., L'Héroult, Emmanuel et Sarrazin, Denis (2013) Chapitre 6. Le pergélisol et les changements climatiques au Nunavik et Nunatsiavut : importance en matière d'infrastructures municipales et de transports. Dans : *Le Nunavik et le Nunatsiavut : De la science aux politiques publiques*. Une étude intégrée d'impact régional des changements climatiques et de la modernisation. ArticNet Inc. Québec, Québec, 173-203.

Audrey, Jean., Kertland, Pamela et Warren, Fiona (2014) Chapitre 8 : Infrastructure hydraulique et infrastructure de transport. Dans *Vivre les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatifs aux impacts et à l'adaptation*. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 235-252.

Beaulac, Isabelle (2006) *Impacts de la fonte du pergélisol et adaptations des infrastructures de transport routier et aérien au Nunavik*. Université Laval, mémoire de maîtrise en génie civil, Québec, 289 p.

Bellaire, Sascha., Jamieson, Bruce et Statham, Grant (2013) *The avalanche climate of Glacier National Park, B.C., Canada during 1965-2011*. Proceedings of 2013 International Snow Science Workshop, Grenoble.

Bernatchez, Pascal et Dubois, Jean-Marie (2004) *Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien*. Géographie physique et Quaternaire, 58 (1), 45-71.

Bernatchez, Pascal., Fraser, Christian., Friesinger, Stéphanie., Jolivet, Yvon., Dugas, Steeve., Drejza, Susan et Morissette, Antoine (2008) *Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières. Université du Québec à Rimouski. Remis à Ouranos et au FACC, 280 p.

Bernatchez, Pascal., Dugas, Steeve., Fraser, Christian et Da Silva, Laurent (2015) *Évaluation économique des impacts potentiels de l'érosion des côtes du Québec maritime dans un contexte de changements climatiques*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Remis à Ouranos, 60 p.

Biron, Pascale., Buffin-Bélanger, Thomas., Larocque, Marie., Demers, Sylvio., Olsen, Taylor., Ouellet, Marie-Audrey., Choné, Guérolé., Cloutier, Claude-André et Needelman, Michael (2013) *Espace de liberté : un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques*. Ouranos, 140 p.

Boucher, Maude., Grondin, Gilles et Guimond, Anick (2010) *Auscultation et investigations du pergélisol sous les infrastructures du ministère des Transports du Québec au Nunavik : vers une stratégie d'adaptation*. Ministère des Transports du Québec, Service de la géotechnique et de la géologie et Bureau de la coordination du Nord-du-Québec, Québec et Rouyn-Noranda, 9 p.

Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) (2015a) *Atlas hydroclimatique du Québec méridional : Impacts des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050*. Québec, 81 p.

Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) (2015 b) *Zones inondables – informations générales*. [En ligne]. <https://www.cehq.gouv.qc.ca/> [page consultée le 29 juillet 2015].

Cloutier, C., Locat, J., Geertsema, M., Jakob, M et Schnorus, M (2016) *Potential impacts of climate change on landslides occurrence in Canada*. Forum : *Slope safety preparedness for effects of climate change*, edited by Ken, H., Lacasse, S et Picarelli, L.

Coumou, D., Robinson, A. et Rahmstorf, S (2013) *Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures*. *Climate Change*, 118 (3-4), 771-782.

Davis, T.N (2001) *Permafrost : a guide to frozen ground in transition*. University of Alaska Press, Fairbanks, Alaska, 351 p.

Demers, Denis., Robitaille, Denis., Potvin, Janelle., Bilodeau, Chantal et Dupuis, Clotilde (2008) *La gestion des risques de glissements de terrain dans les sols argileux au Québec*. Dans : Comptes rendus de la 4^e Conférence sur les géorisques - des causes à la gestion. Presses de l'Université Laval, Québec, 594 p.

Demers, Sylvio., Olsen, Taylor et Buffin-Bélanger, Thomas (2014) *Développement d'une méthode hydrogéomorphologique pour mieux considérer les dynamiques hydrosédimentaires aux droits des traverses de cours d'eau du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie dans un contexte de changements climatiques et environnementaux*. Laboratoire de géomorphologie et de dynamique fluviale, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au Ministère des Transports du Québec, 202 pages.

Doré, Guy., Bilodeau, Jean-Pascal., Masseck Thiam, Papa et Perron Drolet, François (2014) *Impact des changements climatiques sur les chaussées des réseaux routiers québécois*. Ouranos, Montréal, 63 p.

Drejza, Susan., Friesinger, Stéphanie et Bernatchez, Pascal (2014a) *Exposition des infrastructures routières de l'Est du Québec (Canada) à l'érosion et à la submersion*. Présentation orale au 9^{ème} colloque sur les risques naturels au Québec, dans le cadre du colloque de l'ACFAS, Montréal, 8 p.

Drejza, Susan., Friesinger, Stéphanie et Bernatchez, Pascal (2014 b) *Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : caractérisation des côtes, dynamique hydrosédimentaire et exposition des infrastructures routières à l'érosion et à la submersion, Est du Québec, Volume I, Projet X008.1*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Remis au Ministère des Transports du Québec, 226 p.

Dubé, Simon., Fillion, Louise et Hétu, Bernard (2004) *Tree-ring reconstruction of high-magnitude snow avalanches in the Northern Gaspé Peninsula, Quebec, Canada*. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 36 (4), 555-564.

Fortin, Guillaume et Hétu, Bernard (2009) *Les extrêmes météorologiques hivernaux et leurs influence sur la couverture neigeuse dans les monts Chic-Chocs, Gaspésie, Canada*. *Geographia Technica*, numéro spécial, 181-186.

Fortin, Guillaume (2010) *Variabilité et fréquence des cycles de gel-dégel dans la région de Québec, 1977-2006*. *Le Géographe canadien*, 54 (2), 196-208.

Fortin, Guillaume., Hétu, Bernard et Germain, Daniel (2011) *Climat hivernal et régimes avalancheux dans les corridors routiers de la Gaspésie septentrionale, Québec, Canada*. *Climatologie*, 8, 9-25.

French, H. M (2007) *The periglacial environment*. John Waley and sons, Chichester, England.

Gagné, Richard (2014) GCI 714 – *Durabilité et réparation du béton*, chapitre : Cycles gel-dégel. Université de Sherbrooke.

Germain, Daniel., Fillion, Louise et Hétu, Bernard (2009) *Snow avalanches regime and climatic conditions in the Chic-Choc Range, eastern Canada*. *Climatic Change*, 9 (1-2), 141-167.

GIEC (2013) *Climate Change 2013 : The Physical Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge, United-Kingdom and New York, USA, 1552 p.



GIEC (2014) *Climate Change 2014 : Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge, United-Kingdom and New York, USA, 2246 p.

Gonzalez, Diana « *Basse-Côte-Nord : un sentier pour suppléer la route blanche* ». ICI Radio-Canada [En ligne]. Lundi, 5 août 2013. <http://ici.radio-canada.ca/regions/est-quebec/2013/08/05/002-route-blanche-sentier-basse-cote-nord.shtml> [page consultée le 25 août 2015].

Graveline, Marie-Hélène (2012) *Analyse multirisques des aléas d'écroulements des carapaces de glace et d'avalanche de neige sur le site d'Aqua Velva en bordure de la route 132, Gaspésie septentrionale*, Québec. Université Laval, mémoire de maîtrise en géographie, Québec, 99 p.

Hambly, D., Andrey, J., Mills, B et Fletcher, C (2013) *Projected implications of climate change for road safety in Greater Vancouver, Canada*. *Climatic Change*, 116 (3-4), 613-629.

Héту, Bernard (2007) *Les conditions météorologiques propices au déclenchement des avalanches de neige dans les corridors routiers du nord de la Gaspésie, Québec, Canada*. *Géographie physique et quaternaire*, 61 (2-3), 81-96.

Héту, Bernard., Fortin, Guillaume et Kati, Brown (2015) *Climat hivernal, aménagement du territoire et dynamique des avalanches au Québec méridional : une analyse des accidents connus depuis 1825*. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 52, 307-321.

