



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

**Nicolas Guillemette, ing., M.Sc.
Benoit Turgeon, ing.
Julie Malouin, B. Sc. Biologie**

**Réunion WSP-MTQ , 30 Juillet 2020
Présentation finale**

MOMENT SANTÉ & SÉCURITÉ

Moment Santé & Sécurité

Hausse des noyades cet été au Québec

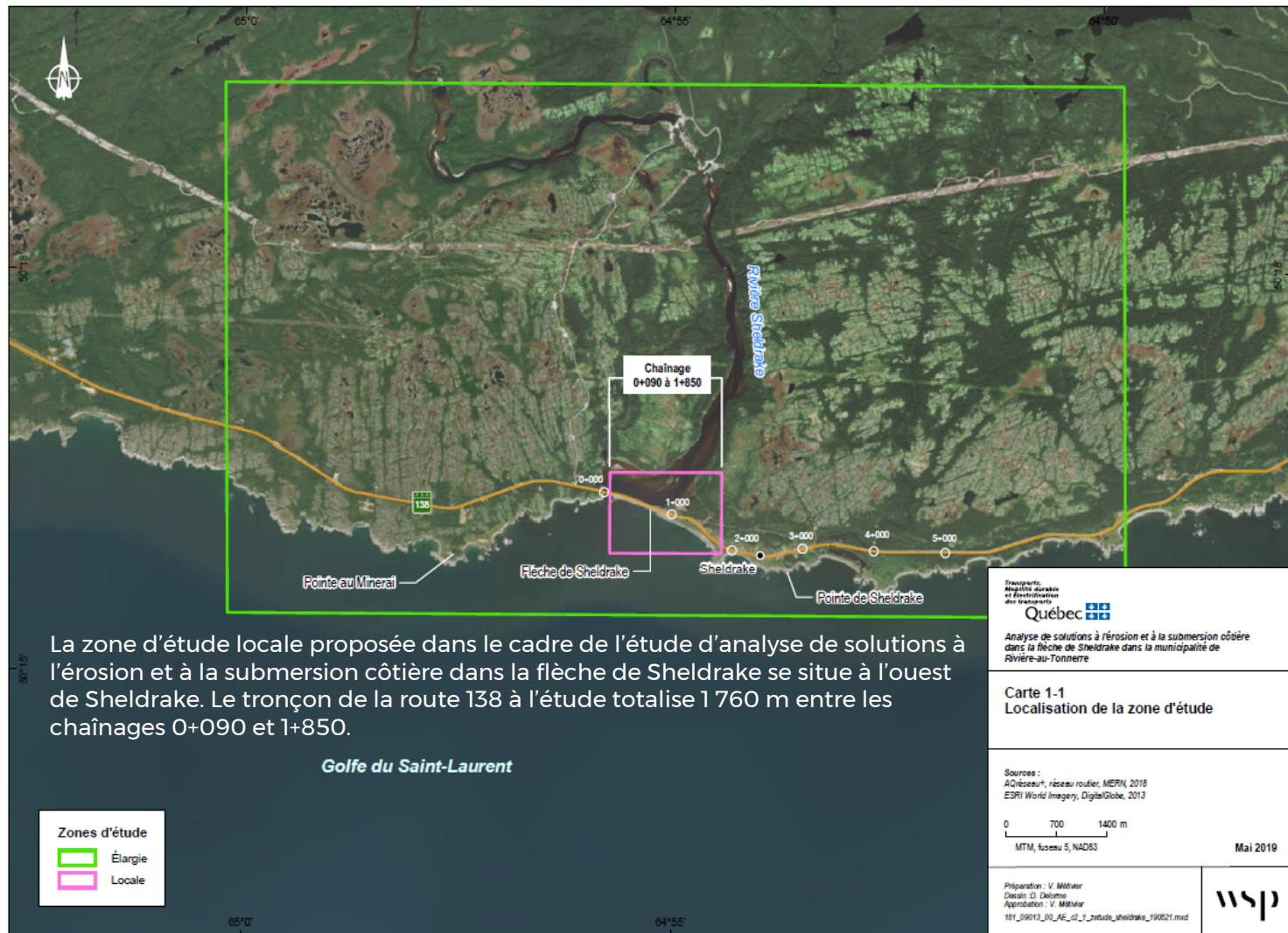


PHOTO ARCHIVES LA PRESSE

En date du 19 juillet, la Société de sauvetage a recensé 52 noyades pour l'année 2020, comparativement à 36 à pareille date en 2019.

LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE

Localisation du site d'étude - Longueur tronçon étude : 1,8 km



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-oéomètre.

Localisation du site d'étude



Localisation du site d'étude



Localisation du site d'étude



Localisation du site d'étude

Septembre 2010



© Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'Université du Québec à Rimouski et ministère de la Sécurité publique

Localisation du site d'étude



Localisation du site d'étude



CONTEXTE

Contexte

- L'élévation de la route 138 est plus basse au niveau du tronçon à l'étude 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 plusieurs occasions que le tronçon de la route 138 qui repose sur la flèche se fasse submerger, incluant la projection de matériaux sur la chaussée dont la taille varie entre le silt et le caillou. Ce tronçon de route demeure donc très exposé à la submersion côtière ce qui menace constamment l'intégrité de la route 138 et la sécurité routière.**
- 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**, malgré 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**
- **Ce tronçon de route a subi divers dommages significatifs au cours des années**, lesquels ont nécessité des **interventions d'urgence et des réparations parfois coûteuses**, sans oublier **l'impact temporaire** qu'ont eu ces travaux sur le maintien du lien routier pour assurer la **sécurité des automobilistes**
- L'enjeu majeur de ce projet sera d'évaluer à la fois la faisabilité pour la mise en place d'ouvrages de protection du littoral, mais aussi **étudier la faisabilité de relocaliser un 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**
- 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**

Objectifs

Le travail consiste à **examiner la problématique d'érosion et de submersion côtière à travers les volets d'hydraulique maritime, de génie routier et d'analyse environnementale** de façon 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.

