

ANALYSE DE SOLUTIONS À L'ÉROSION ET À LA SUBMERSION CÔTIÈRE DANS LA FLÈCHE DE SHELDRAKE DANS LA MUNICIPALITÉ DE RIVIÈRE-AU-TONNERRE

SOMMAIRE DIRECTORIAL

MINISTÈRE DES TRANSPORTS





ANALYSE DE SOLUTIONS À L'ÉROSION ET À LA SUBMERSION CÔTIÈRE DANS LA FLÈCHE DE SHELDRAKE DANS LA MUNICIPALITÉ DE RIVIÈRE-AU- TONNERRE

SOMMAIRE DIRECTORIAL

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

VERSION FINALE

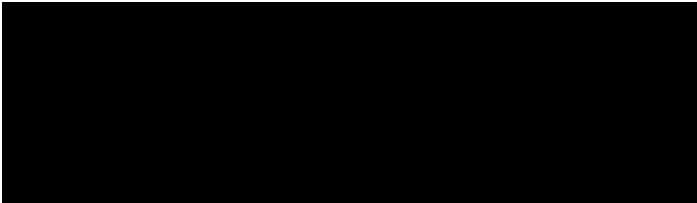
**PROJET N° : 181-09013-00
DATE : SEPTEMBRE 2020**

**WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5**

**TÉLÉPHONE : +1 418-623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418-624-1857
WSP.COM**

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



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

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

ÉMISSION/RÉVISION	PRÉPARÉ POUR	DATE
Preliminaire	Ministère des Transports	Septembre 2020
Finale	Ministère des Transports	Septembre 2020

ÉQUIPE DE RÉALISATION

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Coordonnatrice de la direction de la
planification et de la gestion des
infrastructures

Claudia Gagnon, ing.

Chargée de projet

Marie-Hélène Grenon, ing.

WSP CANADA INC. (WSP)

Chargé de projet et responsable
volet génie côtier

Responsable volet environnement

Responsable volet transport

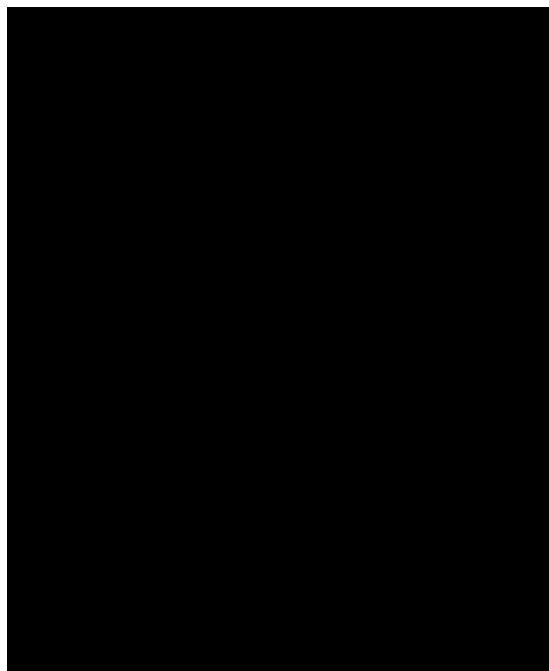
Génie côtier

Génie routier et ouvrages d'art

Dessin assisté par ordinateur (DAO)

Cartographie

Traitement de texte et édition



Référence à citer :

WSP. 2020. *Analyse de solutions à l'érosion et à la submersion côtière dans la flèche de Sheldrake dans la municipalité de Rivière-au-Tonnerre – Sommaire directorial*. Rapport de WSP Canada Inc. au Ministère des Transports. 20 p. et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	CONTEXTE.....	1
1.2	OBJECTIFS SPÉCIFIQUES.....	2
1.3	ZONE D'ÉTUDE.....	2
2	ANALYSE DE SOLUTIONS	4
2.1	SOLUTIONS PROPOSÉES POUR LA FLÈCHE DE SHELDRAKE.....	4
2.2	REVUE DES SOLUTIONS RETENUES	5
2.3	ÉVALUATION SOMMAIRE DES IMPACTS (SOLUTION C).....	9
2.4	ESTIMATION DES COÛTS.....	11
2.5	ANALYSE COMPARATIVE MULTICRITÈRE	14
3	RECOMMANDATIONS.....	18

TABLEAUX

TABLEAU 2-1	SOLUTIONS À L'ÉTUDE POUR RÉDUIRE LA PROBLÉMATIQUE D'ÉROSION ET DE SUBMERSION CÔTIÈRE LE LONG DE LA R-138 DANS LA FLÈCHE DE SHELDRAKE	8
TABLEAU 2-2	ESTIMATION PRÉLIMINAIRE DES COÛTS DE CONSTRUCTION POUR LA RELOCALISATION DE LA ROUTE 138 – (VARIANTES C1, C2 ET C3)	13
TABLEAU 2-3	ANALYSE MULTICRITÈRE COMPARATIVE DE L'ENSEMBLE DES SOLUTIONS ÉTUDIÉES POUR LE SITE SHELDRAKE	15
TABLEAU 2-4	ANALYSE MULTICRITÈRE COMPARATIVE DES SOLUTIONS RETENUES DE RELOCALISATION DE LA ROUTE 138 POUR LE SITE DE SHELDRAKE	16

CARTES

CARTE 1-1	LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	3
-----------	--	---

ANNEXES

ANNEXE A	PLANS D'AVANT-PROJET PRÉLIMINAIRE SOLUTION C (VARIANTES C1, C2 et C3)	
----------	--	--

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

La mission du ministère des Transports du Québec (MTQ) est d'assurer, sur tout le territoire, la mobilité des personnes et des marchandises par des systèmes de transport efficaces et sécuritaires qui contribuent au développement durable du Québec (MTQ, 2009). La route 138 constitue le seul axe routier pour assurer le lien avec les communautés vivant sur la Côte-Nord, ainsi que pour assurer le développement socio-économique de cette région.

Le tronçon de la route 138, directement concerné par ce dossier, se situe tout juste à l'ouest du village de Sheldrake. Le tronçon de la route 138 à l'étude totalise 1 760 m entre les chaînages 0+090 et 1+850. La route 138 y traverse l'embouchure de la rivière Sheldrake par le biais du pont Touzel et d'un tronçon de talus routier, dont le remblai est supporté par la flèche littorale de Sheldrake. La flèche littorale s'étend sur environ 700 m de longueur, alors que l'estuaire de la rivière Sheldrake est caractérisé par une largeur moyenne d'environ 500 m. Le système côtier de la flèche de Sheldrake est essentiellement confiné entre deux segments de côtes rocheuses. L'embouchure de la rivière Sheldrake se trouve à l'extrémité ouest de la flèche. Une centrale hydroélectrique est localisée environ 6 km en amont. Cette dernière n'influence pas le régime hydraulique naturel du tronçon aval de la rivière puisqu'il s'agit d'une centrale au fil de l'eau, mais coupe tout de même une partie des apports sédimentaires provenant de l'amont (BAPE, 2009).

Au niveau du tronçon à l'étude, l'élévation de la route 138 est plus basse par rapport aux approches de part et d'autre. En conditions de tempêtes avec la présence d'une surcote et de fortes vagues, il est arrivé à diverses occasions que le tronçon de la route 138 qui repose sur la flèche se fasse submerger, incluant la projection de débris sur la chaussée dont la taille varie entre le sable et le galet. L'érosion s'avère aussi un facteur dominant, malgré la présence d'enrochement. En effet, du côté sud de la flèche, on retrouve des conditions de tempêtes possédant une capacité érosive élevée en présence de hauts niveaux d'eau et de vagues, et du côté nord, bien que les niveaux d'eau soient contrôlés par la marée, on retrouve la présence de glaces et de courants fluviaux capables d'éroder le talus routier et de modifier la position du chenal principal de la rivière.

Le principal objectif de cette étude est donc d'évaluer à la fois la faisabilité de la mise en place d'ouvrages de protection du littoral, mais aussi d'étudier la faisabilité de relocaliser le tronçon de la route 138 pour ainsi éviter que le talus routier repose sur un milieu aussi dynamique en raison des fortes sollicitations hydrodynamiques de part et d'autre de la flèche et du niveau de submersion significatif observé en période de tempêtes. Dans les deux cas, différents éléments techniques sont à considérer et une comparaison multicritère permettra de dresser un portrait clair de la situation. L'objectif principal étant, dans tous les cas, d'assurer la pérennité et la sécurité des usagers de la route, et ce, en limitant les impacts sur le milieu côtier.

Soulignons qu'au-delà de la zone d'étude locale, il s'avère nécessaire de considérer une zone d'étude encore plus étendue afin de positionner adéquatement le tronçon à l'étude de la route 138 sur le plan socioéconomique par rapport au village de Sheldrake, à la municipalité de Rivière-au-Tonnerre, ainsi que la MRC de la Minganie.

Le rapport de description du milieu, complété par WSP en 2019 (WSP, 2019), a visé à comprendre davantage l'environnement dans lequel s'inscrit ce projet de protection de la route 138 de manière à mieux concevoir la solution de protection retenue et à réduire les impacts de celle-ci sur l'environnement côtier.

1.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Le présent mandat vise la recherche et l'analyse de solutions pour contrer l'érosion et réduire la vulnérabilité de cette portion du littoral face à la problématique d'érosion et de submersion côtière, tout en assurant la sécurité des usagers de la route 138 et en minimisant les impacts sur les milieux côtier et socioéconomique. Il vise également à faire une analyse multicritère des solutions jugées les plus appropriées de manière à recommander la solution qui répondrait globalement le mieux à l'ensemble des critères définis en fonction des performances attendues, des impacts appréhendés et des attentes du ministère et des autres intervenants du milieu. Cette étude est accompagnée de plans d'avant-projet préliminaire qui illustreront les solutions retenues. À la suite de l'obtention d'un consensus avec les principaux intervenants du ministère sur la solution à mettre en œuvre, ce rapport préliminaire pourra, si jugé nécessaire par le MTQ, être présenté aux autorités et aux intervenants du milieu pour consultation. Sur cette base, une version finale, incluant les éléments jugés pertinents de la consultation, sera ensuite transmise au ministère afin qu'il puisse procéder aux étapes suivantes du projet (PC 1).