Ingénieurs Canada (2008) *Adapting to climate change : Canada's first national engineering vulnerability assessment of public infrastructure*. Ottawa, Ontario.

Institut national de santé publique (2015) Site Internet *Mon climat, ma santé – pour mieux s'adapter aux changements climatiques*. [En ligne]. <http://www.monclimatmasante.qc.ca/> [page consultée le 28 juillet 2015].

Lemmen, Donald., Warren, Fiona., Barrow, Elaine., Schwartz, Ryan., Audrey, Jean., Mills, Brian et Riedel, Dieter (2004) *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne*. Ressources Naturelles Canada, Direction des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ottawa, 219 p.

Leroueil, S (2001) *Natural slopes and cuts : movement and failure mechanisms*. *Géotechnique*, 51 (3), 197-273.

Mailhot, A., Beaugard, I., Talbot, G., Caya, D. et Biner, S (2012) *Future changes in intense precipitation over Canada assessed from multimodel NARCCP ensemble simulation*. *International Journal of Climatology*, 32 (8), 1151-1163.

Mailhot, A., Panthou, Gérémy et Talbot, Guillaume (2014) *Recommandations sur les majorations à considérer pour les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) aux horizons 2040-2070 et 2070-2100 pour l'ensemble du Québec – Phase II*. INRS-ÉTÉ. Rapport remis au ministère des Transports du Québec, 36 pages.

Masseck Thiam, Papa (2014) *Effets des futurs changements climatiques sur la performance à long terme des chaussées souples au Québec*. Université Laval, mémoire de maîtrise en génie civil, Québec, 286 p.

Meyer, Michael., Flood, Michael., Keller, Jake., McVoy, Gary., Dorney, Chris., Leonard, Ken., Hyman, Robert et Smith, Joel (2014) *Volume 2 - Climate change, extreme weather events, and the highway system : practitioner's guide and research report*. Federal Highway Administration, American Association of State Highway and Transport Officials, Washington, D.C., 213 p.

Nations Unies (1992) *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques* [En ligne]. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf> [page consultée le 25 novembre 2015].

OURANOS (2014) *Vers l'adaptation : Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Partie 1 : Évolution climatique au Québec*. Édition 2014. Montréal, Québec, 79 p.



OURANOS (2015) *Vers l'adaptation : Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Partie 2 : Vulnérabilités, impacts et adaptation aux changements climatiques*. Édition 2015. Montréal, Québec, 234 p.

Perron-Drolet, François (2015) *Effets des changements climatiques sur la performance à long terme des chaussées souples au Québec, volet 2 : Effet de l'augmentation de la température en hiver et d'une hausse du nombre d'épisode de redoux hivernaux*. Université Laval, mémoire de maîtrise en génie civil, Québec, 369 p.

Richardson, G.R.A (2010) *S'adapter aux changements climatiques : une introduction à l'intention des municipalités canadiennes*. Ressources naturelles Canada, Ottawa, Ontario, 48 p.

Roger, J., Allard, M., Sarrazin, D., L'Héroult, E., Aubé-Michaud, S et Mathon-Dufour, V (2016) *Suivi de l'évolution des conditions de pergélisol et de la vulnérabilité des infrastructures aéroportuaires du MTMDET au Nunavik dans le contexte des changements climatiques*. Rapport produit pour le compte du Bureau de la coordination du Nord-du-Québec. Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec, 130 p.

Rowan, Emily., Evan, Christopher., Riley-Gilbert, Marybeth., Hyman, Rob., Kafalenos, Rob., Beucler, Brian., Rodehorst, Beth., Choate, Anne et Schultz, Peter (2013) *Assessing the sensitivity of transportation assets to extreme weather events and climate change*. Journal of the transportation research board, 2326, 16-23.

Rychen, Patrick (2013) *Impact du changement climatique sur les infrastructures routières – Analyse de risque et mesures d'adaptation*. École polytechnique fédérale de Lausanne, Faculté de l'environnement naturel, architecturale et construit, Laboratoire des voies de circulation, Thèse de doctorat n°5611, Suisse, 389 p.

Saint-Laurent, Diane et Hähni, Marlies (2008) *Crués et inondations majeures des villes de l'Estrie : variations climatiques et modifications anthropiques, Québec, Canada*. Environnement urbain – Urban environment, 2, 50-72.

Savard, Jean-Pierre., Bernatchez, Pascal., Morneau, François., Saucier, François., Gachon, Philippe., Senneville, Simon., Fraser, Christian et Jolivet, Yvon (2008) *Étude de la sensibilité des côtes et de la vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques*. Ouranos. Montréal, Québec, 58 p.

Senneville, S et Saucier, François (2007) *Étude de sensibilité de la glace de mer au réchauffement climatique dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent*. Institut des Sciences de la Mer de Rimouski (ISMER), Université du Québec à Rimouski. Rapport remis à Ouranos, 30 p.

Senneville, S., St-Onge Drouin, S., Dumont, D., Bihan-Poudec, A-C., Belemaalem, Z., Corriveau, M., Bernatchez, P., Bélanger, S., Tolszczuk-Leclerc, S et Villeneuve, R (2014) *Modélisation des glaces dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent dans la perspective des changements climatiques*. Institut des sciences de la mer de Rimouski. Rimouski, Québec, 384 p.

Thériault, Carl « *La route blanche tarde à prendre forme en Basse-Côte-Nord* ». Le Soleil. [En ligne]. 12 janvier 2011. <http://www.lapresse.ca/le-soleil/actualites/transports/201101/11/01-4359160-la-route-blanche-tarde-a-prendre-forme-en-basse-cote-nord.php> [page consultée le 25 août 2015].