PROBLÉMATIQUE ACTUELLE ET HISTORIQUE DES INTERVENTIONS SUR LE MILIEU CÔTIER

Problématique actuelle

- **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** 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. 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 (~15 m). La pente de plage relativement forte témoigne en effet d'un **environnement très dynamique où l'énergie des vagues est significative**
- **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**

Problématique actuelle

- 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**
- **Un évènement de tempête significatif qui pourrait survenir en 2020 ou à très court terme (< 5 ans) présente un risque élevé pour la sécurité routière en raison du niveau de submersion observée et de la capacité érosive du secteur. Il existe un danger imminent en 2020 pour le tronçon de la R-138 reposant sur la flèche de Sheldrake.**

Problématique actuelle

Le calibre d'enrochement en place (~1 100-1 300 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] 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

Historique des interventions

Enrochement initial projet d'amélioration (ch. 1+998 à 2+090)

- Date : 2006 et 2009
- Numéro d'identification du projet / technique : 154920673 / 138-11-015
- Coûts approximatifs
 - 2006 = [REDACTED]
 - 2009 = [REDACTED]



Figure 2-3. Enrochement mis en place devant la poissonnerie en 2006 (ch. 1+998 à 2+090)

Historique des interventions

Réfection temporaire de l'enrochement – projet de conservation de la chaussée (ch. 0+140 à 1+000)

- Date : 2011-2012
- Réalisée par : MTQ
- Numéro d'identification du projet / technique : 154-11-0252 / 138-11-015
- Coût approximatif : [REDACTED] ([REDACTED] selon M. Jean-Victor Blais)



Figure 2-4. État de l'enrochement avant les travaux en juin 2011 (ch. 0+800)



Figure 2-5. État de l'enrochement après les travaux en août 2012 (ch. 0+600 à 0+900)

Historique des interventions

Intervention d'urgence (ch. 0+440 à 0+500)

- Date : novembre 2016
- Réalisée par : MTQ
- Coût approximatif : [REDACTED] (selon M. Jean-Victor Blais)



Figure 2-6. État de l'enrochement suite à la fin des travaux vers la fin novembre 2016 (ch. approx. 0+440 à 0+500)

Historique des interventions

Intervention d'urgence – projet de conservation de la chaussée (ch. 0+390 à 4+490)

- Date : Fin décembre 2016 et janvier 2017
- Réalisée par : MTQ
- Numéro d'identification du projet / technique : 154160877 / 138-11-015
- Coûts approximatifs
 - 2016 = [REDACTED]
 - 2017 = [REDACTED]



Figure 2-8. Dommages causés par les tempêtes du 30 décembre 2016 (ch. approx. 0+440 à 0+500)



Figure 2-7. Dommages causés par les tempêtes du 30 décembre 2016

Historique des interventions



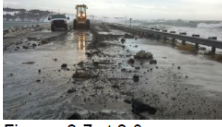
Figure 2-34. Débordement côtier induit par le franchissement des vagues (submersion côtière) – tempête du 13 novembre 2016

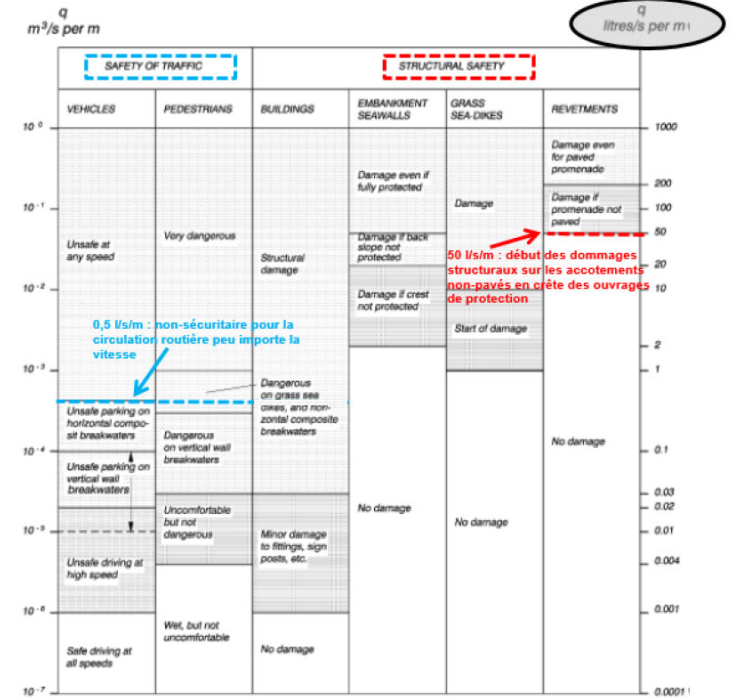
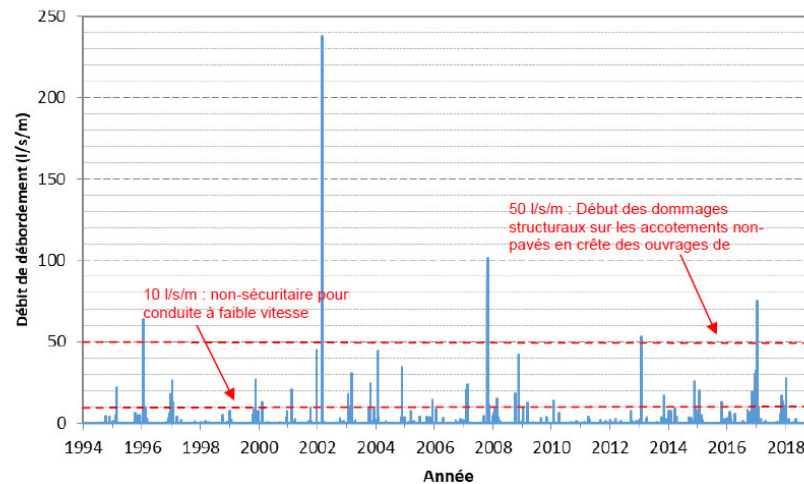
Historique des interventions



Figure 2-9. Tempête du 11 janvier 2017 – débordement significatif sur la chaussée et au niveau du pont Touzel