De façon plus spécifique, le travail consiste à examiner la problématique à travers les volets d'hydraulique maritime, de génie routier et d'analyse environnementale de manière à déterminer les solutions les mieux adaptées au site. Celles-ci devront permettre de rencontrer les principaux enjeux suivants :

- le maintien d'un lien routier sécuritaire et pérenne dans un contexte de changements climatiques;
- la conception d'ouvrages côtiers résilients et dont le risque résiduel pour la route et le milieu naturel est jugé acceptable compte tenu des incertitudes liées à ce type de problématique;
- la stabilité et le maintien de la qualité du milieu côtier en accord avec les enjeux environnementaux et l'état actuel des connaissances dans le domaine de la protection côtière;
- l'intégration au paysage et le maintien de fonctions écologiques de la zone à l'étude;
- recommander et présenter la solution la plus adaptée, et ce, basée sur une analyse multicritère et une consultation auprès du client;
- produire des plans d'avant-projet préliminaire qui illustreront les solutions envisagées.

1.3 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude locale proposée dans le cadre de l'étude d'analyse de solutions à l'érosion et à la submersion côtière dans la flèche de Sheldrake se situe à l'ouest de Sheldrake. Le tronçon de la route 138 à l'étude totalise 1 760 m entre les chaînages 0+090 et 1+850. La Carte 1-1 illustre la localisation de cette zone d'étude locale.



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

2 ANALYSE DE SOLUTIONS

2.1 SOLUTIONS PROPOSÉES POUR LA FLÈCHE DE SHELDRAKE

Une rencontre avec le MTQ s'est tenue le 5 septembre 2019 afin de présenter une analyse des solutions envisagées pour contrer le risque d'érosion et de submersion côtière le long de la route 138 dans la flèche de Sheldrake. L'objectif de cette rencontre était d'exposer aux intervenants les diverses solutions d'aménagement envisagées en dressant un bilan des avantages et inconvénients et en présentant les concepts d'aménagement projetés. De façon plus spécifique, cet exercice avait pour but d'en discuter avec l'équipe de projet du MTQ afin de recueillir leurs commentaires et ainsi prioriser uniquement les solutions jugées les plus adaptées en confrontant chacune d'elles aux différents critères de conception et enjeux identifiés au projet.

L'analyse des solutions a été présentée en deux volets, soit un premier volet présentant des alternatives de protection côtière de l'infrastructure routière et un deuxième volet présentant une analyse visant la relocalisation de la route 138 à l'extérieur de l'emprise actuelle.

2.2 REVUE DES SOLUTIONS RETENUES

Au cours de la rencontre du 5 septembre 2019, différentes considérations ont été présentées à l'équipe de projet du MTQ afin d'identifier les solutions dites envisageables pour le présent site d'étude. Ces considérations ont été établies sur la base des principaux enjeux et constats, ainsi qu'en confrontant différents critères techniques et environnementaux spécifiques au site d'étude. **Ces dernières se résument ainsi et confirment clairement que le statu quo (non-intervention) n'est pas jugé acceptable pour le tronçon de route à l'étude :**

- L'élévation du pont Touzel et de la route 138 entre le chaînage 0+090 et 0+800 s'avère trop basse. En conditions de tempêtes avec la présence d'une surcote et de fortes vagues, la remontée des vagues sur l'enrochement (versant sud) entraîne du franchissement (débordement) sur la chaussée, incluant la projection de gravier, cailloux et de blocs plus grossiers. Ce type d'évènement a été observé à plusieurs reprises dans ce secteur au cours de la période plus récente ce qui a nécessité des interventions d'urgence de la part du MTQ afin de nettoyer la chaussée pour rétablir la circulation et assurer la sécurité routière le long de ce tronçon routier. Le niveau de vulnérabilité de la R-138 est très élevé en 2020 et il est anticipé que l'impact des changements climatiques (rehaussement du NMM, augmentation de la fréquence des tempêtes, période d'englacement réduite) viennent exacerber cette problématique de submersion côtière dans les prochaines années, augmentant par le fait même le risque pour la sécurité routière et la fréquence d'intervention par le MTQ. Ainsi, le coût de maintenance de la R-138 dans ce secteur ne fera qu'augmenter dans le futur.
- Malgré la présence d'enrochements de protection entre le pont Touzel et l'extrémité est de la flèche (0+950), le talus routier exposé aux aléas côtiers (versant sud) a été fortement attaqué par les vagues de tempêtes à diverses occasions au cours des dernières années, ce qui a également nécessité des interventions d'urgence de la part du MTQ afin de procéder à des travaux de remblayage et de mise en place d'enrochements temporaires. Le calibre d'enrochement en place (~1100-1300 mm) le long de ce tronçon n'est pas suffisant pour résister aux sollicitations induites par les vagues de tempêtes. L'absence d'une clé au pied des enrochements contribue également à l'instabilité des structures. Finalement, le fait que plusieurs interventions temporaires ont été réalisées à différentes périodes au cours des dernières années fait en sorte que la géométrie des enrochements de protection (calibre carapace, pente, élévation crête, etc.) demeure très variable le long de la flèche de Sheldrake, ce qui favorise l'instabilité des ouvrages de protection dans son ensemble.
- Les impacts engendrés par les interventions d'urgence induites par la problématique d'érosion et de submersion côtière le long de ce corridor routier se résument ainsi :
 - Sécurité routière : la projection de sable, gravier, cailloux et blocs plus grossiers sur la chaussée lors des épisodes de tempêtes, incluant l'englacement de la chaussée en période hivernale en raison du franchissement par les vagues, engendre des conditions routières difficiles et non sécuritaires pouvant mener à la fermeture temporaire (partielle ou complète) de la route 138 (ch. 0+000 à 1+000).

- Impact socio-économique : ce tronçon de route est le seul lien routier permettant l'alimentation en pétrole, en nourriture, ainsi que pour la circulation de patients entre les centres de santé. Toute la population à l'est de la rivière Sheldrake est dépendante de ce lien routier unique.
 - Impacts environnementaux : il s'agit d'un corridor routier très vulnérable et fragile lors de tempêtes maritimes et qui nécessite la plupart du temps des travaux d'urgence en berge.
 - Coût d'entretien : la fréquence des bris et des dommages induits par les événements de tempêtes qui occasionnent du débordement sur la chaussée est de plus en plus fréquente comparée aux années antérieures. Un coût approximatif d'environ [REDACTED] à tous les 5 ans est le budget requis pour assurer l'entretien et le maintien de ce tronçon routier. Ce montant d'entretien reflète les coûts estimés par le MTQ en procédant à des travaux en régie interne, ce qui permet de croire que les coûts seraient beaucoup plus significatifs s'ils avaient été réalisés par un entrepreneur externe.
- La plage bordant le tronçon de route de la 138 et qui forme une partie de la flèche de Sheldrake est en constant recul depuis 1970. En effet, la ligne de rivage présente un recul constant depuis 1967 à l'exception d'un seul tronçon pour lequel des petites avancées ont été observées historiquement en raison de la dérive littorale dominante qui transporte des sédiments en direction est (Drejza et al., 2014). Ainsi, les apports sédimentaires à la cellule hydrosédimentaire, exacerbée par la présence de l'enrochement, ne permettent pas de recharger et de stabiliser de façon naturelle la flèche littorale et les terrasses de plages adjacentes. Ce constat confirme que la cellule hydro-sédimentaire est en déficit depuis plusieurs années.
 - La plus forte érosion est observée au niveau de la ligne de rivage longeant la flèche littorale et ce, principalement pour la période récente 2005-2013 (~15m). La plus faible élévation des profils de plage qui longent l'enrochement dans ce secteur semble en partie expliquer ce recul plus prononcé. La pente de plage relativement forte témoigne en effet d'un environnement très dynamique où l'énergie des vagues est significative. Les sédiments n'ont pas la possibilité de s'accumuler, entre autres, en raison de l'artificialisation de la flèche (réflexion des vagues), et le déficit sédimentaire observé au niveau de la cellule de Sheldrake résulte à une érosion constante depuis plusieurs années.
 - Du côté nord de la flèche (versant nord), bien que les niveaux d'eau soient contrôlés par la marée, on retrouve la présence de glaces et de courants fluviaux capables d'éroder le talus routier et de modifier la position du chenal principal de la rivière. Les enrochements protégeant le talus routier dans ce secteur présentent des signes évidents d'instabilité principalement occasionnés par les sollicitations par les glaces (débâcle) et dans une moindre mesure, par la combinaison des courants de marée et fluviaux. La forte pente des structures de protection et l'absence de clé en raison de la bathymétrie peu favorable contribuent aussi à la détérioration des enrochements de protection dans ce secteur.

Parmi les différentes solutions analysées et présentées lors de la rencontre du 5 septembre, une discussion plus approfondie sur la base des considérations mentionnées ici-haut, ainsi que des avantages et inconvénients de chacune des alternatives a permis de converger et de prioriser uniquement le développement de solutions visant la relocalisation de la route plus au nord à l'opposé de prioriser des solutions de protection côtière en conservant le tronçon routier dans son axe actuel. **Les trois solutions retenues pour le développement des plans d'avant-projet préliminaire correspondent aux solutions suivantes. L'Annexe A** présente quant à elle les plans d'avant-projet préliminaire pour chacune de ces variantes de relocalisation :

- **SOLUTION C - VARIANTE C1** : Tracé actuel aux approches avec un pont de 1 100 m tout juste au nord de l'axe routier existant, Pont Touzel démantelé
- **SOLUTION C - VARIANTE C2** : Contournement amont de 2,7 km avec un pont de 520 m de longueur traversant sur l'île, Pont Touzel démantelé
- **SOLUTION C - VARIANTE C3** : Contournement amont de 6,6 km avec un pont de 210 m de longueur à proximité des lignes à haute tension et une route de raccordement de 1 000 m, Pont Touzel démantelé

Par ailleurs, malgré les nombreux enjeux et désavantages associés au développement de solutions de protection côtière pour la flèche de Sheldrake, deux solutions (Solutions A et B) ont tout de même été discutées et analysées sommairement durant la rencontre du 5 septembre dernier. Cependant, il a été convenu avec le MTQ, durant cette rencontre, d'uniquement conserver ces deux solutions de protection côtière pour fins de comparaison avec les solutions retenues (variantes C1, C2 et C3). Ainsi, celles-ci sont analysées sommairement et présentées dans l'analyse comparative multicritère afin de fournir un tableau comparatif plus complet au MTQ, mais ne feront pas l'objet d'une analyse plus détaillée ni de la réalisation de plans d'avant-projet préliminaire. Le Tableau 2-1 ici-bas résume le choix des solutions qui ont été conservées pour l'analyse comparative multicritère, ainsi que les trois solutions parmi elles qui ont été retenues pour une analyse plus exhaustive et le développement de plans d'avant-projet préliminaire (**Annexe A**).