ANNEXE 3 - LISTE DES ENGAGEMENTS À JOUR

Section devis 185	Section devis 180	Autre devis	Source	Référence	Mesure	Thème	Commentaires
1			Tome II – Construction routière	9.3.1	Les aires prévues pour l'aménagement du chantier doivent être situées en priorité sur des sites déjà déboisés ou perturbés lorsque de tels sites sont présents. Les aires doivent respecter les conditions suivantes : ▶ les emplacements des chemins d'accès au chantier, des aires de stationnement et d'entreposage, des campements, des locaux de chantier ou des autres aménagements temporaires doivent être situés à au moins 60 m d'un cours d'eau permanent ou d'un lac, et à plus de 30 m d'un cours d'eau intermittent; ▶ Les principales dispositions de protection s'appliquent dans les forêts du domaine de l'État, conformément à la Loi sur les forêts (L.R.Q., chapitre F-4.1) et au Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (R.R.Q., c. F-4.1, r. 7). Aucun des éléments suivants ne doit être placé à moins de 10 m de la lisière boisée de 20 m à conserver en bordure des lacs et des cours d'eau, à moins de 30 m d'un cours d'eau intermittent ou encore à l'intérieur des lisières boisées à préserver : - les matériaux à entreposer; - le matériel de l'entrepreneur; - les sites de campement, de local de chantier et de poste de pesée; - les aires d'ébranchage, de tronçonnage et d'empilement; - les aires de rebut et de dépôt des matériaux à récupérer ou à réutiliser; - les voies de contournement et les chemins d'accès (sauf pour la traversée d'un cours d'eau).	Aménagement du chantier	
2			Tome II – Construction routière	9.3.2	L'entretien de la machinerie et des véhicules ainsi que leur ravitaillement en carburant et en lubrifiant doivent être effectués à une distance minimale de 30 m de tout cours d'eau ou lac (selon la limite de la ligne naturelle des hautes eaux). Il faut prévenir toute contamination du milieu aquatique et prévoir les mesures d'urgence en cas de déversement accidentel de produits pétroliers. Lorsque les travaux sont situés sur les terres du domaine de l'État, l'entretien de la machinerie et des véhicules doit être réalisé à plus de 60 m d'un cours d'eau. Le plein et la vérification de la mécanique des pompes génératrices et du matériel fixe devraient être effectués à plus de 15 m d'un cours d'eau. Le cas échéant, les réservoirs d'essence doivent être installés sur un ouvrage imperméable ayant un volume minimal équivalant à 150 % de la capacité du réservoir pour assurer une marge de sécurité. Il est strictement interdit de faire circuler la machinerie dans le lit d'un cours d'eau. Si un passage à gué est inévitable, certaines règles doivent être respectées (voir section 9.4.4.4 « Passage à gué »). Les surplus de béton et les eaux ayant servi au nettoyage des bétonnières doivent être déposés dans une aire prévue à cette fin pour éviter toute contamination du milieu; le site aura préalablement été autorisé par le surveillant des travaux.	Entretien, maintenance, nettoyage, ravitaillement et entreposage de la machinerie	
3			Tome II – Construction routière	9.3.3	Cette section traite des façons de gérer chaque type de matières résiduelles produites au cours des travaux de chantier. Les rebuts sont des matériaux excédentaires ou inutilisables qui ne répondent pas aux critères de qualité pour la construction des routes. Ce sont : les matériaux naturels, les matériaux de démolition et les matières dangereuses. Ces matériaux doivent être acheminés vers des sites autorisés par le MDDEFP.	Gestion des matières résiduelles	
4			Tome II – Construction routière	9.4.1	Certaines périodes de réalisation des travaux doivent être observées en ce qui a trait aux activités de construction réalisées en milieu aquatique. La période de réalisation des travaux relative au déroulement des travaux en milieu aquatique constitue une mesure d'atténuation requise afin de protéger les poissons et la qualité de leurs habitats à certaines étapes critiques de leur cycle vital. Les activités de construction doivent se tenir en dehors des étapes les plus critiques du cycle de vie des poissons. Ces périodes doivent être précisées dans les plans et devis. Le tableau 27 « Périodes de réalisation des travaux dans le milieu aquatique en fonction des caractéristiques de la reproduction, de l'incubation et la période de mobilité des larves des poissons » présente les périodes requises pour la protection du recrutement. Ce tableau est fourni à titre indicatif pour les périodes de réalisation des travaux, car celles-ci doivent être validées en fonction de la nature du projet, de l'emplacement et du cours d'eau concerné. Le conseiller en environnement en territoire doit consulter le gestionnaire responsable de la faune afin de valider la période de réalisation des travaux qui s'applique dans la région concernée et au site touché par les travaux.	Périodes de réalisation des travaux	
5			Tome II – Construction routière	9.9	Les travaux de construction engendrent une pollution sonore dont les niveaux peuvent être élevés. Lorsque cette pollution sonore a des impacts sur les riverains, des mesures peuvent être prises afin de caractériser adéquatement les sources de bruit et d'évaluer leurs impacts potentiels. Des mesures d'atténuation peuvent être appliquées lorsque des impacts sonores sont anticipés.	Climat sonore	
6			Tome IV – Abords de route	9.3.1	La terre végétale récupérée peut contenir des espèces exotiques envahissantes. Les espèces à identifier sont : - le roseau commun (Phragmite); - la renouée japonaise (Polygonum cuspidatum). À l'étape de la conception des travaux, les superficies occupées par ces types de végétaux doivent être localisées. Ces superficies doivent être soustraites des activités de récupération de la terre végétale. Avant les travaux, ces plantes et les volumes de sol ainsi soustraits doivent être enfouis à plus de 2 m de profondeur sur le chantier ou dans un site autorisé par le ministère des Transports situé à une distance d'au moins 50 m d'un cours d'eau ou d'un milieu humide. S'ils doivent être transportés hors du site des travaux, ils doivent l'être dans une benne recouverte de façon qu'il n'y ait aucun rejet.	Plantes exotiques envahissantes	

Section devis 185	Section devis 180	Autre devis	Source	Référence	Mesure	Thème	Commentaires
7			ÉI	P1	Niveler les aires de circulation et d'entreposage des déblais selon la topographie du milieu environnant suite aux travaux. Décompacter les sols, rétablir le drainage et stabiliser les terrains susceptibles d'être érodés. Enlever les matériaux utilisés pour l'aménagement des accès à la rivière et les évacuer du site.	Remise en état	
8			ÉI	P2	Identifier une aire pour l'entretien de la machinerie, ainsi que pour l'entreposage et la manipulation des matières dangereuses avant le début des travaux en imperméabilisant la surface à l'aide d'une bâche ou autre matériel étanche	Entretien, maintenance, nettoyage, ravitaillement et entreposage de la machinerie	
9			ÉI	P3	Maintenir les véhicules de transport et les engins de chantier en bon état de fonctionnement afin d'éviter les fuites d'huiles, de carburant ou de tout autre polluant.	Entretien, maintenance, nettoyage, ravitaillement et entreposage de la machinerie	
10			ÉI		Étant donnée les quantités faibles à nulles de sédiments rencontrés lors de la campagne d'échantillonnage, aucune mesure spécifique ne leur est associée. Toutefois, si cela devait être le cas les sédiments seront gérés selon les normes en vigueur. Les mesures P2 et P3 s'appliquent également à cette composante.	Gestion des sols contaminés	
11			ÉI	P4	Circonscrire les superficies d'encrochement aux zones préalablement délimitées.	Empiètement en rivière	
12			ÉI	P5	Prévenir le transport des sédiments vers les milieux humides et hydriques environnants et lorsque nécessaire, installation par l'entrepreneur des barrières à sédiments (ex. géotextile, ballots de foin, etc.).	Contrôle de l'érosion et des sédiments	Addenda 1 QC-37 : Les barrières à sédiment seront automatiquement installées en périphérie des aires de travaux pour les secteurs riverains.
13			ÉI	P6	Mettre en place des infrastructures de retenue sous les structures à réparer ou à démanteler afin d'éviter la chute de débris dans la rivière.	Qualité des eaux de surface	
14			ÉI	P7	Manipuler les produits dangereux en respectant une bande de protection d'au moins 30 mètres par rapport à la rive.	Qualité des eaux de surface	
15			ÉI	P8	Interdire le nettoyage de tout équipement dans le cours d'eau.	Qualité des eaux de surface	
16			ÉI	P9	Interdire le rejet de débris, rebut, déchets, matériaux, eaux de lavage, etc. dans le cours d'eau.	Qualité des eaux de surface	
17			ÉI	P10	Enlever tous les débris et infrastructures temporaires qui entravent l'écoulement normal des eaux de surface.	Hydraulique	
18			ÉI	P11	Éviter de laisser fonctionner inutilement les moteurs des véhicules et de la machinerie.	Qualité de l'air	
19			ÉI	P12	Recouvrir avec des bâches fixées solidement les matériaux contenant des particules fines durant leur transport ou encore en attente de leur transport.	Qualité de l'air	
20			ÉI	P13	Humidifier la surface à démolir si trop des particules fines sont mises en suspension dans l'air.	Qualité de l'air	
21			ÉI	B1	Protéger la végétation existante aux abords des cours d'eau en clôturant les aires de chantier et, lorsque nécessaire, en instaurant des périmètres de protection additionnels à l'intérieur des limites du chantier. Les accès aux rives de la rivière des Prairies pour les travaux devront être réduits au strict minimum. Si cette bande a été altérée, renaturaliser les surfaces dénudées avec des espèces indigènes, si possible, présentes dans le secteur.	Végétation riveraine et aquatique	
22			ÉI	B2	Inspecter les engins de chantier et la machinerie lourde avant leur utilisation afin d'assurer qu'ils sont exempts de terre ou de segments viables de plantes envahissantes. Dans le doute, procéder à leur lavage.	Plantes exotiques envahissantes	
23			ÉI	B3	Éliminer les sols potentiellement contaminés par des espèces exotiques envahissantes dans un lieu d'enfouissement technique ou tout autre lieu autorisé par le MDDEFP.	Plantes exotiques envahissantes	
24			ÉI	B4	Ne pas utiliser les sols potentiellement contaminés par des espèces exotiques envahissantes comme matériau de recouvrement sur le site ou ailleurs.	Plantes exotiques envahissantes	
25			ÉI	B5	Réaliser un projet de compensation pour pallier à la perte permanente de 6624 m2 d'habitat du poisson.	Compensation	2020-10-01 : Document réponse à la 3ième série de question du MELCC - Mis à jour de l'empiètement permanent, 6 270m2 si encrochement sous forme de tapis ou 3 007m2 si encrochement confiné dans batardeaux
26			ÉI	B6	Réaliser les travaux en dehors des périodes de nidification dont le calendrier varie normalement de la mi-avril au début août, ce qui permettra de couvrir notamment la période de nidification des hirondelles à front blanc. Dans le cas du faucon pèlerin, des zones d'exclusion seront mises en place de la mi-mars au début d'août si l'espèce s'avère nicheuse	Avifaune	2020-10-01 : Document réponse à la 3ième série de questions du MELCC - Il est possible d'effectuer des travaux en-dessous un tablier pendant la période de nidification des oiseaux en respectant une distance minimale entre les travaux et les nids actifs. Cette distance est de 25 m pour les hirondelles à front blanc et de 100 m pour le faucon pèlerin.