Historique des interventions – débits de débordement

DATE	DÉBIT DE DÉBOREMENT MAXIMAL (l/s/m)	NIVEAU D'EAU (m, NMM)	HAUTEUR DES VAGUES AU PIED DE L'ENROCHEMENT (m)	PHOTOS ET DOMMAGES
13 novembre 2016	3	1,4	2,7	
30 décembre 2016	32	3,0	2,6	 Figures 2-7 et 2-8
11 janvier 2017	74	2,5	3,3	



DÉBIT DE DÉBOREMENT MAXIMUM RECOMMANDÉ UK^1 , q [l/m/s] EU^2 , q [l/m/s]

Piétons (sécurité publique)		
Non sécuritaire pour piétons non avisés	$0,03 < q$	$0,3 < q < 0,6$
Non sécuritaire pour piétons avisés	$0,03 < q < 0,1$	$10 < q < 20$
Non sécuritaire pour personnel expérimenté	$1 < q < 10$	$20 < q$
Véhicules (sécurité routière)		
Non sécuritaire pour conduite à vitesse élevée ou modérée	$0,01 < q < 0,05$	Critère de débris
Non sécuritaire pour conduite à vitesse faible	$10 < q < 50$	$10 < q < 75$
Revêtement (sécurité structurale)		
Aucun dommage	$50 > q$	0.1
Dommage aux promenades/accotements non pavés	$50 < q < 200$	$5 < q < 10$
Dommage aux promenades/accotements pavés	$200 < q$	Aucune donnée

- 1 interprété de Allsop et al., 2008
- 2 interprété de Eurotop 2018

État des enrochements du côté nord (rivière)



État des enrochements du côté nord (rivière)



ANALYSE DE SOLUTIONS

Analyse de solutions – rencontre du 5 septembre 2019

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

Au cours de cette rencontre, 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 présentés précédemment, ainsi qu'en confrontant différents critères techniques et environnementaux spécifiques au site d'étude**

À la suite de cette rencontre, il a été décidé de commun accord de **prioriser uniquement le développement de solutions visant la relocalisation de la route (SOLUTION C) plus au nord à l'opposé de prioriser des solutions de protection côtière (SOLUTIONS A et B)** en conservant le tronçon routier dans son axe actuel

- **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

Analyses de solutions – exclusion des solutions de protection côtière

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 »**

Analyses de solutions - exclusion des solutions de protection côtière

- 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**

Analyses de solutions – solutions retenues

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 <u>Touzel</u> 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 <u>Touzel</u> 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 <u>Touzel</u> démantelé (retenue)	OUI	OUI

Malgré les nombreux enjeux et désavantages associés au développement de solutions de protection côtière (Solutions A et B) pour la flèche de Sheldrake, **il a été convenu avec le MTQ lors de la rencontre du 5 septembre, d'uniquement conserver ces deux solutions de protection côtière pour fins de comparaison avec la solution de relocalisation retenue (variantes C1, C2 et C3).** Ainsi, **les solutions A et B ont uniquement été conservées pour la réalisation de 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.

Analyses de solutions – critères de conception

GÉNIE ROUTIER ET OUVRAGE D'ART

- Route nationale – DJMA 500-2000
- Vitesse de conception 100 km/h

Selon les normes du MTQ, ces critères nous ont permis de fixer les paramètres suivants :

- Largeur de voie – 3,5 m avec accotements de 2,5 m
- Une emprise nominale de 30 à 35 m
- La géométrie des fossés
- Rayon de courbure horizontale minimum 600 m
- Pente maximale utilisée : 5,0 %
- Facteur « K » courbe convexe: 74
- Facteur « K » courbe concave : 49

Pour la conception de l'ouvrage d'art, les critères suivants ont été considérés :

- Hydraulique du cours d'eau
- Topographie des berges
- Bathymétrie
- Géotechnique (couches de surface, visite terrain)

Analyses de solutions – critères de conception

GÉNIE ROUTIER ET OUVRAGE D'ART

- **L'aspect géotechnique** a été analysé sur la base des couches de surface (WSP, 2019), des photos aériennes haute-résolution, ainsi que sur la base d'une évaluation visuelle lors d'une visite terrain réalisée à l'aide d'une embarcation les 28 et 29 octobre 2019. **Aucun forage ou investigation plus détaillée n'ont été réalisés à cette étape du projet.**
- Pour les autres critères en lien avec la conception du pont, ils ont été relevés de façon visuelle durant la visite terrain d'octobre 2019, ainsi que tirés du rapport de description du milieu (WSP, 2019). En raison de la largeur du cours d'eau à traverser et du désir de minimiser les impacts sur l'environnement, **le nombre d'appuis du pont devra être minimisé et localisé en dehors des zones sensibles. Ce critère mérite donc de considérer de longues portées dans le processus de conception.**
- Pour notre analyse, bien que la largeur de la rivière Sheldrake est supérieure à 100 m, **un ouvrage de type conventionnel a été retenu.** Les ponts de grande envergure de type à hauban, suspendus et autres types de structures sont des ouvrages complexes et coûteux qui peuvent être évités dans notre situation. Sur cette base, si l'on considère que les plus grandes portées auront 90 m, **il est proposé de concevoir un pont de type poutres d'acier avec dalle de béton armé.** Ce type de structure **permet la préfabrication de certains éléments structuraux**, ce qui est à considérer d'un point de vue logistique de construction.

Analyses de solutions – critères de conception

ENVIRONNEMENT (BIOLOGIQUE)

- La rivière Sheldrake est identifiée comme une **rivière qui supporte une petite population de saumon atlantique**, ce qui représente un élément sensible au sein de la zone d'étude élargie. De ce fait, la solution retenue devra **minimiser les impacts sur la montaison, la fraie et l'habitat de l'espèce**. En somme, si la franchissabilité du tronçon aval est assurée dans le cadre des travaux, les impacts sur le saumon seront nettement restreints.
- Durant les travaux, il sera important de **minimiser le bruit subaquatique et la génération de MES (matières en suspension)** à l'aide de mesures de contrôle
- En ce qui a trait à la présence de milieux humides et hydriques, **la solution retenue devra tenir compte des empiètements susceptibles d'être induits dans ces milieux**. Le *Règlement relatif à l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* de certains projets établit le déclencheur à 5 000 m² d'empiètement dans un milieu hydrique
- Une compensation pourrait également être exigée en vertu du *Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques*. Dans le cas d'une infrastructure routière réalisée par le MTQ, **la compensation financière pourrait être remplacée par des travaux de restauration ou de création de milieux humides ou hydriques**.