Tableau 2-1 Solutions à l'étude pour réduire la problématique d'érosion et de submersion côtière le long de la R-138 dans la flèche de Sheldrake

SOLUTIONS À L'ÉTUDE	INCLUS DANS L'ANALYSE MULTICRITÈRE	RÉALISATION D'UNE ANALYSE DÉTAILLÉE ET DE LA PRODUCTION DES PLANS D'AVANT-PROJET PRÉLIMINAIRE
Statu Quo (non-action)	OUI	N/A
SOLUTION A – Protection Côtière Enrochement nord et sud, mur de palplanche et rehaussement de la route 138	OUI	NON
SOLUTION B – Protection Côtière Brise-lames détachés au large, réfection enrochement nord et sud, recharge de plage et rehaussement de la route 138	OUI	NON
SOLUTION C – VARIANTE C1 Relocalisation de la route 138 Tracé actuel aux approches avec un pont de 1100 m tout juste au nord de l'axe routier existant, pont Touzel démantelé (retenue)	OUI	OUI
SOLUTION C – VARIANTE C2 Relocalisation de la route 138 Contournement amont de 2,7 km avec un pont de 520 m passant sur l'île, pont Touzel démantelé (retenue)	OUI	OUI
SOLUTION C – VARIANTE C3 Relocalisation de la route 138 Contournement amont de 6,6 km avec un pont de 210 m à proximité des lignes à haute tension et une route de raccordement de 1000 m, pont Touzel démantelé (retenue)	OUI	OUI

Les principales raisons qui justifient l'exclusion des solutions de protection côtière (Solutions A et B) pour la flèche de Sheldrake, tel que présenté lors de la rencontre du 5 septembre, sont les suivantes :

- De façon générale, durcir le littoral dans un milieu aussi énergétique et dynamique n'est pas adapté à la dynamique côtière et aucunement résilient aux impacts des changements climatiques à long terme, en plus des impacts à prévoir sur la dégradation du milieu adjacent (amplification érosion). De plus, aucune solution du type « douce » (ex: recharge de plage, végétalisation) ne peut à elle seule assurer une protection adéquate et sécuritaire de la R-138.
- Étant donné le niveau de submersion côtière significatif observé en période de tempêtes, toutes les interventions envisagées visant à conserver le corridor routier actuel devront

considérer le rehaussement du pont Touzel et de la route 138 sur l'ensemble du tronçon. Ce rehaussement de l'ordre de 5 à 7 m présente les principaux enjeux suivants:

- Évaluer la faisabilité de rehausser le pont Touzel (condition actuelle du pont, maintien de son intégrité structurale, pont temporaire durant les travaux, fondation de la pile du côté est, etc.);
 - Conserver la circulation en alternance sur la route 138 durant les travaux;
 - Nécessite de reconstruire la fondation de la route dans son ensemble (environ 1 km) et de protéger celle-ci avec un mur de palplanche et enrochements du côté nord et sud pour assurer un niveau de protection qui permet de conserver l'intégrité de la fondation de la route à long terme (sécurité routière).
- Les seules solutions envisageables pour maintenir un lien routier sécuritaire dans le corridor actuel (*hold the line*) nécessitent des ouvrages de protection de type « durs », lesquels vont dans tous les cas, nécessiter un certain niveau de maintenance durant leur vie utile en plus de présenter un risque résiduel élevé étant donné la vulnérabilité du site. Peu importe la solution côtière retenue pour conserver le lien routier dans sa position actuelle, la mise en œuvre de celle-ci sera complexe et coûteuse.
 - D'après la cartographie du zonage du risque produit par l'UQAR, ceux-ci considèrent que la flèche demeure un secteur « inconstructible ».
 - À plus long terme et considérant le caractère relativement imprévisible de certaines variables environnementales en lien avec les changements climatiques, maintenir un lien routier sur une flèche littorale engendre certes un risque à bien des égards en plus des impacts sur le milieu côtier en raison du risque résiduel toujours présent post-construction (sécurité routière, impacts socio-économiques, coupure d'accès aux services d'urgence, dégradation du milieu côtier et impacts environnementaux, etc.).
 - Sur la base des enseignements qui découlent des tempêtes historiques et de l'adoption d'une stratégie de gestion intégrée du littoral, il s'avère que la relocalisation est la seule solution qui peut être qualifiée de « définitive » pour le présent site d'étude. Un changement d'approche des risques côtiers est perceptible au Québec et la relocalisation s'inscrit dans cette optique, soit la notion de reculer les infrastructures clés à une distance suffisante de la côte afin d'enrayer le risque encouru à court et long terme. Si on développe davantage ce concept, l'option de durcir le littoral et de conserver la ligne dure (*hold the line*) devrait uniquement être envisagée lorsque la relocalisation n'est pas possible.

2.3 ÉVALUATION SOMMAIRE DES IMPACTS (SOLUTION C)

La **variante C1** constitue la solution nécessitant le moins d'interventions au sein du milieu naturel et le trajet le plus court parmi ceux proposés. Elle implique d'intervenir principalement en marge de l'axe existant de la route et ne requerra donc pas de déboisement ou d'interventions significatives dans des milieux humides ou aquatiques (empiètement de moins de 100 m²), puisque les piliers proposés pour l'appui du pont seront localisés pour la plupart directement dans la flèche de Sheldrake du côté nord.

L'essentiel des impacts anticipés découlera donc de la mise en place de piliers au sein du milieu. À priori, les piliers seront, tel que mentionné, insérés dans la flèche littorale du côté nord, n'induisant pas d'empiètement direct sur le lit de la rivière, à l'exception possiblement des premiers piliers rencontrés en rive ouest. Toutefois, l'enfoncement de ces derniers contribuera à l'émission de bruit dans l'environnement subaquatique. Des mesures devront donc être prises afin de limiter les impacts sur la faune ichthyenne, notamment la montaison du saumon, et les mammifères marins.

En ce qui a trait aux aspects sociaux, la variante C1 minimise les impacts en phase d'exploitation puisqu'elle ne contribue pas à isoler davantage la communauté de Sheldrake. Économiquement, elle n'implique également pas l'entretien d'un tronçon routier supplémentaire. La qualité du paysage est maintenue pour les usagers de la route puisque l'aspect visuel et le point de vue sur la mer demeurent très similaires aux conditions existantes. L'impact sur les activités de cueillette de mollusque, positif ou négatif, demeure quant à lui incertain, mais ne devrait pas être important selon toute vraisemblance en considérant les vents dominants (vagues) et l'axe d'écoulement de la rivière. Les bancs coquilliers pourraient donc se déplacer légèrement sans toutefois être réduits significativement en taille ou disparaître.

La **variante C2** correspond au scénario de relocalisation de la route impliquant la plus courte distance totale de trajet routier possible. Le tronçon ouest, d'une longueur de 2,2 km, traverse deux dénuvés humides et une aulnaie et induira donc un empiètement dans des milieux humides (0,29 à 4,35 ha). Il nécessitera également le déboisement d'une faible superficie de peuplement résineux. Le tronçon est présentera, quant à lui, une longueur de 500 m et traversera un dénuvé sec avant de se raccorder à la route 138 actuelle. À noter que le passage de ce nouveau tronçon de route à travers le milieu naturel est susceptible de fragmenter l'habitat de certaines espèces fauniques (mammifères terrestres, oiseaux, etc.). Néanmoins, la richesse du milieu étant évaluée comme faible à moyenne, les impacts devraient être faibles.

L'ouvrage à construire afin d'enjamber la rivière Sheldrake, d'une longueur de 520 m, impliquera la mise en place de piliers en caissons dans la rivière, ainsi que de deux autres piliers aux extrémités en rive. Ces piliers, au nombre de 7, devraient occasionner un empiètement total de l'ordre de 200 à 300 m² au sein de l'habitat du poisson, et ce, selon le type de piliers préconisés. Bien que ces piliers représentent un empiètement dans l'habitat et causeront la perturbation sonore subaquatique pendant leur mise en place, ils devraient bénéficier à la faune ichthyenne comme le saumon Atlantique en créant des zones de repos en aval des piliers une fois l'ouvrage construit. À priori, aucun empiètement sur des bancs coquilliers n'est appréhendé, mais la modification des courants à proximité des piliers pourrait influencer ces derniers qui seront remodelés en fonction du nouvel écoulement.

D'un point de vue social, la variante C2 ne contribue pas à isoler davantage la communauté puisque le trafic est maintenu dans la communauté. La qualité du paysage sera modifiée quelque peu, mais la vue sur la mer sera conservée dans une bonne proportion. L'impact sur les activités de cueillette de mollusque, positif ou négatif, demeure quant à lui incertain selon l'évolution à prévoir à plus long terme au niveau de la flèche. Néanmoins, l'impact anticipé demeure limité et pourrait toucher principalement le banc directement à l'aval de l'îlot rocheux situé dans l'axe du futur pont.