Section devis 185	Section devis 180	Autre devis	Source	Référence	Mesure	Thème	Commentaires
					dans la structure du pont.		2019-06-04 : Document complémentaire : les observations faites durant plusieurs années consécutives sur le pont Le Gardeur tendent à démontrer que la nidification de l'hirondelle à front blanc se termine avant le 1er août dans ce secteur. Ainsi, le Ministère propose d'orienter la documentation contractuelle de manière à restreindre le dérangement et la destruction de nids d'oiseaux migrateurs du 15 mars jusqu'au 15 août ou jusqu'à la fin de la période de nidification, fin qui serait déterminée à l'aide d'un suivi des nichées.
27			ÉI	B7	Capter, au besoin, les poissons emprisonnés dans les batardeaux et les digues et les transférer en eau libre.	Protection du poisson	
28			ÉI	B8	Prévoir une période de restriction des travaux de façon à respecter les périodes de protection pour les espèces de poissons utilisant les frayères présentes dans la zone d'étude et en aval du pont. La période de restriction s'étend du 1er avril au 1er août.	Protection du poisson	2020-10-01: La période de restriction s'étend du 1er mars au 1er août.
29			ÉI	B9	Faire réaliser une campagne de capture des couleuvres brunes par un spécialiste avant le début des travaux et les relâcher dans un habitat qui leur est propice en dehors de la zone des travaux.	Espèces floristiques et fauniques à statut précaire et habitat	2019-12-17 : Ajout à l'engagement : Valider s'il y a présence d'un hibernaculum sur la rive sud
30			ÉI	B10	Isoler les aires des travaux avec des écrans empêchant le retour des couleuvres déplacées.	Espèces floristiques et fauniques à statut précaire et habitat	
31			ÉI	H1	Procéder à une inspection des voies d'accès et des aires de travail afin d'identifier toutes les infrastructures de télécommunications et d'énergie susceptibles d'être perturbées par le projet.	Réseau de télécommunications et d'énergie	
32			ÉI	H2	Aviser à l'avance les usagers en cas d'interruptions temporaires du service.	Réseau de télécommunications et d'énergie	
33			ÉI	H3	Comme des conduites renfermant des câbles de télécommunications sont fixées sur le côté amont du pont, favoriser l'utilisation du côté aval pour transférer du matériel vers les barges et les aires de travail au pied des piles.	Réseau de télécommunications et d'énergie	
34			ÉI	H4	Mettre en place une signalisation adéquate afin d'informer et d'orienter les cyclistes utilisant la piste cyclable longeant le côté sud du boulevard Gouin Est ainsi que pour les motoneigistes utilisant la piste longeant la rive nord de la rivière des Prairies.	Activités récréotouristiques	
35			ÉI	H5	Dans la mesure du possible, maintenir l'accès aux secteurs utilisés pour des activités récréotouristiques (par exemple la piste cyclable et de motoneige, voie navigable) durant les travaux.	Activités récréotouristiques	
36			ÉI	H6	Sensibiliser les utilisateurs de machinerie lourde et engins de chantier à la présence de cyclistes et de motoneigistes (en cas de travaux d'hiver) dans les secteurs de l'accès au chantier au niveau de Montréal et Terrebonne.	Activités récréotouristiques	
37			ÉI	H7	Enlever tout débris, rebuts ou autres matériaux pouvant nuire ou poser un danger à l'utilisation des pistes cyclables et de motoneiges situées respectivement à Montréal et Terrebonne.	Activités récréotouristiques	
38			ÉI	H8	Planifier les fermetures ponctuelles des liens cyclistes et de motoneige de façon à en minimiser la durée.	Activités récréotouristiques	
39			ÉI	H9	Assurer la libre circulation en tout temps dans l'axe de la voie navigable.	Activités récréotouristiques	
40			ÉI	H10	Émettre des avis pour les travaux qui risquent de perturber la circulation locale (ex. : retranchement d'une voie sur le pont).	Sécurité du public et des usagers de la route	
41			ÉI	H11	Assurer une circulation fluide des véhicules, installer la signalisation nécessaire en amont des aires de travail et indiquer clairement tout changement à la circulation routière.	Sécurité du public et des usagers de la route	
42			ÉI	H12	Maintenir en bon état les voies de circulation utilisées et prendre les mesures nécessaires afin que celles-ci puissent être utilisées et franchies sans problème par les usagers.	Sécurité du public et des usagers de la route	
43			ÉI	H13	Enlever tout débris, rebuts ou autres sur le boulevard Gouin (Montréal) ou sur l'autoroute 40 et pouvant nuire ou poser un danger à leur utilisation par les usagers de ces infrastructures.	Sécurité du public et des usagers de la route	
44			ÉI	H14	Obtenir les autorisations requises pour les travaux qui empièteraient dans la voie navigable auprès de Transports Canada.	Navigation	
45			ÉI	H15	Maintenir en tout temps l'accès à la voie navigable. Installer des balises aux abords des aires de travail afin de les délimiter, d'aviser et d'orienter les plaisanciers.	Navigation	
46			ÉI	H16	Maintenir un dégagement minimal de 25 m entre les piles du pont en période dégel pour assurer le libre passage des aéroglisseurs de la Garde côtière canadienne.	Navigation	
47			ÉI	H17	Prévenir à l'avance les résidents du secteur de la date de début et de la durée prévue des travaux.	Climat sonore	
48			ÉI	H18	S'assurer du bon fonctionnement de la machinerie et des équipements pouvant constituer des sources de nuisances sonores.	Climat sonore	
49			ÉI	H19	Éviter de laisser tourner inutilement les moteurs au ralenti lorsque la machinerie n'est pas utilisée.	Climat sonore	
50			ÉI	H20	Mettre en place une signalisation claire indiquant les contraintes imposées par les travaux (voie obstruée, détour, stationnement interdit, etc.) afin d'assurer en tout temps la sécurité des usagers des voies publiques et des sentiers récréatifs (piste cyclable et de motoneige).	Sécurité du public et des usagers de la route	
51			ÉI	H21	Présenter un plan d'intervention en cas de déversement accidentel de contaminants au début des travaux (sous la responsabilité de l'entrepreneur). S'assurer que le plan d'intervention contient, au minimum un schéma d'intervention et une structure d'alerte, et qu'il est placé dans un endroit facile d'accès.	Sécurité du public et des usagers de la route	
52			ÉI	H22	Afficher sur le chantier les numéros de téléphone des divers services d'urgence présents sur le site afin d'accélérer le processus d'intervention en cas d'accident.	Sécurité du public et des usagers de la route	
53			ÉI	H23	Limiter l'accès aux aires de travail seulement aux ouvriers autorisés.	Sécurité du public et des usagers de la route	
54			ÉI	H24	Assurer une gestion adéquate des produits chimiques et pétroliers de façon à éviter tout déversement, fuite ou incendie qui pourraient nuire à la sécurité et à la santé des usagers de la route.	Sécurité du public et des usagers de la route	