Analyses de solutions – critères de conception

ENVIRONNEMENT (BIOLOGIQUE)

- Le littoral maritime de la zone d'étude comporte également une **zone de fraie du capelan**, à l'est de l'embouchure de la rivière Shelldrake. **La solution retenue et la conception devront ainsi tenir compte de cette fonction** et idéalement en assurer la pérennité
- L'ensemble des milieux aquatiques de la rivière Shelldrake et du golfe du Saint-Laurent sont considérés comme habitat du poisson en vertu de la *Loi sur les pêches*. Advenant une atteinte à ces milieux, **une compensation pour l'habitat du poisson pourrait aussi être exigée par le ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO)**
- La zone d'étude constitue également un **habitat important pour la faune aviaire, notamment pour les oiseaux aquatiques**. Elle comporte d'ailleurs trois aires de concentration des oiseaux aquatiques (ACOA) en raison de son utilisation intensive par les oies, les bernaches et les canards en périodes migratoires. **Le maintien de l'intégrité des conditions de ces habitats doit être pris en compte dans le choix de la solution et la conception.**

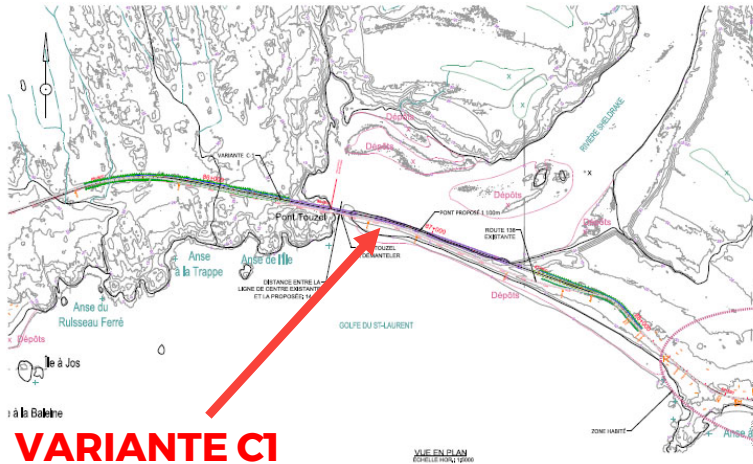
Analyses de solutions – critères de conception

ENVIRONNEMENT (HUMAIN)

- La route 138 traverse actuellement le village de Sheldrake. Ce secteur de la municipalité de Rivière-au-Tonnerre est, somme toute, isolé en raison de sa situation géographique. **Le déplacement potentiel de la route 138 à l'extérieur du village de Sheldrake risque d'accentuer cet isolement et constitue un enjeu important pour la population du secteur.** Le contournement et les raccordements doivent donc tenir compte de cet aspect.
- Il est aussi important de considérer **l'existence d'un projet de réaménagement de la rampe de mise à l'eau**, donnant accès à l'embouchure de la rivière Sheldrake dans la conception de la solution retenue. En effet, une étude d'impact portant sur ce projet a été déposée en 2018. Il sera nécessaire de **porter une attention particulière à cet élément**, afin de ne pas nuire à la mise en place de la nouvelle rampe de mise à l'eau.
- La route 138 est également une **route panoramique** employée par plusieurs utilisateurs (résidents du village, usagers des sentiers de motoneige, touristes, chasseurs, pêcheurs, villégiateurs, etc.). La préservation du **paysage constitue donc un enjeu supplémentaire, notamment en ce qui a trait au tourisme dans la région.**
- Finalement, **le pont Touzel**, localisé à l'intérieur du tronçon routier à l'étude, revêt une importance particulière en raison de son **architecture peu commune** (pont à tablier inférieur à arc avec poutre de type Langer). Sans revêtir un **caractère patrimonial reconnu par la Loi**, la rareté architecturale de ce type de pont lui confère néanmoins un intérêt **patrimonial classé « moyen »**

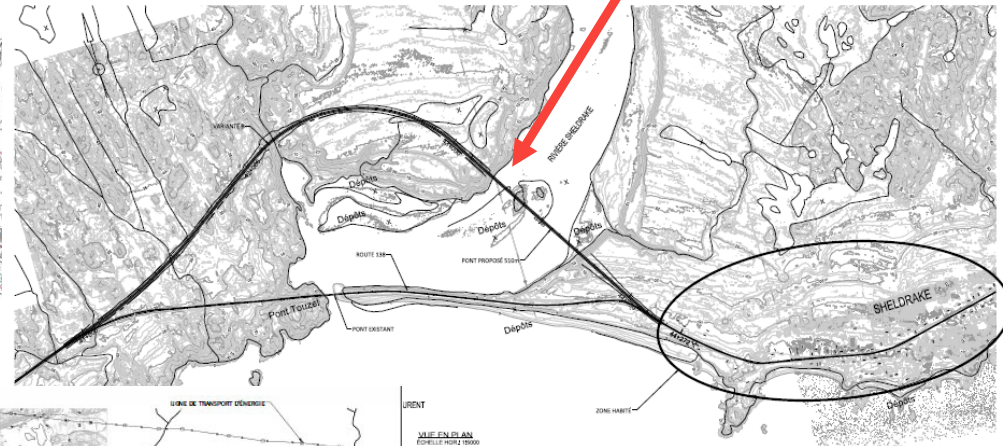
DÉVELOPEMENT DE LA SOLUTION C (C1, C2 ET C3)