La **variante C3** correspond, quant à elle, au scénario de relocalisation de la route impliquant le contournement de la municipalité et la distance la plus longue à parcourir. Cette solution propose un contournement de 6,6 km avec un raccordement de 1 km donnant accès au village de Sheldrake. Le tronçon ouest, d'une longueur d'environ 2,9 km, traverse potentiellement trois

dénudés humides et une aulnaie et induira donc un empiètement dans des milieux humides (4,13 à 6,8 ha). Il nécessitera également le déboisement d'une superficie de peuplements résineux. Le tronçon est présentera, quant à lui, une longueur approximative de 3,7 km et traversera trois dénudés humides avant de se raccorder à la route 138 actuelle à l'est de la rivière Couture. Considérant les interventions et l'artificialisation du milieu sur l'ensemble du nouveau tronçon routier, la fragmentation de certains habitats de la faune terrestre ou aviaire est susceptible de survenir. La nature des habitats présents et la richesse relative associée à ces derniers laissent toutefois présager d'un impact relativement faible. Finalement, une seconde traverse de cours d'eau à l'aide d'un ponceau devra également être aménagée afin de permettre le passage au droit de la rivière Couture.

L'ouvrage à construire afin d'enjamber la rivière Sheldrake, d'une longueur de 210 m, impliquera la mise en place de deux piliers dans la rivière, ainsi que de deux autres piliers aux extrémités en rive. Ces piliers, au nombre de 4, devrait occasionner un empiètement total de l'ordre de 100 à 200 m² au sein de l'habitat du poisson, et ce, selon le type de piliers préconisés. Tel que mentionné précédemment, bien que ces piliers représentent un empiètement dans l'habitat, ils devraient bénéficier à la faune ichthyenne en créant des zones de repos en aval des piliers.

D'un point de vue social, la variante C3 induit le contournement de la municipalité et pourrait contribuer à isoler davantage la communauté puisqu'elle fera en sorte de réduire le trafic et potentiellement l'achalandage au sein des services de la municipalité. Néanmoins, le contournement du village pourrait également apporter une certaine quiétude chez les résidents qui verront réduire le trafic lourd près de leur propriété. La qualité du paysage sera pour sa part modifiée significativement pour les usagers de la route qui perdront le visuel sur la mer, mais sur une faible distance.

Finalement, dès la fin des travaux, et ce, que ce soit pour la variante C1, C2 ou C3, le pont Touzel sera démantelé, tout comme la route 138 existante. Aucune limitation d'un point de vue patrimonial vise à conserver ce pont (intérêt patrimonial classé « moyen »). Malgré que la municipalité pourrait désirer le conserver pour aménager un accès piéton ou cyclable, il n'est aucunement recommandé de continuer à entretenir la protection des culées de cet ouvrage pour plusieurs raisons déjà mentionnées, sachant en plus que la maintenance et l'entretien des protections en enrochement le long de la flèche ne seront plus réalisés par le MTQ en condition d'exploitation.

2.4 ESTIMATION DES COÛTS

Les coûts estimés pour la réalisation des travaux de relocalisation de la route 138 (variantes C1, C2 et C3) sont présentés au Tableau 2-2.

L'estimation des coûts qui est présentée dans la présente section est préliminaire et permet d'obtenir un ordre de grandeur du coût des travaux pour supporter la prise de décision quant aux choix de la variante de relocalisation à prioriser. L'avancement technique du projet fait en sorte que la précision des coûts estimés peut varier au-delà de 30 % et ce, principalement en lien avec l'incertitude quant aux conditions géotechniques et sur l'impact de cette composante sur la conception des ouvrages d'art proposés.

Les coûts présentés sont basés sur des projets de routes et d'ouvrages d'art similaires à partir desquels des coûts moyens ont pu être établis. Par la suite, ces coûts ont été ajustés pour tenir compte de l'inflation sur des projets comparables considérant l'année de construction de l'ouvrage de référence. Pour considérer la localisation géographique du site des ouvrages proposés, une allocation d'éloignement de 25 % a été considérée.

Pour compléter l'estimation des coûts, une contingence de 30% a été appliquée sur les coûts du projet de construction afin d'inclure les incertitudes au niveau des conditions géotechniques et de l'avancement technique du projet.

Les coûts estimés considèrent les frais directs aux travaux de construction. Les autres frais comme les honoraires professionnels, acquisition de terrain, démantèlement de la route existante et du Pont Touzel, activités connexes ne sont pas inclus dans les coûts présentés. Les coûts sont exprimés en dollars d'aujourd'hui et aucun frais d'inflation n'a été calculé.

2.5 ANALYSE COMPARATIVE MULTICRITÈRE

Le Tableau 2-3 et le Tableau 2-4 présentent respectivement une comparaison multicritère des solutions et variantes d'aménagement considérées dans le cadre du présent projet. Le Tableau 2-3 présente, quant à lui, une analyse comparative pour l'ensemble des solutions analysées dans le cadre de ce projet (Tableau 2-1), tandis que le Tableau 2-4 se concentre uniquement sur la comparaison des variantes retenues visant la relocalisation de la route 138 (Solution C).

L'objectif de fournir deux tableaux comparatifs étant de permettre une comparaison de l'ensemble des solutions évaluées par WSP, ainsi qu'une comparaison plus spécifique quant aux variantes recommandées de relocalisation.

La comparaison multicritère vise à fournir une vue globale de la situation afin de supporter le processus de décision pour la sélection de la solution optimale. L'analyse des solutions et variantes porte essentiellement sur des critères discriminants de natures technique, environnementale et socioéconomique. Les critères à caractère technique visent surtout à qualifier le coût de chaque solution, l'effort de suivi et d'entretien requis, la durée de vie et la performance anticipée des aménagements, leur résilience face aux changements climatiques, l'envergure des études de conception à réaliser en ingénierie détaillée, ainsi que l'envergure des travaux. L'analyse environnementale identifie pour sa part les principaux enjeux sur les milieux physique et biologique, ainsi que les délais prévus pour l'obtention des autorisations environnementales. Enfin, le volet socioéconomique de l'analyse considère les enjeux associés à l'esthétisme général des aménagements, la perturbation de la circulation durant les travaux, l'empiètement sur les lots de propriétés attenants aux axes routiers proposés, l'impact sur les communautés desservies par ce lien routier et la sécurisation des infrastructures existantes.

Finalement, afin de faciliter la lecture et la compréhension générale de ces tableaux et discriminer les solutions sur la base de chaque critère d'analyse, un code de couleur a été utilisé. Le vert est employé pour identifier la solution jugée préférable (impact faible) tandis que le rouge distingue celle qui est considérée comme étant la pire (impact élevé). La couleur jaune identifie tant qu'à elle la solution mitoyenne (impact modéré).

Tableau 2-3 Analyse multicritère comparative de l’ensemble des solutions étudiées pour le site Sheldrake