Section devis 185	Section devis 180	Autre devis	Source	Référence	Mesure	Thème	Commentaires
55			ÉI	H25	Maintenir une circulation adéquate sur l'autoroute 40 et le boulevard Gouin Est afin d'assurer le déplacement des travailleurs et des marchandises.	Sécurité du public et des usagers de la route	
56			ÉI	H26	À la fin des travaux, assurer la reprise végétale en favorisant l'utilisation d'espèces indigènes, si possible, présentes dans le secteur.	Remise en état	
57			ÉI - Addenda 1	QC-4	Le MTQ s'engage formellement à présenter à et faire approuver par le MDDELCC, les résultats de la modélisation avant la présentation des demandes certificats d'autorisation pour la réalisation du projet. Toute modification à la conception des travaux, aux superficies à compenser ou à tout autre aspect pouvant être affecté par les résultats de la modélisation sera également présentée au MDDELCC pour révision et approbation.	Hydraulique	
58			ÉI - Addenda 1	QC-11	Le MTQ s'engage, si un bien ou un site archéologique est découvert lors des travaux associés à la réparation des piles du pont Charles-De Gaulle, à arrêter les travaux et informer sans délai le ministère de la Culture et des Communications (MCC). Aucune intervention de nature à compromettre l'intégrité du bien ou du site découvert ne sera réalisée avant d'avoir obtenu l'avis d'un représentant du MCC.	Archéologie et patrimoine	2020-10-01: Le MTQ s'engage, si un bien ou un site archéologique est découvert lors des travaux associés à la réparation des piles du pont Charles-De Gaulle, à arrêter les travaux et informer sans délai le ministère de la Culture et des Communications (MCC) et la communauté Mohawk de Kahnawake. Aucune intervention de nature à compromettre l'intégrité du bien ou du site découvert ne sera réalisée avant d'avoir obtenu l'avis d'un représentant du MCC et de la communauté Mohawk de Kahnawake.
59			ÉI - Addenda 1	QC-14	Les investigations relatives à des projets de compensation ainsi que la sélection d'un projet préférable seront réalisées suite à l'obtention des résultats de la modélisation hydraulique en cours (voir QC-4), car ces résultats pourraient influencer certains aspects de la conception du projet qui à son tour pourrait avoir un effet sur les superficies d'habitat du poisson affectées. Le MTQ s'engage à sélectionner le ou les projets de compensation requis pour compenser les empiètements en concertation avec les intervenants du MDDELCC.	Archéologie et patrimoine	
60			ÉI - Addenda 1	QC-20	Néanmoins, advenant la nécessité d'excaver jusque sous la couche graveleuse et que des sédiments doivent être extraits du site des travaux, le MTQ s'engage à réaliser la séquence d'activité suivante : <ul style="list-style-type: none"> ▶ L'évacuation des sédiments excavés hors de l'espace de travail; ▶ L'entreposage de ces sédiments sur une surface étanche et de les protéger contre les intempéries; ▶ De prélever des échantillons et de procéder à leur caractérisation dans le respect des guides mentionnés ci-dessus; ▶ D'assurer la gestion de ces sédiments en conformité avec la réglementation en vigueur. 	Gestion des sols contaminés	2020-06-09 : Document réponse à la 3ième série de question du MELCC - Les gestions de sols contaminés sera semblable à celle des travaux de réparation du pont Legardeur. L'entreposage et la disposition des sols seront effectués selon la réglementation en vigueur. Les normes et devis du Ministère respectent actuellement les exigences de la Loi sur la qualité de l'environnement, de ses règlements relatifs à la gestion des sols contaminés et du Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. Voir réponse à la question 3.2.
61			ÉI - Addenda 1	QC-21	La position du ou des bassins de sédimentation sera entièrement du ressort de l'entrepreneur qui sera éventuellement sélectionné pour réaliser les travaux. Néanmoins, les localisations possibles d'un tel bassin du côté de Montréal pourraient être soit en rive, ou encore dans l'aire d'entreposage du MTQ au sud du boulevard Gouin (relié par un tuyau suspendu à la structure du pont) ou directement sur une barge prévue à cet effet. Le dimensionnement du ou des bassins sera suffisant pour respecter les exigences du MDDELCC et de la Communauté métropolitaine de Montréal. Le MTQ s'engage d'ailleurs à respecter les exigences des deux documents cités.	Contrôle de l'érosion et des sédiments	2020-10-01 : Document réponse à la 3ième série de questions du MELCC - dans le cas où ils ne peuvent pas être mis en barge, ceux-ci pourraient être aménagés en zone terrestre. Ainsi, aucun bassin ne sera aménagé sur le littoral ou sur les rives d'un cours d'eau ou dans un milieu humide. Les bassins de sédimentation temporaires doivent être nettoyés conformément à l'article « Contrôle des sédiments » du Tome II – Construction routière de la collection Normes – Ouvrages routiers du Ministère. Les sédiments retirés doivent être disposés hors des milieux aquatiques, humides et riverains. Ils seront gérés selon le niveau de contamination et les eaux aussi seront testées avant rejet. De plus, un nettoyage doit être réalisé lors de la fermeture temporaire prolongée d'un chantier. Un nettoyage préventif doit également être réalisé lors d'une alerte météorologique annonçant de fortes pluies.
62			ÉI - Addenda 1	QC-22	Les travaux réalisés à partir des batardeaux et des barges correspondent à la réparation des piles 8 à 14 et de leur fondation. Les travaux réalisés à partir des digues correspondent à la réparation des piles 5 à 7 ainsi que des piles 15 et 16 et de leur fondation. Enfin, tous les autres travaux (réparation des culées creuses, du tablier, des appareils d'appui, des blocs d'assise, des caissons d'acier, des joints de tablier, le nettoyage des drains) ainsi que certaines activités associées à la réparation des piles et de leur fondation (ex. coulage du béton) seront réalisés à partir du pont.	Ouvrages provisoires	2019-12-17 : Mise à jour des travaux (réponse à la 3ième série QC du MELCC) : Les travaux réalisés à partir des batardeaux et des barges correspondent à la réparation des piles 5 à 10 et de leur fondation. Les travaux réalisés à partir des jetées correspondent à la réparation des piles 2 à 4 ainsi que des piles 11 à 13 et de leur fondation. Enfin, tous les autres travaux (réparation des culées creuses, du tablier, des appareils d'appui, des blocs d'assise, des caissons d'acier, des joints de tablier, le nettoyage des drains) ainsi que certaines activités associées à la réparation des piles et de leur fondation (ex. coulage du béton) seront réalisés à partir du pont.
63			ÉI - Addenda 1	QC-23	La surépaisseur de béton varie normalement entre 75 et 150 mm d'épaisseur pour chaque pile. La modélisation hydraulique présentement en voie d'être réalisée (voir QC-4) tiendra compte de l'épaississement des piles.	Hydraulique	
64			ÉI - Addenda 1	QC-30	L'entrepreneur sélectionné devra maintenir du matériel d'intervention pouvant être rapidement déployé pour permettre de confiner et récupérer tout déversement dans la rivière. Les numéros de téléphone d'Urgence Environnement, d'Environnement Canada et de la ville de Verchères seront également disponibles sur place afin de pouvoir les prévenir rapidement en cas de déversement.	Sécurité du public et des usagers de la route	
65			ÉI - Addenda 1	QC-36	Le MTQ s'engage à ce que les matériaux granulaires utilisés pour les ouvrages temporaires et permanents soient constitués uniquement de pierre nette.	Ouvrages provisoires	