Solution C – Variantes C1, C2 et C3



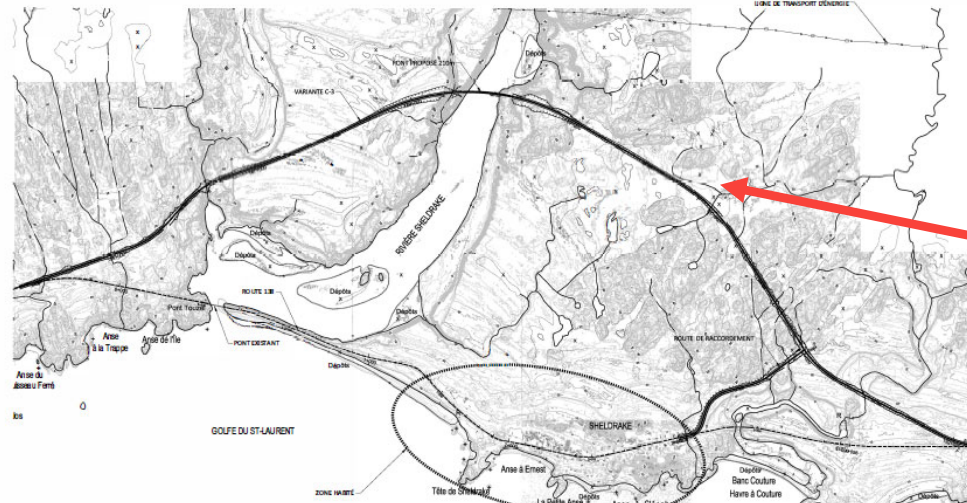
VARIANTE C1

- Axe tout juste au nord de la R-138 actuel
- Pont 1 100 m



VARIANTE C2

- Contournement amont
- Route de 2,7 km
- Pont de 520 m

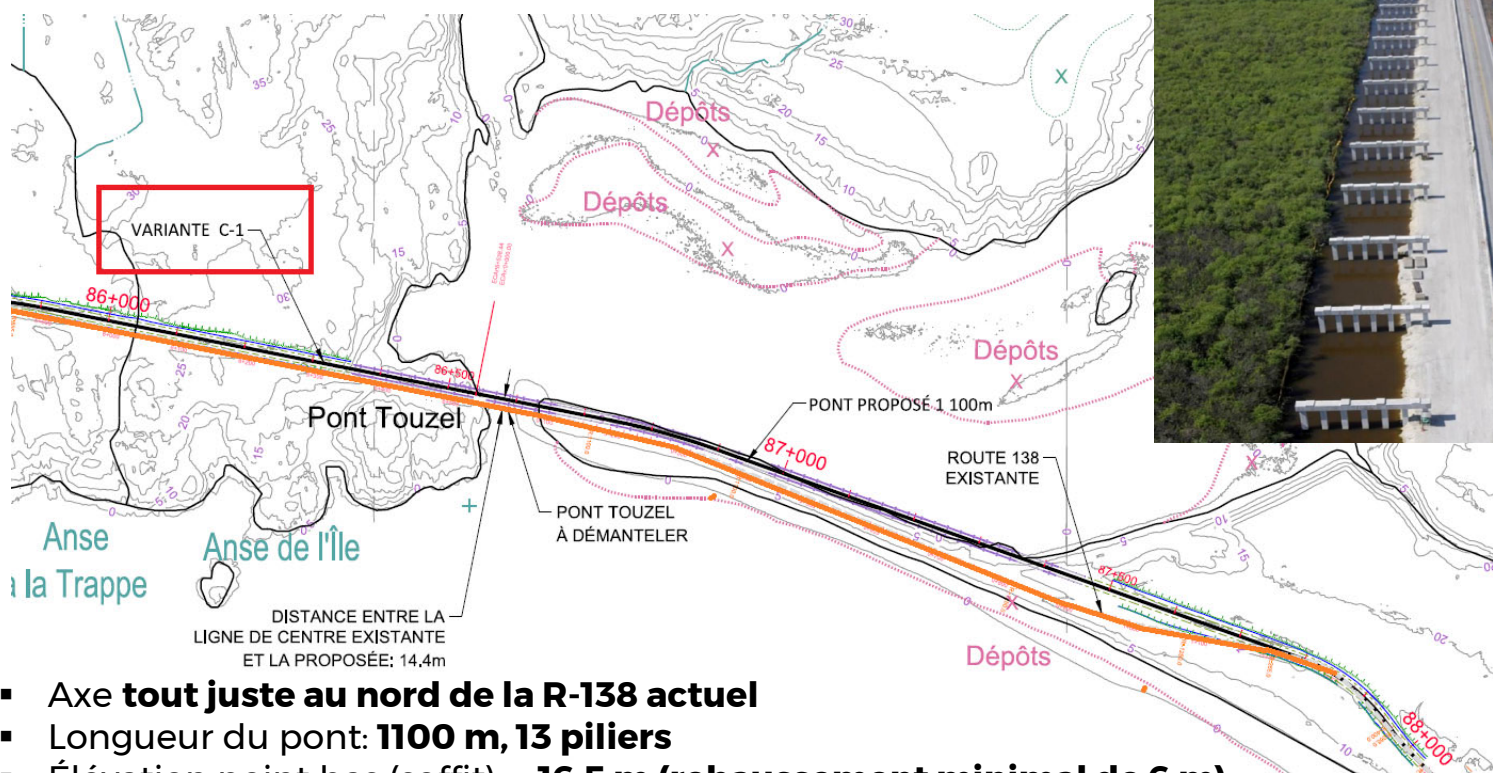


VARIANTE C3

- Contournement amont
- Route de 6,6 km
- Pont de 210 m

VARIANTE C1

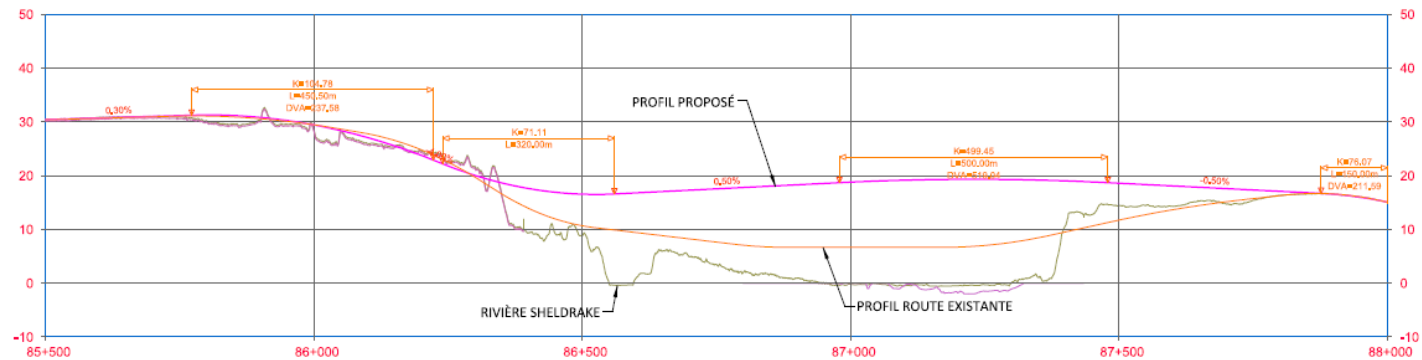
Solution C - Variante C1



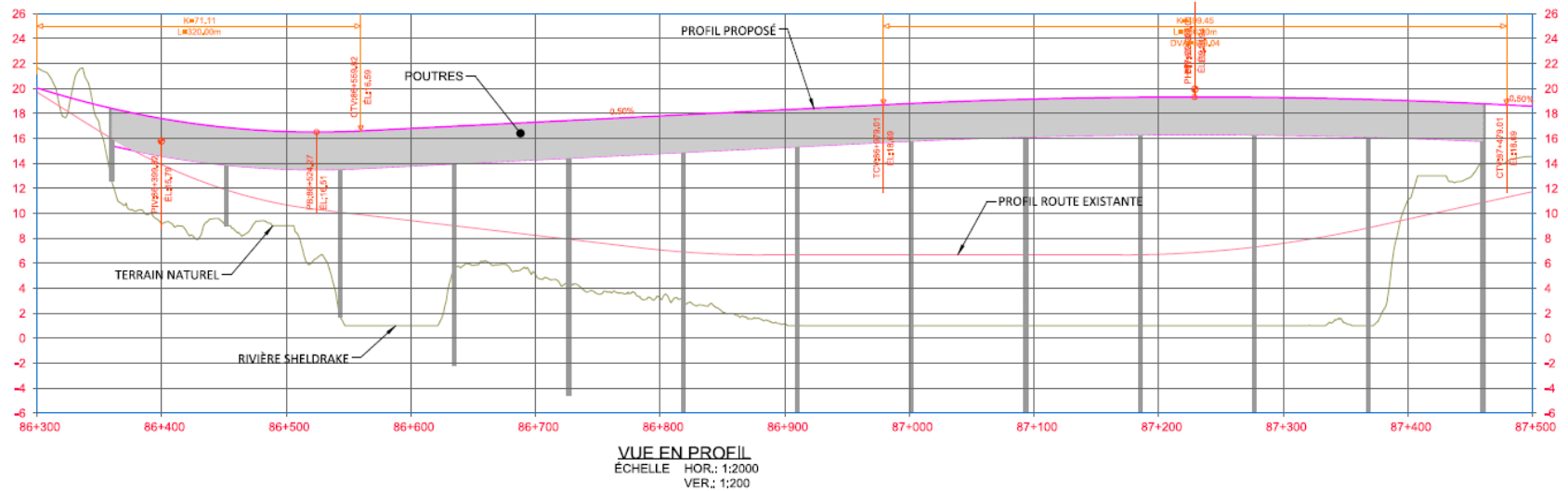
- Axe **tout juste au nord de la R-138 actuel**
- Longueur du pont: **1100 m, 13 piliers**
- Élévation point bas (soffit): **~ 16,5 m (rehaussement minimal de 6 m)**
- Élévation point haut : **~ 19,5 m**
- Pente: **0,5 %**
- Vitesses écoulement: **1,8 à 2,5 m/s (côté nord) et 3 à 4 m/s sous pont Touzel**
- Épaisseur maximale glace : **~ 1 à 1,5 m**
- **Structure indépendante de la flèche de sable pour la conception des piliers**
- **Conserve Pont Touzel durant les travaux (circulation) et on le démantèle post-construction. Son rehaussement et déplacement s'avère complexe et couteux, aucun avantage de le conserver.**