CRITÈRES DISCRIMINANTS	STATU QUO (NON-INTERVENTION)	SOLUTION A (ENROCHEMENT NORD ET SUD, MUR DE PALPLANCHE ET REHAUSSEMENT DE LA ROUTE 138)	SOLUTION B (BRISE-LAMES DÉTACHÉS AU LARGE, RÉFECTION ENROCHEMENT NORD ET SUD, RECHARGE DE PLAGE ET REHAUSSEMENT DE LA ROUTE 138)	SOLUTION C (RELOCALISATION DE LA ROUTE 138 – 3 VARIANTES COMBINÉES)
CRITÈRES TECHNIQUES				
COÛTS DES TRAVAUX				
Durée de vie estimée de l’aménagement	Variable selon niveau de sollicitation à venir en climat futur et l’effort d’entretien effectué par le MTQ dans les prochaines années	50 ans avec un programme de suivi annuel et entretiens périodiques	50 ans avec un programme de suivi annuel et entretiens périodiques	75-100 ans avec entretien minimal
Vulnérabilité à moyen et long terme de l’infrastructure routière à l’érosion et la submersion côtière	Très élevée Dans un contexte de changements climatiques, l’érosion et la dégradation de la flèche de sable, ainsi que l’abaissement du profil naturel du terrain sera exacerbé et, par conséquent, la vulnérabilité du tronçon routier face aux aléas côtiers va augmenter, incluant un risque significatif pour la sécurité routière.	Modérée Malgré un rehaussement significatif du tablier du pont Touzel et une conception adéquate de celui-ci pour assurer sa stabilité, l’abaissement de la flèche (voir apparition d’une brèche) à plus long terme fera en sorte d’augmenter l’énergie des vagues au droit du pont. Ainsi, un risque résiduel sera toujours présent à plus long terme en lien avec la vulnérabilité côtière et ce, spécialement dans un contexte de changements climatiques.	Modérée Malgré un rehaussement significatif du tablier du pont Touzel et une conception adéquate de celui-ci pour assurer sa stabilité, l’abaissement de la flèche (voir apparition d’une brèche) à plus long terme pourrait rendre l’action des vagues possibles au droit du pont.	C1 : Modéré C2 : faible C3 : Négligeable
Effort de suivi et d’entretien requis pour assurer la performance de l’ouvrage et la sécurité routière	Très important Interventions d’entretien de plus en plus fréquentes et onéreuses à prévoir dans un contexte de changements climatiques et risque élevé pour la sécurité routière durant et post-tempêtes.	Modéré La conception sera réalisée de manière à assurer un rehaussement adéquat de la route et une stabilité de la flèche et du remblai routier pour minimiser le risque d’érosion et de submersion côtière. Par contre, puisqu’il s’agit d’une solution côtière, un risque résiduel demeure présent en climat futur quant à la performance de l’ouvrage, spécialement dans un contexte de changements climatiques. Un effort de suivi et d’entretien devra être maintenu à court et long terme pour mesurer la performance et conserver le niveau de service requis pour assurer la sécurité routière.	Modéré La conception sera réalisée de manière à assurer un rehaussement adéquat de la route et une stabilité de la flèche et du remblai routier pour minimiser le risque d’érosion et de submersion côtière. Par contre, puisqu’il s’agit d’une solution côtière, un risque résiduel demeure présent en climat futur quant à la performance de l’ouvrage, spécialement dans un contexte de changements climatiques. Un effort de suivi et d’entretien devra être maintenu à court et long terme pour mesurer la performance et conserver le niveau de service requis pour assurer la sécurité routière.	Faible Suivis et entretiens typiques pour conserver le niveau de service requis pour assurer la sécurité routière.
Envergure des travaux	N/A	Très importante	Très importante	Très importante
Incertitude sur la performance des ouvrages et les impacts de ceux-ci sur le milieu	N/A	Modérée à élevée L’approche de conception et les méthodes de mise en œuvre sont connues et éprouvées, mais la mise en place d’une telle solution de protection le long d’une flèche littorale présente certes un lot d’incertitudes quant à la performance anticipée à long terme pour assurer la sécurité routière. Un impact notable sur la dynamique sédimentaire le long de la flèche et dans les zones adjacentes est anticipé, particulièrement dans un contexte de changements climatiques. Faisabilité de rehausser le pont Touzel à confirmer.	Modérée à élevée L’approche de conception et les méthodes de mise en œuvre sont connues et éprouvées, mais la mise en place d’une telle solution de protection le long d’une flèche littorale présente certes un lot d’incertitudes quant à la performance anticipée à long terme pour assurer la sécurité routière. Un impact notable sur la dynamique sédimentaire le long de la flèche et dans les zones adjacentes est anticipé, particulièrement dans un contexte de changements climatiques. Pour la conception des brise-lames, des études plus approfondies avec analyses en laboratoire physique sont recommandées pour optimiser la conception des ouvrages et s’assurer de minimiser les impacts dans les secteurs adjacents. Les conditions géotechniques représentent aussi un enjeu pour l’assise des brise-lames. Faisabilité de rehausser le pont Touzel à confirmer.	Faible à modérée Les conditions géotechniques devront être confirmées durant la phase d’ingénierie détaillée pour minimiser les incertitudes quant à la performance des ouvrages. En conditions post-construction, l’impact de la mise en place des ponts sera faible sur la modification des conditions d’écoulement et de la dynamique sédimentaire. La flèche sera libre d’évoluer et de se ré-équibrer de façon naturelle au gré des tempêtes et des saisons, ce qui est souhaitable d’un point de vue de la dynamique sédimentaire.
Facilité d’adapter la solution à plus long terme en fonction de l’évolution du climat et d’une meilleure compréhension des processus littoraux (résilience de l’aménagement)	N/A	Non résilient au climat futur de façon naturelle. Ouvrages de protection de type « dur » nécessitant une intervention anthropique complexe et coûteuse pour conserver le niveau de performance requis et assurer la sécurité routière.	Non résilient au climat futur de façon naturelle. Approche de protection nécessitant une intervention anthropique complexe et coûteuse pour conserver le niveau de performance requis et assurer la sécurité routière. La mise en place des brise-lames et de la recharge de plage fait en sorte par contre de stabiliser le trait de côte et favorise quelque peu la résilience de cette solution.	N/A
CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX				
Modification de la dynamique littorale	Faible	Importante	Importante	Faible
Empiètement dans un milieu humide, hydrique et/ou marin (sous la PMSGM)	Faible Variable selon les travaux de réfection d’entretien et d’urgence qui seront réalisés au fil des ans.	Modérée à élevée Selon le scénario de rehaussement de la route retenu, l’empreinte du remblai routier et de l’enrochement de protection augmentera.	Très importante La mise en place de brise-lames détachés et de recharge de plage empiètera de façon significative dans le milieu hydrique.	Faible Variable selon le nombre et la localisation des piliers de pont.
Délais d’obtention des permis environnementaux, nécessité ou non de réaliser une étude d’impacts sur l’environnement	N/A	Étude d’impact sur l’environnement probablement requise, puisque longueur d’intervention sera supérieure à 500 m.l.	Étude d’impact sur l’environnement probablement requise, puisque longueur d’intervention sera supérieure à 500 m.l. et la superficie d’empiètement supérieure à 5 000 m² (sous PMSGM).	Étude d’impact sur l’environnement non requise, puisque l’intervention se trouve hors d’un périmètre d’urbanisation et que l’emprise du nouveau tronçon routier se limite à 35 m.

CRITÈRES DISCRIMINANTS	STATU QUO (NON-INTERVENTION)	SOLUTION A (ENROCHEMENT NORD ET SUD, MUR DE PALPLANCHE ET REHAUSSEMENT DE LA ROUTE 138)	SOLUTION B (BRISE-LAMES DÉTACHÉS AU LARGE, RÉFECTION ENROCHEMENT NORD ET SUD, RECHARGE DE PLAGE ET REHAUSSEMENT DE LA ROUTE 138)	SOLUTION C (RELOCALISATION DE LA ROUTE 138 – 3 VARIANTES COMBINÉES)
CRITÈRES TECHNIQUES				
COÛTS DES TRAVAUX				
CRITÈRES SOCIOÉCONOMIQUES				
Impact sur la circulation durant les travaux de construction	Faible à modéré Perturbation de la circulation possible lors d'événements de tempêtes et des travaux d'urgence subséquents.	Important Perturbation importante de la circulation à prévoir due au rehaussement de la route, à la circulation accrue de camions et à la mise en place des enrochements et du mur de palplanche. Circulation en alternance à confirmer.	Important Perturbation importante de la circulation à prévoir due au rehaussement de la route, à la circulation accrue de camions et à la mise en place des enrochements et des brise-lames. Circulation en alternance à confirmer.	Faible à modéré Travaux réalisés en dehors de l'axe routier existant. Circulation en alternance pour C1 uniquement. Perturbations à prévoir pour raccordement au tronçon existant.
Sécurisation des infrastructures existantes	Non	Oui	Oui	Oui pour nouveaux tracés
Esthétisme général, altération du paysage pour les usagers	N/A	Faible Peu d'impacts visibles par les usagers de la route. Permet de conserver le corridor routier actuel ce qui favorise l'acceptation sociale.	Faible Permet de conserver le corridor routier actuel ce qui favorise l'acceptation sociale. Réaménagement du littoral et construction des brise-lames détachés modifieront le paysage visible de la route.	Faible à modéré Voie de contournement plus ou moins longue, selon le scénario retenu et perte partielle du point de vue sur la mer. Réaménagement possible de l'accès au village de Sheldrake pour C3. Démolition du pont Touzel.

Tableau 2-4 Analyse multicritère comparative des solutions retenues de relocalisation de la route 138 pour le site de Sheldrake

CRITÈRES DISCRIMINANTS	VARIANTE C1 (TRACÉ ACTUEL AUX APPROCHES AVEC UN PONT DE 1100 M TOUT JUSTE AU NORD DE L'AXE ROUTIER EXISTANT)	VARIANTE C2 (CONTOURNEMENT AMONT DE 2,7 KM AVEC UN PONT DE 520 M PASSANT SUR L'ÎLE)	VARIANTE C3 (CONTOURNEMENT AMONT DE 6,6 KM AVEC UN PONT DE 210 M À PROXIMITÉ DES LIGNES À HAUTE TENSION ET UNE ROUTE DE RACCORDEMENT DE 1000 M)
CRITÈRES TECHNIQUES			
COÛTS DES TRAVAUX			
LONGUEUR DE ROUTE / LONGUEUR DE PONT	Pont 1100 m	Route 2 700 m / Pont 520 m	Route 6 600 m / Pont 210 m
Nombre de piliers requis pour la traverse (préliminaire)	13 piliers	7 piliers	4 piliers
Vulnérabilité à moyen et long terme de l'infrastructure routière face à l'érosion et la submersion côtière	Modérée L'incertitude quant au niveau d'érosion et l'évolution future de la flèche de sable, incluant la possibilité de voir apparaître une brèche, représente un enjeu important à tenir en compte durant le processus de conception des piliers du pont. Ainsi, malgré que la conception soit réalisée de manière à assurer une hauteur libre suffisante du tablier (débordement par les vagues) et la stabilité des piliers en conditions futures, il s'avère que l'abaissement et l'érosion progressive de la flèche feront en sorte d'augmenter l'énergie des vagues sur les piliers et sous l'ouvrage. Ainsi, un risque résiduel sera toujours présent à plus long terme en lien avec la vulnérabilité côtière et ce, particulièrement dans un contexte de changements climatiques. De plus, les enrochements existants en place seront certes remobilisés au gré des tempêtes et ainsi, un suivi périodique de l'évolution de la flèche est recommandé.	Faible à modérée L'infrastructure routière est plus en retrait du littoral, mais pourrait malgré tout éventuellement être exposée aux tempêtes maritimes advenant une érosion significative de la flèche littorale ou la formation d'une brèche. L'incertitude quant au niveau d'érosion et l'évolution future de la flèche de sable aura un impact moindre sur la conception des piliers du pont comparativement à la variante C1, mais un risque résiduel demeure présent à plus long terme en lien avec la vulnérabilité côtière et ce, spécialement dans un contexte de changements climatiques.	Négligeable L'infrastructure bénéficie d'un retrait significatif du littoral et sa vulnérabilité à l'érosion et la submersion côtière est négligeable.
Élévation minimale du soffite du pont (préliminaire)	16,5 m (NMM)	13 m (NMM)	13 m (NMM)
CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX			
Empiètement en milieux humides	N/A	0,29 à 4,35 ha	4,13 à 6,8 ha
Empiètement permanent en milieux hydriques	< 100 m²	200-300 m²	100-200 m²
Empiètement temporaire en milieux hydriques (jetées de construction)	Faible à modéré	Modéré	Faible à modéré
Fragmentation de l'habitat (contournement routier)	Non	Oui	Oui
Impacts appréhendés sur la faune benthique (bancs coquillers)	Faibles à modérés Le milieu devrait s'adapter au fil de la dégradation ou de la transformation de la flèche littorale. Par conséquent, les bancs coquillers pourraient changer, mais toutefois sans être affectés significativement.	Faibles à modérés La modification des courants en aval du pont pourrait induire des effets sur le banc coquiller présent à proximité.	Négligeables Cette variante est localisée plus en amont et ne devrait pas affecter les bancs coquillers.
Impacts appréhendés sur la faune aviaire	Modérés Dérangement par le bruit pendant les travaux pour la sauvagine, les limicoles et les oiseaux marins.	Modérés Dérangement par le bruit pendant les travaux pour la sauvagine et les oiseaux forestiers et fragmentation de l'habitat. Tracé à proximité de ACOA	Faibles Dérangement par le bruit pendant les travaux pour la sauvagine et les oiseaux forestiers et fragmentation de l'habitat.
Impacts en lien avec le bruit subaquatique lors des travaux	Modérés à élevés Fonçage de plusieurs pieux près du milieu marin (impacts sur les mammifères marins et le saumon).	Faibles à modérés Travaux en rivière (impacts sur le saumon).	Faibles à modérés Travaux en rivière (impacts sur le saumon).
Impact sur la montaison du saumon Atlantique	Modérés à élevés Le chenal étant très étroit au droit de la flèche littorale et la durée des travaux de fonçage plus étendue, la perturbation est susceptible d'avoir plus d'incidence sur le saumon et d'occasionner des comportements d'évitement.	Faibles à modérés Durée et ampleur des travaux relativement importantes, toutefois dans un tronçon de rivière plus élargi permettant l'évitement des perturbations sans interrompre la montaison. Néanmoins des impacts sur les MES, le bruit subaquatique et des empiètements dans l'habitat du saumon sont prévus.	Faibles à modérés Durée et ampleur des travaux en rivière restreintes. Néanmoins des impacts sur les MES, le bruit subaquatique et des empiètements dans l'habitat du saumon sont prévus.