Section devis 185	Section devis 180	Autre devis	Source	Référence	Mesure	Thème	Commentaires
66			ÉI - Addenda 1	QC-42	En ce qui concerne la réalisation de projets de compensation à l'extérieur de la zone à l'étude locale, leur réalisation dépendra de leur nature et échéancier de réalisation qui seront définis avec ou par un organisme indépendant. Considérant le niveau d'avancement du projet de réfection du pont Charles-De Gaulle qui n'est qu'à l'étape d'avant-projet préliminaire, il est trop tôt pour pouvoir établir des échéanciers détaillés. Le MTQ s'engage à transmettre cette information au MDDELCC dès que disponible.	Compensation	2020-10-01 : Document réponse à la 3ième série de questions du MELCC : Le MTQ s'engage à fournir les informations nécessaires au calcul de la contribution financière à l'étape de l'analyse environnementale. Si le MTQ envisage la possibilité de compenser l'empiètement permanent par la réalisation de travaux visant la restauration ou la création de milieu humide et hydrique, le MTQ s'engage à présenter au MELCC un plan préliminaire du projet de compensation à l'étape de l'analyse environnementale.
67			ÉI - Addenda 1	QC-45	Le MTQ s'engage à exiger que l'entrepreneur sélectionné utilise de la machinerie dont le système hydraulique fonctionne avec de l'huile biodégradable pour les travaux en rives et sur la rivière des Prairies.	Qualité des eaux de surface	
68			ÉI - Addenda 1	QC-46	De plus, les batardeaux et les digues seront conçus pour excéder le niveau des hautes eaux maximales annuelles moyennes pouvant survenir durant la période des travaux (9,9 m). Néanmoins, le MTQ s'engage à ce que le plan de mesure d'urgence qui sera préparé pour le projet tienne compte du risque que survienne une brèche dans un batardeau ou une digue alors que des travailleurs y sont actifs. (section 8 ÉI)	Gestion des risques et des accidents	2019-06-04 : Document complémentaire : Comme les ouvrages provisoires sont de la responsabilité de l'entrepreneur, le Ministère ne peut s'engager qu'à ajouter à ses documents contractuels les notions suivantes qui sont intégrées au devis type – Protection de l'environnement : L'entrepreneur détermine le type d'ouvrage provisoire ainsi que leur mode de construction et de démantèlement en fonction des caractéristiques hydrauliques du cours d'eau (niveau d'eau et vitesse du courant susceptible de survenir durant la période de réalisation des travaux), de l'avis hydraulique et des caractéristiques des sols (stabilité, type) de façon à limiter les risques d'apport de sédiments dans l'eau ainsi que de dommage à l'environnement et à la propriété privée. L'entrepreneur est dans l'obligation de fournir un plan des ouvrages provisoires au surveillant avant la mise en place de ceux-ci.
69			ÉI - Addenda 1	QC-47	Le Ministère évalua la nécessité de produire un devis spécial concernant la gestion du bruit à l'étape de la préparation des plans et devis du projet		
70			ÉI - Addenda 1	QC-48	En ce qui concerne le calendrier du suivi des mesures de compensation pour l'habitat du poisson, nous vous référons à la réponse faite pour la QC-42. Selon la nature des projets, le MTQ s'engage à transmettre les rapports de suivi au MDDELCC.	Compensation	2020-06-09: Document réponse à la 3ième série de question du MELCC - Tel que mentionné à la question 3.12, le MTQ s'engage à présenter au MELCC un plan préliminaire du projet de compensation à l'étape de l'analyse environnementale. Les travaux à l'intérieur du bassin versant où sont situés les milieux atteints seront priorités. Tel que mentionné à la question QC-14 de l'addenda 1, le MTQ s'engage à sélectionner le ou les projets de compensation requis pour compenser les empiètements en concertation avec les intervenants du MELCC. Le MTQ évalue actuellement la possibilité de proposer un projet de compensation commun au projet de réparation du pont Le Gardeur et celui du pont Charles-De Gaulle (Addenda 1, QC-42). Le MTQ s'engage à fournir les informations nécessaires au calcul de la contribution financière à l'étape de l'analyse environnementale suite à la caractérisation et à la délimitation des milieux humides ainsi que suite à la mise à jour de l'étude hydraulique.
71			ÉI - Addenda 2	QC-2	La méthode préconisée pour le chargement et déchargement des barges consiste en l'utilisation d'un débarcadère flottant qui sera amarré soit à la rive ou aux digues (lorsqu'elles seront en place). La photographie présentée ci-dessous fournit un exemple d'un débarcadère flottant semblable utilisé lors d'un autre projet réalisé par le MTQ.	Ouvrages provisoires	2020-10-01: Document réponse à la 3ième série de question du MELCC - Le Ministère souhaite préciser qu'en raison de l'aménagement des jetées (jetées) de part et d'autre de la rivière, le chargement et le déchargement des barges pourraient se faire à partir des jetées. L'accès aux barges est aussi requis à partir de l'extrémité des batardeaux. Il est également possible que l'entrepreneur privilégie la mise en place d'un quai flottant situé au bout des rives pour la main-d'oeuvre et les équipements légers. Dans tous les cas, il reviendra à l'entrepreneur de définir et préciser la conception des ouvrages provisoires en fonction des contraintes qui seront inscrites aux documents contractuels. Une de ces contraintes permettra de définir les empiètements temporaires qui seront permis pour chacune des jetées en fixant un seuil maximal pour chacune d'elles. La longueur des ouvrages provisoires permise devra tenir compte du niveau d'eau durant les travaux.
72			ÉI - Addenda 2	QC-7	Considérant que les résultats de la modélisation hydraulique recommandent de ne laisser aucun aménagement temporaire pendant la période hivernale, le MTQ inclura cette exigence dans son devis à l'intention des entrepreneurs soumissionnaires.	Hydraulique	
73			ÉI - Addenda 2	QC-9	Le MTQ s'engage à exiger l'inspection de l'ensemble des palplanches avant leur utilisation sur le site et leur nettoyage advenant la détection de fragments de plantes. Cette mesure sera d'ailleurs ajoutée au devis environnemental qui sera imposé à l'entrepreneur.	Plantes exotiques envahissantes	