Solution C - Variante C1

VUE EN PLAN
ÉCHELLE HOR.: 1:5000

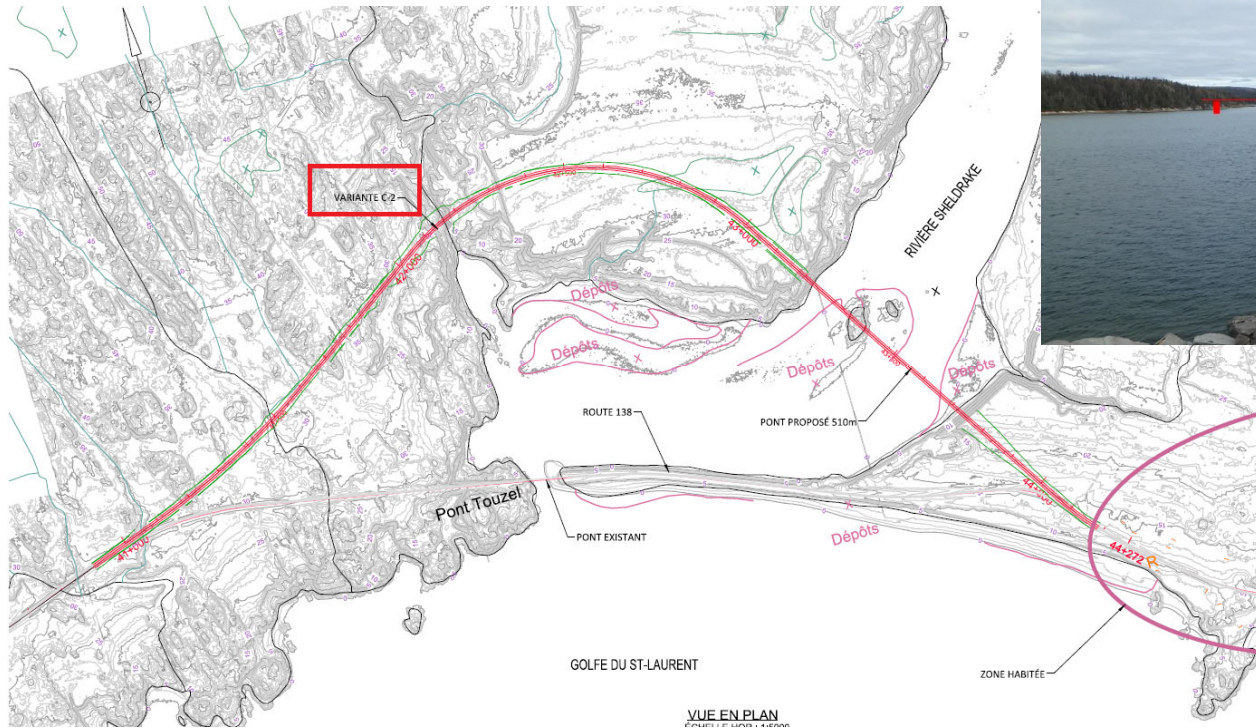


VUE EN PROFIL
ÉCHELLE HOR.: 1:5000
VER.: 1:500



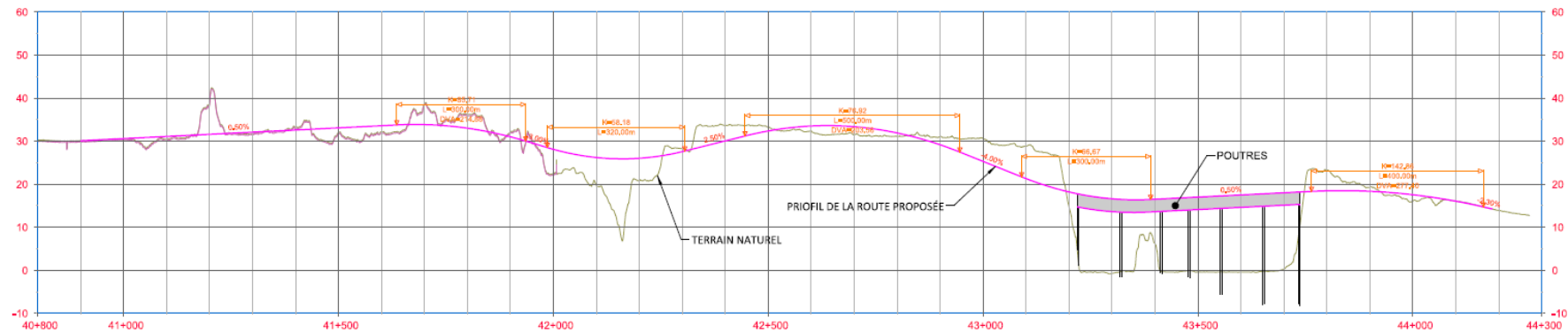
VARIANTE C2

Solution C – Variante C2

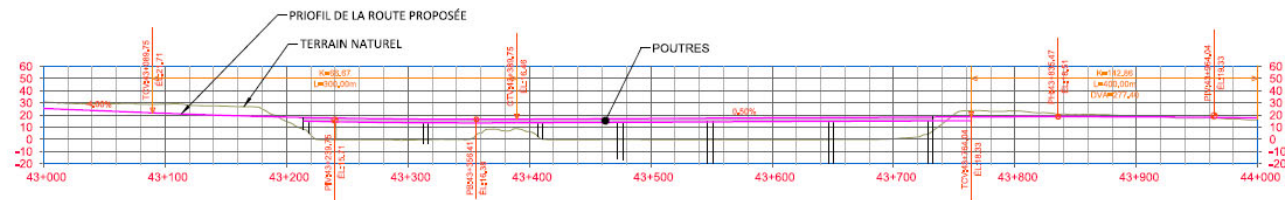


- Contournement en amont en passant par affleurement rocheux (île): **route de 2,7 km**
- Longueur du pont: **520 m, 7 piliers**
- Élévation point bas (soffit): **~ 13 m**
- Vitesses écoulement: **1,5 à 2,5 m/s**
- Épaisseur maximale glace : **~ 1 à 1,5 m**
- **Assises du pont au roc du côté Ouest de l'île et sur pieux du côté Est**
- **Empiètement plus significatif dans le cours d'eau comparativement à C1 et C3**

Solution C - Variante C2



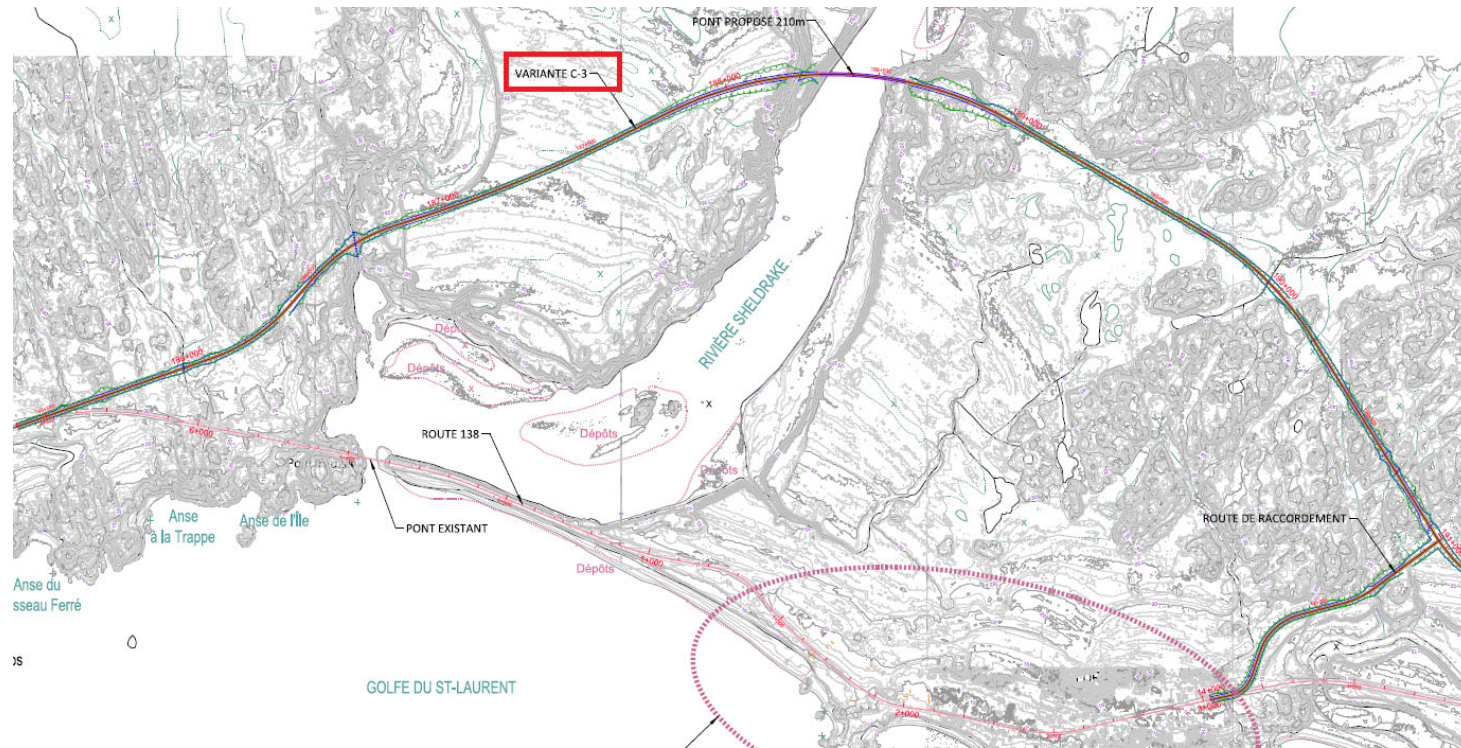
VUE EN PROFIL
ÉCHELLE HOR.: 1:5000
VER.: 1:500