CRITÈRES DISCRIMINANTS	VARIANTE C1 (TRACÉ ACTUEL AUX APPROCHES AVEC UN PONT DE 1100 M TOUT JUSTE AU NORD DE L'AXE ROUTIER EXISTANT) VARIANTE C2 (CONTOURNEMENT AMONT DE 2,7 KM AVEC UN PONT DE 520 M PASSANT SUR L'ÎLE) VARIANTE C3 (CONTOURNEMENT AMONT DE 6,6 KM AVEC UN PONT DE 210 M À PROXIMITÉ DES LIGNES À HAUTE TENSION ET UNE ROUTE DE RACCORDEMENT DE 1000 M)		
CRITÈRES TECHNIQUES			
COÛTS DES TRAVAUX			
CRITÈRES SOCIOÉCONOMIQUES			
Dérangement de la circulation durant les travaux	Moderé à élevé Circulation en alternance lors des travaux.	Faible Circulation inchangée.	Faible Circulation inchangée.
Isolement de la communauté de Sheldrake (évitement du secteur résidentiel)	Non Maintien de l'achalandage et du trafic routier dans le village. Aucun impact appréhendé en ce qui a trait à la vitalité économique.	Non Maintien de l'achalandage et du trafic routier dans le village. Aucun impact appréhendé en ce qui a trait à la vitalité économique.	Oui Réduction de l'achalandage et du trafic routier dans le village. Possibilité d'un impact faible à modéré en ce qui a trait à la vitalité économique.
Quiétude des résidents de la communauté de Sheldrake (diminution du trafic lourd)	Inchangée Au terme de l'aménagement, le trafic passe toujours à l'intérieur du village.	Inchangée Au terme de l'aménagement, le trafic passe toujours à l'intérieur du village.	Oui Au terme des travaux, le nouveau tronçon routier contourne complètement le village, apportant ainsi davantage de quiétude.
Impact sur le temps de voyageant occasionné par la longueur de la voie de contournement	Négligeable Le nouveau tracé sera adjacent à la route existante.	Faible Le tracé augmentera d'environ 650 m le trajet pour traverser la rivière Sheldrake.	Modéré Le tracé augmentera de 2 à 3 km environ le trajet pour traverser la rivière Sheldrake, selon que la destination se trouve à l'ouest ou à l'est du village.
Altération du paysage pour les usagers	Faible Cette variante occasionne un rehaussement de la chaussée, mais permet de conserver la vue sur le milieu côtier.	Moyenne Cette variante provoque une perte partielle de la vue sur le milieu côtier dans le secteur contournant l'embouchure de la rivière. L'élévation de la route et la faible densité de végétation devraient toutefois permettre de garder une certaine vue sur la mer. Sinon, la perte de vue sera de courte durée.	Importante Cette variante occasionne la perte de la vue sur le milieu côtier sur une distance d'environ 6,8 km.
Accès à la rampe de mise à l'eau lors des travaux	Accès restreint Présence de machinerie et de signaleurs.	Inchangé Aucune perturbation puisque le contournement se trouve plus au nord. Du bruit pourrait toutefois être perçu pendant les travaux.	Inchangé Aucune perturbation puisque le contournement passe beaucoup plus au nord.

3 RECOMMANDATIONS

Sur la base des enseignements qui découlent des tempêtes historiques et de l'adoption d'une stratégie de gestion intégrée du littoral, il s'avère que la relocalisation est la seule solution qui peut être qualifiée de « définitive » pour le présent site d'étude. Un changement d'approche des risques côtiers est perceptible au Québec et la relocalisation s'inscrit dans cette optique, soit la notion de reculer les infrastructures clés à une distance suffisante de la côte afin d'enrayer le risque côtier encouru à court et long terme. Dans un contexte de changements climatiques, si on développe davantage ce concept, l'option de durcir le littoral et de fixer le trait de côte (*hold the line*) devrait uniquement être envisagée lorsque la relocalisation d'infrastructures clés n'est pas possible.

Ainsi, la solution C qui vise la relocalisation de la route 138 représente à notre avis une solution définitive et l'option d'intervention la plus adaptée pour contrer la problématique d'érosion et de submersion côtière à l'intérieur de la zone d'étude visée. En effet, fixer et durcir le littoral dans un milieu aussi énergique et dynamique de façon à conserver un niveau de service permettant d'assurer la sécurité routière des usagers de la route 138 n'est pas recommandé. Étant donné le niveau d'érosion et de submersion côtière significatif observé en période de tempêtes, toutes les interventions envisagées visant à conserver le corridor routier actuel (*hold the line*) devront considérer le rehaussement du pont Touzel et de la route 138 sur l'ensemble du tronçon en plus de revoir l'ensemble des ouvrages de protection. Ce rehaussement minimal d'une hauteur d'environ 6 m représente des enjeux considérables au niveau du pont Touzel, de la protection du remblai routier, ainsi qu'au niveau du maintien de la circulation durant la période de travaux. De plus, à plus long terme et considérant le caractère relativement imprévisible de certaines variables environnementales en lien avec les changements climatiques, maintenir un lien routier sur une flèche littorale engendre certes un risque à bien des égards (sécurité routière, impacts socio-économiques, coupure d'accès aux services d'urgence) en plus des impacts significatifs sur le milieu côtier et la dégradation des zones adjacentes en raison du risque résiduel toujours présent post-construction.

Parmi les options de relocalisation étudiées, il est recommandé de mettre en place la variante C2 ou C3. L'option de relocalisation selon la variante C1, malgré qu'elle permette de demeurer dans le corridor actuel de la route 138, représente plusieurs défis techniques au niveau de la conception des piliers du pont en plus de représenter la solution la plus dispendieuse, et ce, de façon notable par rapport à C2 et C3. Malgré que la conception des piliers serait réalisée en considérant la possibilité de voir la flèche complètement érodée à plus long terme, incluant la possibilité qu'une brèche se forme, il s'avère que le plus grand nombre de piliers à mettre en place dans une zone aussi dynamique implique une complexité additionnelle au niveau conception et construction pour ce tracé de route. Tout comme les variantes C2 et C3, les conditions géotechniques représentent certes un inconnu, mais ceci se traduit par une complexité plus grande pour la variante C1 en raison de l'incertitude quant à l'évolution de la flèche lorsque la maintenance des ouvrages de protection existants sera abandonnée par le MTQ post-construction. En effet, l'impact anticipé des conditions hydrauliques projetées sur l'évaluation des efforts structuraux par les vagues, courants et glaces sur les piliers de pont s'avère certes le principal enjeu en phase de conception. La dynamique le long de la flèche et à l'embouchure de la rivière représente des conditions propices à l'affouillement autour des piliers, et ce, particulièrement dans un contexte où l'action et le déferlement des vagues est déjà présent et sera accentué à plus long terme. Une incertitude quant à l'élévation minimale du soffite du pont demeure aussi présente puisque cette composante demeure difficile à évaluer à plus long terme en raison de la remontée et du

débordement par les vagues, ne sachant pas comment la topographie et les pentes de la flèche vont évoluer à court et moyen terme.

Quant au choix à privilégier entre la variante C2 et C3, nous sommes d'avis que la population de Sheldrake, ainsi que la municipalité de Rivière-au-Tonnerre devraient être consultées dans un premier temps afin de leur présenter les deux variantes à l'étude et ainsi recueillir leurs avis et préoccupations. En effet, malgré que la variante C3 est moins dispendieuse d'environ [REDACTED], la principale différence demeure le contournement du village et la route de raccordement requise selon C3. Les impacts au niveau social s'avèrent donc un enjeu afin d'évaluer si la quiétude des résidents de voir le trafic lourd contourner le village est davantage perçu comme un avantage par rapport à l'isolement et la perte de vitalité que ce contournement pourrait aussi apporter. Dans tous les cas, le présent projet de relocalisation doit s'inscrire dans une stratégie et optique d'aménagement et de planification globale pour faciliter l'acceptabilité sociale.