Section devis 185	Section devis 180	Autre devis	Source	Référence	Mesure	Thème	Commentaires
74			ÉI - Addenda 2	QC-10	Le MTQ s'engage à respecter la période de restriction des travaux dans l'habitat du poisson du 1er mars au 1er août.	Protection du poisson	2019-06-04 : Document complémentaire : Révision de l'engagement : Le Ministère se questionne également à savoir si certains travaux, sous certaines conditions, pourraient être entrepris dans l'habitat du poisson à partir du 15 juillet comme ce fut le cas au pont Le Gardeur durant deux des trois années qu'ont duré les travaux. Ces propositions pourront faire l'objet de discussions plus approfondies à l'étape de l'acceptabilité environnementale du projet.
75			ÉI - Addenda 2	QC-11	Le MTQ s'engage à déposer le programme de surveillance détaillé des MES au MDDELCC pour approbation, et ce, avant le début des travaux. Le programme inclura la localisation des stations amont et aval ainsi qu'une courbe de corrélation turbidité/MES couvrant la gamme des concentrations susceptibles d'être observées. Comme les travaux seront réalisés sur au moins trois ans, la courbe sera validée une fois par année, avant le début des travaux.	Contrôle de l'érosion et des sédiments	2020-10-01 : Document réponse à la 3ième série de question du MELCC - Le programme de surveillance sera remis lors de la demande d'autorisation.
76			ÉI - Addenda 2	QC-12	Le MTQ s'engage à effectuer le suivi du succès de la revégétalisation sur trois ans et il inclura la détection et la localisation des espèces exotiques envahissantes. Des correctifs seront apportés pour corriger d'éventuels manquements.	Remise en état	
77			ÉI - Addenda 2	QC-13	Le MTQ s'engage à ce que les aménagements mis en place n'obstruent jamais plus du tiers le cours d'eau, conformément aux recommandations de l'étude hydraulique qui seront prises en considération dans les plans et devis.	Hydraulique	
78			ÉI - Addenda 2	QC-14	Le MTQ s'engage à ce qu'aucun ouvrage temporaire ne soit installé ou laissé en place entre le 15 décembre et le 30 avril, conformément aux recommandations de l'étude hydraulique qui seront prises en considération dans les plans et devis.	Hydraulique	
79			ÉI - Addenda 2	QC-15	Le tapis d'enrochement sera mis en place à l'aide d'une grue à câble munie d'une benne à roche qui permet d'atteindre le lit de la rivière (profondeur maximale de 5,8 m) et d'y déposer, directement sur le fond, des matériaux utilisés. Cette approche permettra de réduire au minimum le soulèvement des sédiments présents au fond. Une ou deux barges d'approvisionnement seront utilisées pour le transport de la roche sur la rivière jusqu'à la grue.	Ouvrages provisoires	2019-06-04 : Document complémentaire : Le Ministère souhaite plutôt que la méthode de travail soit définie par l'entrepreneur en respect des contraintes qui seront présentées dans les documents contractuels. Cette méthode pourra alors prendre en compte le dégagement réel pour effectuer le travail (espace libre entre le soffite du pont et la jetée ou la barge – niveau d'eau réel). Une clause similaire à celle ci-dessous pourra être ajoutée au devis : Dans les eaux de la rivière, l'entrepreneur doit déposer les pierres des ouvrages provisoires et permanents de manière à limiter au minimum la mise en suspension de sédiments. Pour ce faire, il doit utiliser des équipements ayant une portée appropriée de façon à déposer le matériel le plus près possible du littoral afin de minimiser la hauteur de chute.
80			ÉI - Addenda 2	QC-16	Tel que mentionné à la QC-8, avec les recommandations de l'étude hydraulique, seules les piles 8, 11, 12, 13 et 14 nécessiteront la mise en place d'un tapis d'empierrement. L'empiètement permanent associé à ces travaux a été revu et il s'élèvera maintenant à 4 410 m2. En ce qui concerne la surépaisseur requise, elle correspond effectivement à 0,15m et sera appliquée sur 64m (périmètre d'un fût) pour chacune des 11 piles concernées, ce qui représente une superficie d'empiètement additionnelle de 96 m2 pour un nouveau grand total de 4 506 m2.	Empiètement en rivière	2020-06-09: Document réponse à la 3ième série de question du MELCC - Mise à jour des piles à enrocher : 4, 5, 7, 8, 9, 10 et 11. L'empiètement permanent du à l'enrochement des piles dépend du type d'enrochement, 5 927 m2 pour un enrochement de type tapis ou 2 909m2 pour un enrochement confiné dans les palplanches. Le type d'enrochement sera validé suite à la mise à jour de l'étude hydraulique. La surépaissement est de 96 m2.
81			ÉI - Addenda 2	QC-17	Un échéancier sommaire des travaux, qui devront se dérouler sur trois années afin de respecter les périodes de restrictions (faune et risque d'embâcle), est présenté à l'annexe C.	Échéancier	2020-06-09: Document réponse à la 3ième série de question du MELCC - Mise à jour de l'échéancier à la question 3.4
82			Document complémentaire (2019-06-04)	4.2.2	Enfin, le Ministère réalisera une mise à jour de l'évaluation du comportement hydraulique. Cette dernière permettra également de connaître les contraintes pour la mise en place d'ouvrages provisoires puis de valider les quantités d'empierrement présentées ci-haut. Le Ministère s'engage à transmettre les résultats de la mise à jour au MELCC à l'étape de l'analyse de l'acceptabilité environnementale.	Hydraulique	
83			Document complémentaire (2019-06-04)	4.4.3	Une analyse de la présence de plomb a démontré la présence de plomb dans la peinture présente à la pile 2 (axe 5) et à la culée Montréal (axe 3). Le Ministère s'engage à intégrer aux documents contractuels les mesures d'atténuation décrites précédemment, dans la mesure où les travaux qui seront détaillés aux plans et devis sont susceptibles de générer une matière dangereuse résiduelle.	Gestion des matières dangereuses	
84			Document réponse à la 3ième série QC du MELCC	QC-3.1	Le ministère s'engage à réévaluer les empiètements en milieu humide et hydrique à l'étape de l'analyse environnementale suite à la mise à jour de l'étude hydraulique et à la délimitation et caractérisation des milieux humides	Empiètement en milieu humide et hydrique	
85			Document réponse à la 3ième série QC du MELCC	QC-3.3	Le ministère s'engage à ce que les eaux d'excavation qui seront pompées dans des bassins de sédimentation soient rejetées dans un secteur végétalisé de la rive, à une distance d'au moins 60 mètres de la LNHE et à l'extérieur d'un milieu humide.	Contrôle de l'érosion et des sédiments	
86			Document réponse à la 3ième série QC du MELCC	QC-3.10	Le ministère s'engage à mettre à jour l'étude de caractérisation biologique à l'étape de l'analyse environnementale.	Étude de caractérisation biologique	

Section devis 185	Section devis 180	Autre devis	Source	Référence	Mesure	Thème	Commentaires
87			Document réponse à la 3ieme série QC du MELCC	QC-3.10	Le ministère s'engage à fournir une mise à jour du tableau présentant les impacts ainsi que les mesures d'atténuation à l'étape de l'analyse environnemental suite à la mise à jour de l'étude de caractérisation biologique.	Évaluation des impacts et mesures d'atténuations	
88			Document réponse à la 3ieme série QC du MELCC	QC-3.11	Le ministère s'engage à ajouter au programme de suivi environnemental, le suivi de la reprise des herbiers.	Suivi environnemental	
89			Document réponse à la 3ieme série QC du MELCC	QC-3.15	Le ministère s'engage à ce que la mise à l'eau et l'assemblage des barges avant le 1er août ne comporteront aucun aménagement de structures temporaires en littoral (quais, jetées, etc.).	Protection du poisson	
90			Document réponse à la 3ieme série QC du MELCC	QC-3.15	Le ministère s'engage à ce que les travaux respecteront l'article 26 de la <i>Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune</i> et de la <i>Loi fédérale sur la convention sur les oiseaux migrateurs</i> , c'est-à-dire éviter toute destruction ou dérangement des nids actifs.	Avifaune	
91			Document réponse à la 3ieme série QC du MELCC	QC-3.15	Le ministère s'engage à transmettre à la direction territoriale du MFFP un rapport consignnant les observations effectuées et la désignation de la date de début des travaux, à la fin de chaque période de suivi des nichées et avant le début des travaux. Un protocole de suivi sera présenté au MELCC et au MFFP pour approbation à l'étape de l'acceptabilité environnementale.	Avifaune	



ANNEXE 4 - EXTRAIT DU DEVIS 185 DES TRAVAUX DU PONT LE GARDEUR – GESTION DES SOLS CONTAMINÉS

Dans le cas où des débris seraient déversés dans le cours d'eau ou dans la bande riveraine malgré le dispositif de récupération, l'entrepreneur doit cesser les travaux de démolition, en aviser le surveillant et lui soumettre, pour approbation, une méthode de récupération desdits débris dans le cours d'eau. La méthode doit permettre de récupérer rapidement les débris tout en minimisant l'impact sur le lit du cours d'eau et sur la bande riveraine végétalisée. La reprise des travaux de démolition doit être autorisée par le surveillant. L'entrepreneur doit au préalable lui soumettre par écrit les correctifs qu'il propose d'apporter à sa méthode de travail pour protéger efficacement le cours d'eau et sa bande riveraine.

16. TERRAINS CONTAMINÉS

16.1 Gestion de sols contaminés

16.1.1 Généralités

Une étude de caractérisation environnementale des sols² a confirmé que les sédiments présents dans plusieurs enceintes de palplanches sont contaminés. Un extrait de cette étude est disponible à l'annexe 4.

Selon cette étude, les sédiments sont contaminés aux métaux dans la plage A-B et aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les plages A-B et B-C.

16.1.2 Excavation, manipulation et entreposage temporaire

Les sédiments excavés sont considérés comme des sols.

L'entrepreneur doit manipuler et gérer les sols contaminés conformément à la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, au Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés, à la Loi sur la qualité de l'environnement et aux règlements correspondants. Les principales options de gestion légalement permises sont résumées au tableau joint à l'annexe 5.