Durant la période de travaux, que ce soit la variante C2 ou C3 qui est retenue, la circulation routière pourra être maintenue dans les deux directions dans le corridor de la route 138 actuel. D'un point de vue strictement environnemental, la variante C2 représente, par rapport à C3, la variante présentant le plus d'impacts en période d'exploitation en raison du plus grand nombre de piliers requis (7) et par conséquent de l'empiètement permanent dans le lit du cours d'eau. Toujours selon cette variante et en raison du plus grand nombre de piliers, le pont proposé risque de modifier davantage les courants en aval de l'ouvrage et possiblement induire des effets sur le banc coquiller présent à proximité. Quant au tronçon routier, que ce soit selon la variante C2 ou C3, une fragmentation de l'habitat sera engendrée par l'aménagement du nouveau corridor routier, soit une coupure de part et d'autre de la route. Enfin, l'empiètement dans les milieux humides est quelque peu plus important selon la variante C3 comparativement au corridor proposé pour la variante C2. En ce qui concerne les impacts à prévoir durant la période de travaux, il est anticipé que l'empiètement dans le lit du cours d'eau induit par les ouvrages temporaires (jetées) sera plus imposant selon la variante C2, en plus de générer davantage de matière en suspension (MES) vu l'importance des travaux en rivière.

Sur la base des critères analysés et selon l'envergure des travaux proposés, aucune des variantes de relocalisation étudiées ne déclencherait la tenue d'une étude d'impact. En effet, l'intervention se trouve hors d'un périmètre d'urbanisation et l'emprise du nouveau tronçon routier proposé se limite à 35 m. De plus, aucune structure de pont excède un empiètement de plus de 5 000 m² dans l'habitat du poisson.

Par ailleurs, en phase d'exploitation, peu importe la variante de relocalisation retenue, il est recommandé de démanteler le pont Touzel afin d'interrompre la circulation routière dans l'axe actuel de la route 138. Aucune limitation d'un point de vue patrimonial vise à conserver ce pont (intérêt patrimonial classé « moyen »). Malgré que la municipalité pourrait désirer le conserver pour aménager un accès piéton ou cyclable, il n'est pas recommandé de continuer à entretenir cette structure étant donné la vulnérabilité du site face aux aléas côtiers. Ce démantèlement est en effet requis pour éviter tout problème de stabilité que cet ouvrage pourrait subir à court et moyen terme une fois que le corridor sera abandonné et sachant que la maintenance et l'entretien des ouvrages de protection le long de la flèche seront eux aussi abandonnés en phase d'exploitation. Quant à l'accès à la flèche elle-même, nous recommandons que celui-ci devienne uniquement accessible aux piétons et cyclistes en visant une remise en valeur du site pour la pratique de la pêche, l'observation d'oiseaux, cueillette de mollusques et autres activités similaires. Dans cette optique, il est recommandé de retirer le pavage et les glissières en crête et de ne pas mettre en place d'infrastructures additionnelles pour éviter tout dommage ou effort

d'entretien pour la municipalité. Il est donc proposé de tout simplement renaturaliser la crête de la flèche. Celle-ci évoluera au gré des saisons et tempêtes et l'érosion continuera d'être observée ce qui va certes modifier sa configuration à moyen et long terme, sans exclure la possibilité de voir apparaître une brèche dans le futur. À titre d'exemple, la flèche sableuse à l'embouchure de la rivière Pentecôte tout juste au sud-ouest de Port-Cartier présente elle aussi cette même particularité quant à la possibilité de voir apparaître une brèche dans les prochaines années. D'ailleurs, la route 138 dans ce secteur n'emprunte pas la flèche sableuse, mais contourne plutôt celle-ci au nord où les tempêtes maritimes et l'action des vagues n'impactent pas le tronçon routier. En somme, lorsque le nouveau corridor routier de la route 138 sera mis en service (phase d'exploitation) et que les efforts d'entretien des ouvrages existants seront abandonnés, il est proposé d'effectuer des suivis visuels à l'aide de photographies (idéalement par drone) afin de suivre l'évolution morphologique de la flèche de Sheldrake et ainsi documenter l'impact sur le milieu.

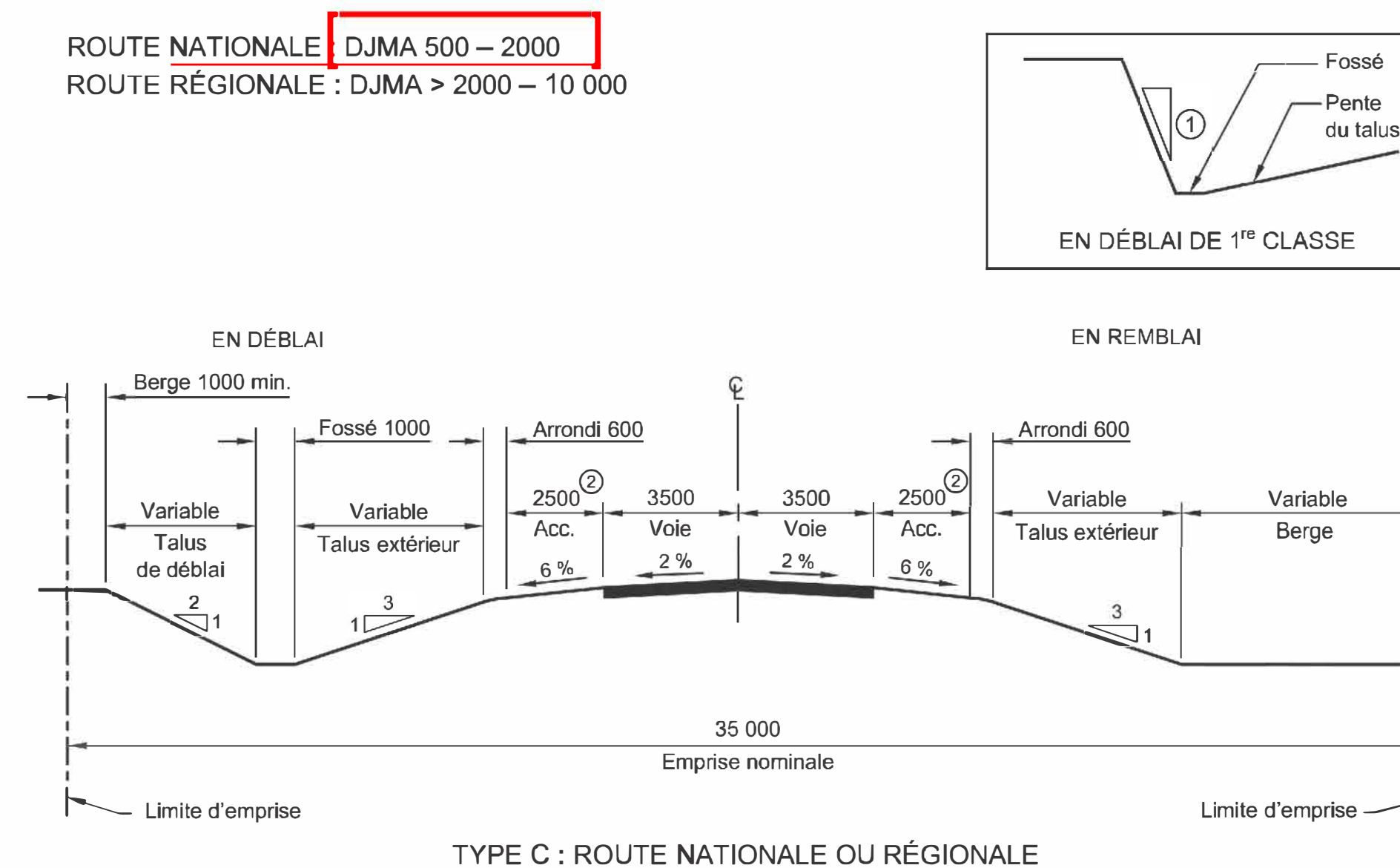
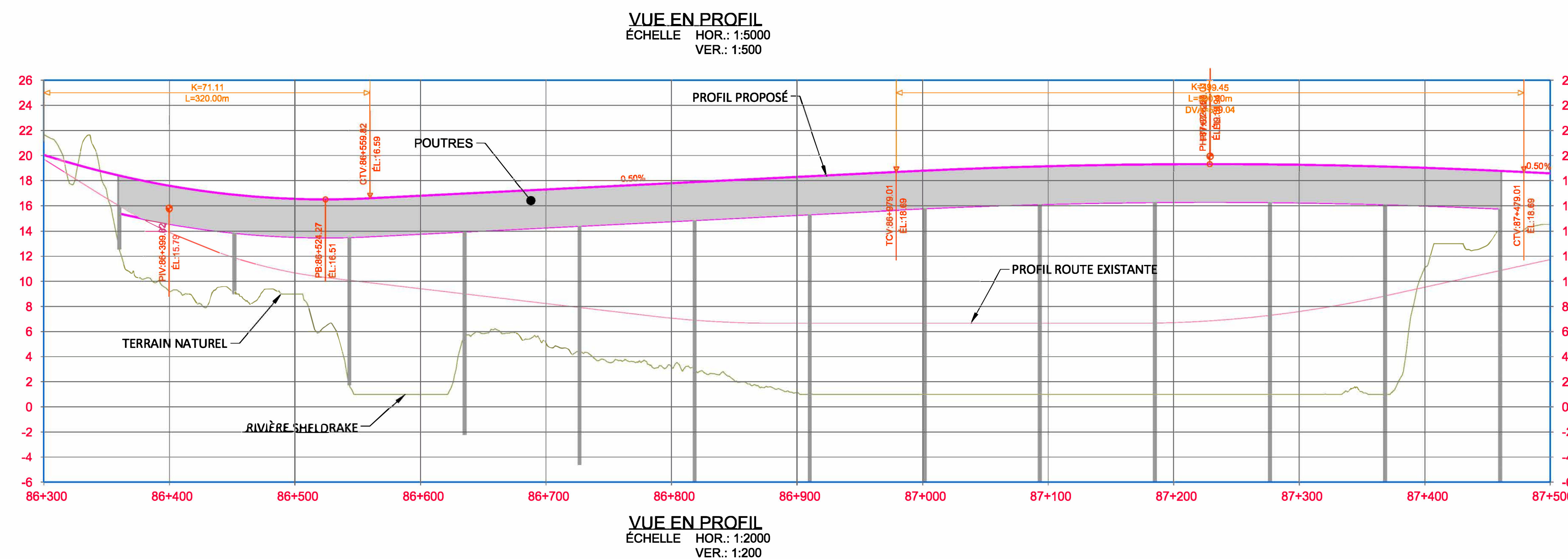
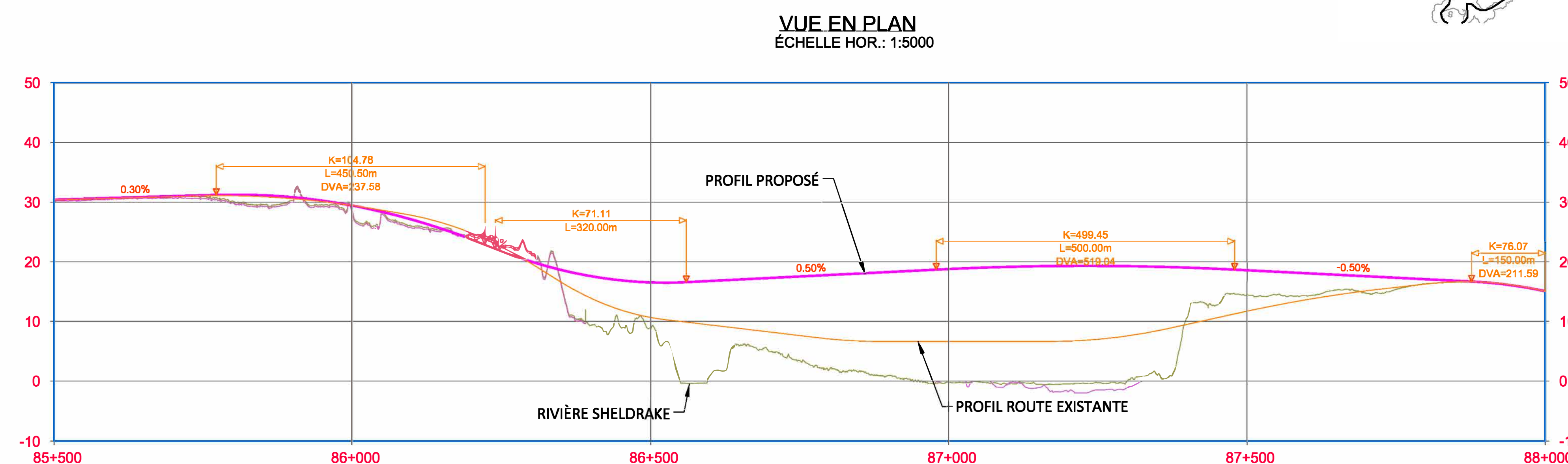
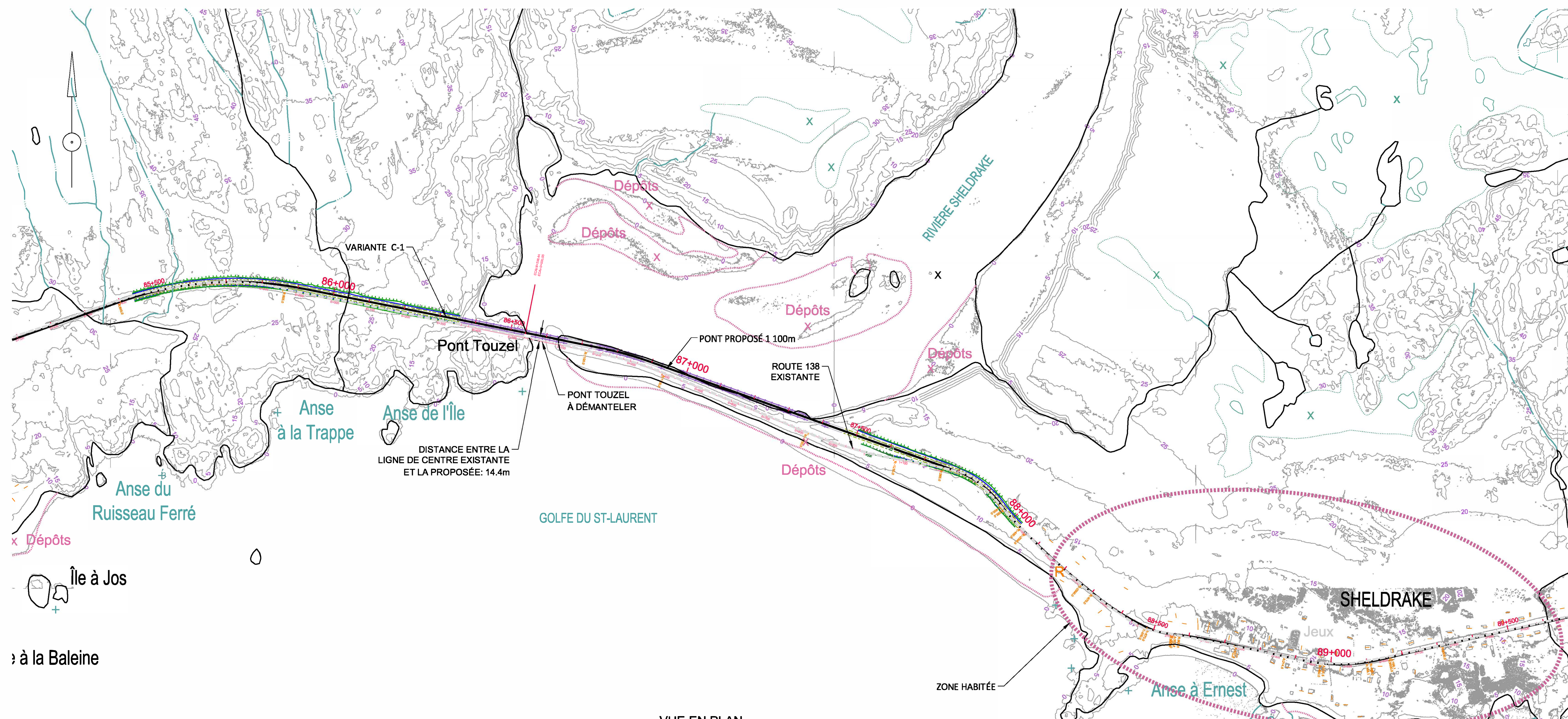
À plus court terme dans l'attente de voir une voie de contournement de l'axe actuel mise en service, il est recommandé de poursuivre les efforts de suivi et d'entretien tels qu'effectués au cours des dernières années. Bien qu'il soit recommandé de relocaliser le tronçon de route actuel avec une certaine urgence vu la vulnérabilité du site et les interventions réalisées les dernières années, la mise en service de la nouvelle voie de contournement pourrait encore prendre quelques années avant de voir le jour. Ainsi, il sera très important de réaliser des suivis fréquents de l'état des ouvrages de protection existants. Pour les prochaines interventions, il est recommandé d'augmenter le calibre de pierres de carapace et de mettre en place tout nouvel enrochement en suivant les règles de l'art (calibre et étalement, clé en enrochement, couches filtres, qualité de la pierre, disposition des pierres, etc.) en plus d'évaluer la possibilité de rehausser la crête à une élévation pouvant aller jusqu'à 1 à 1,5 m au-dessus de l'élévation de la chaussée pour former une barrière contre le débordement par les vagues et débris en période de tempêtes. Malgré qu'il ne soit pas intéressant d'un point de vue financier d'investir largement dans des ouvrages de protection sachant que le corridor actuel sera abandonné, il est requis d'assurer un minimum de protection pour la sécurité des usagers. De plus, il demeure toujours préférable d'éviter tout travaux en urgence pour éviter de déverser des pierres de différents calibres dont la disposition n'est pas adéquate, malgré la protection temporaire visée par ce type d'intervention.

Finalement, en vue de la phase d'ingénierie détaillée pour ce projet, une fois le corridor routier sélectionné (C2 ou C3), les principales activités suivantes devront entre autres être réalisées avant de débiter le processus de conception proprement dit :

- Campagne géotechnique et forages afin de caractériser les conditions de sols et la présence de roc sur l'ensemble du corridor sélectionné, incluant le lit de la rivière pour la conception de piliers du pont;
- Campagne de relevés topographiques (drone caméra-GPS, GPS RTK) et bathymétries, incluant la mesure de niveaux d'eau dans l'axe du pont, incluant la prise de photos et vidéos de la dynamique des glaces à l'aide d'une caméra accessible par télémétrie;
- Étude hydraulique détaillée sur la base des données hydrométriques acquises durant la campagne de relevés, incluant des calculs préliminaires d'affouillement autour des piliers de pont vu la nature de la rivière Sheldrake où la migration des chenaux principaux et secondaires peut être observée en période de crue et durant la débâcle printanière.

ANNEXE

A PLANS D'AVANT-PROJET PRÉLIMINAIRE SOLUTION C (VARIANTES C1, C2 ET C3)



ÉTUDE DE CONCEPT
DATE: 2020-07-

Route		Tronçon		Section	
Réseau		Tronçon		Section	
Feuillet cartographique		Latitude		Longitude	
Municipalité				Code	
Municipalité régionale de comté				Code	
Circonscription électorale				Code	
Centre de services				Code	
Cadastre				Code	
Circonscription foncière				Code	
Description					
				(OQ X)	
				(OQ X)	
				(OQ X)	
				(OQ X)	
				(OQ X)	
				(OQ X)	
AAAA-MM-JJ		Status		(OQ X)	Pie
Mandat		Date d'émission du plan			
 Sceau 					
Vérificateur					
Équipe technique					
Jasmin Beaulieu, tech. Benoît Turgeon, ing. Nicolas Guillemette, ing., M.Sc.					
					
Unité administrative					
Sous-ministériat aux territoires Direction générale de la Côte-Nord Direction des projets					
Titre					
ROUTE DE CONTOURNEMENT SHELDRAKE SOLUTION C (VARIANTE C-1)					
Échelles					
0 0 					
Identification du dossier					
Identification du projet					
Numéro de plan					
Identification de regroupement					