Les travaux doivent être effectués en tout temps de façon à ne pas répandre de sols contaminés sur des surfaces non contaminées sur le site ou hors site. Toute contamination résultant des opérations reliées à l'excavation et à la manipulation des sols contaminés ou imputable à une négligence de l'entrepreneur doit être corrigée aux frais de l'entrepreneur.

Les sédiments excavés sont déposés dans des conteneurs fermés et étanches. L'extraction des sédiments est effectuée pile par pile (aucun mélange). De plus, pour chacune des piles, les sédiments provenant de l'intérieur de l'enceinte des palplanches existantes sont séparés de ceux provenant de l'extérieur de cette enceinte.

² Référence : Dessau. 2012. Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, rapport principal, projet de réparation des piles du pont Le Gardeur entre Repentigny et Montréal. 221 p.

Les conteneurs dans lesquels sont déposés les sédiments excavés sont entreposés temporairement dans l'emprise ou les servitudes. Lorsque les particules en suspension dans les contenants se sont déposées, le surnageant est pompé dans un réservoir d'entreposage étanche. Des réservoirs d'entreposage étanches, propres et en bon état sont requis en quantité suffisante pour l'entreposage des eaux recueillies dans le cadre des travaux.

Les sédiments entreposés dans les conteneurs étanches doivent être caractérisés avant de quitter le chantier pour en déterminer le niveau de contamination et le mode de gestion approprié. L'échantillonnage de sol doit être réalisé conformément aux cahiers 1 et 5 du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* du MDDELCC. Tout échantillonnage doit être effectué par du personnel possédant l'expertise en cette matière. Les analyses doivent être confiées à un laboratoire possédant les accréditations du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) pour les paramètres à analyser.

Le surnageant entreposé dans des réservoirs étanches doit être échantillonné conformément aux cahiers 1 et 3 du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* du MDDELCC et analysé par un laboratoire accrédité par ce ministère.

L'aire de stockage temporaire des sédiments excavés doit être aménagée de manière à pouvoir contenir tout liquide pouvant s'écouler des sols. Toute eau entrant en contact avec les sols entreposés ou tout liquide qui s'en écoule doit être capté et stocké dans un réservoir ou un bassin étanche. Dans le cas d'un bassin, le fond et les parois doivent être constitués d'une membrane imperméable et le pourtour doit être muni de bermes étanches et suffisamment hautes pour éviter que les eaux de ruissellement ne s'y introduisent. Si le liquide s'écoulant des sols est constitué d'hydrocarbures ou d'eau visiblement huileuse, le gérer conformément à l'article « Matières dangereuses résiduelles » du présent devis.

16.1.3 Disposition des sols

Les sédiments excavés sont disposés hors site, dans des lieux autorisés par le MDDELCC suivant la réglementation en vigueur, en fonction de leur niveau de contamination et conformément à la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*.

Les sols contaminés doivent être transportés dans des camions à bennes étanches et recouvertes de bâches.

16.1.4 Gestion de l'eau (surnageant)

L'entrepreneur doit gérer le surnageant conformément à la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, à la *Loi sur la qualité de l'environnement* ainsi qu'à la réglementation municipale. Le surnageant qui ne rencontre pas les normes de rejet à l'égout doit être éliminé hors du chantier dans une installation autorisée par le MDDELCC. L'eau qui n'est pas contaminée pourra être rejetée directement à la rivière.

Chacun des chargements fait l'objet d'un contrôle, notamment par l'utilisation de bordereaux de transport.

16.1.5 Rapport journalier

L'entrepreneur doit préparer un rapport journalier des travaux de gestion des sols et des eaux contaminés en indiquant les données qui se rapportent à la quantité de sols excavés, la quantité de sols et d'eaux entreposés temporairement et transportés vers les lieux de disposition autorisés. Le rapport journalier doit être remis au surveillant à la fin de chaque journée de travail.

Les documents (manifeste de transport ou autre) attestant de l'admission des sols et des eaux contaminés dans les lieux autorisés sont joints au rapport journalier.

16.1.6 Mode de paiement

L'échantillonnage du niveau de contamination des sols est payé à l'unité à l'article correspondant au bordereau. Le prix comprend la mobilisation, l'échantillonnage, les analyses physico-chimiques ainsi que toute dépense incidente.

La gestion hors site des sols contaminés est payée à la tonne en fonction de leur niveau de contamination (sol A-B, sol B-C et sol >C) aux articles correspondants au bordereau. Le prix inclut le conditionnement, le stockage temporaire, le cas échéant, le chargement, le transport, l'admission au lieu autorisé, la documentation et toute dépense incidente.

Les quantités de sols contaminés à disposer prévues au bordereau doivent être considérées comme étant des quantités approximatives qui devront être ajustées en fonction des résultats de l'échantillonnage du niveau de contamination des sols.

L'échantillonnage du niveau de contamination du surnageant est payé à l'unité à l'article correspondant au bordereau. Le prix comprend la mobilisation, la réalisation de l'échantillonnage, les analyses physico-chimiques ainsi que toute dépense incidente.

La gestion hors site de l'eau contaminée est payée au litre à l'article correspondant au bordereau. Le prix inclut le conditionnement, le stockage temporaire, le cas échéant, le chargement, le transport, l'admission au lieu autorisé, la documentation et toute dépense incidente.

Les quantités d'eaux contaminées à disposer prévues au bordereau doivent être considérées comme étant des quantités approximatives qui devront être ajustées en fonction des résultats de l'échantillonnage du niveau de contamination des eaux (surnageant).

16.2 Découverte fortuite de sols contaminés en cours de travaux

En cas de découverte fortuite de sols contaminés sur le chantier, l'entrepreneur doit arrêter les travaux à l'endroit de la découverte et en informer immédiatement le surveillant, qui en informera le chargé d'activités responsable de la surveillance du Ministère, afin de connaître quelles actions il doit poser.

L'entrepreneur ne doit reprendre les travaux d'excavation que sur autorisation écrite du surveillant.

16.3 Gestion des sols contaminés suite à un déversement accidentel

La gestion et la disposition des sols contaminés résultants des activités de l'entrepreneur ou de la machinerie sous sa responsabilité sont réalisées aux frais de l'entrepreneur.

Les sols contaminés suite à un déversement accidentel doivent être gérés en conformité avec la clause « *Gestion de sols contaminés* » du présent devis. Toutefois, les sols contaminés excavés lors de l'intervention d'urgence doivent être caractérisés avant de quitter le chantier pour en déterminer le niveau de contamination et le mode de gestion approprié. Quant au fond et aux parois de la zone excavée, leur caractérisation doit permettre de confirmer le retrait complet de la matière déversée. Les matières absorbantes souillées doivent être gérées conformément à la clause « *Matières dangereuses résiduelles* » du présent devis. Les frais de caractérisation, de décontamination, de gestion des sols contaminés et des matières absorbantes, la perte de temps ainsi que toute dépense incidente doivent être assumés par l'entrepreneur.

17. PLANTES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

17.1 Généralités

Des colonies de roseaux communs (*Phragmites australis*) sont présentes sur l'Île Bourdon dans la zone des travaux. Leur localisation est disponible à l'annexe 6. L'entrepreneur doit éviter l'excavation du roseau dans ces secteurs. À l'endroit où l'entrepreneur prévoit aménager ses accès (chemins temporaires et jetées), le roseau commun doit d'abord être fauché, les résidus laissés au sol au même endroit et recouvert d'une membrane géotextile.

Si toutefois des volumes de sol contenant du roseau commun doivent être excavés lors des travaux, ils devront être évacués du chantier et envoyés dans un lieu d'enfouissement technique ou traités autrement avec l'approbation du surveillant. Les bennes utilisées devront être recouvertes de façon à ce qu'il n'y ait aucun rejet dans l'environnement, y compris les graines. L'entrepreneur doit fournir une copie du manifeste de transport au surveillant.