VUE EN PROFIL
ÉCHELLE HOR.: 1:2000
VER.: 1:2000

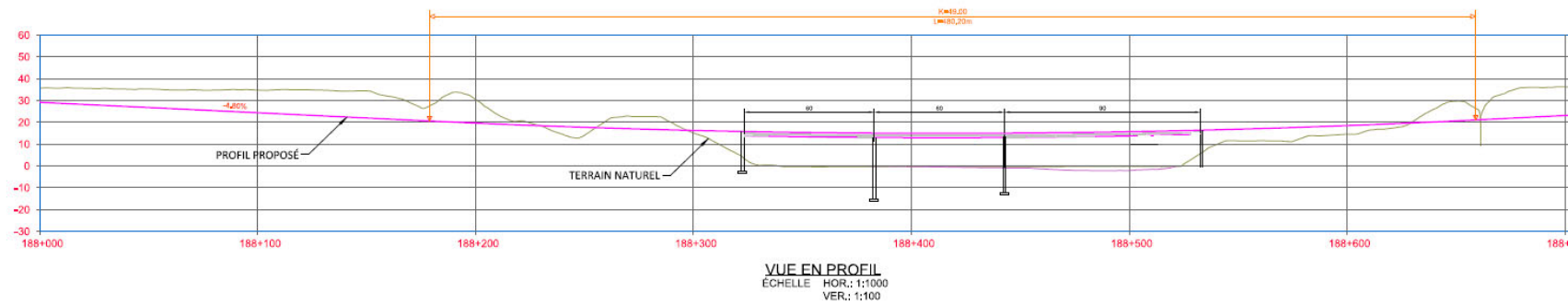
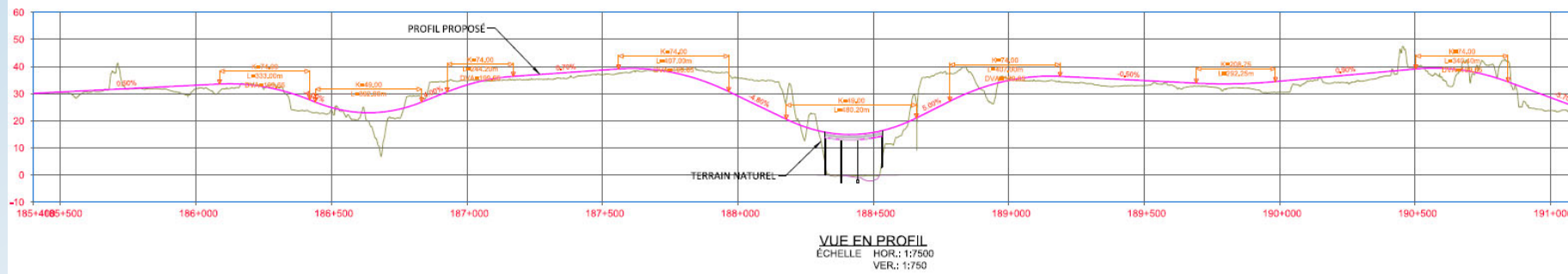
VARIANTE C3

Solution C – Variante C3



- Contournement amont : **route de 6,6 km**
- Longueur du pont: **210 m, 4 piliers**
- Élévation point bas (soffit): **~ 13 m**
- Vitesses écoulement: **2,5 à 3,5 m/s**
- Épaisseur maximale glace : **~ 1 à 1,5 m**
- **Le village de Sheldrake serait contourné du côté Est** par le nord
- **Le raccordement à la route 138** se fait à l'est du village pour permettre de **traverser la rivière Couture à un endroit étroit pour éviter la construction d'un pont**
- **Route de raccordement de 1 km**

Solution C - Variante C3



ENJEUX DE CONSTRUCTION

PRINCIPAUX ENJEUX DE CONSTRUCTION

- Les empiètements temporaires causés par l'aménagement de jetées comme aire de travail (**Variantes C1, C2 et C3**);
- Le bruit subaquatique pendant la construction et l'enfoncement de pieux (enjeu pour la montaison du saumon et les mammifères marins) (**Variantes C1, C2 et C3**);
- La gestion de l'eau et des matières en suspension considérant la proximité avec la rivière et le golfe Saint-Laurent (**Variantes C1, C2 et C3**);
- La gestion de la circulation en alternance (**Variante C1**);
- La gestion de l'accès à la rampe de mise à l'eau en rive est (**Variante C1**).
- Le bruit, le camionnage et les poussières durant la construction de la route collectrice à proximité du village (**Variante C3**).

COÛTS DE CONSTRUCTION

(estimation préliminaire)

SOMMAIRE DES IMPACTS

SOMMAIRE DES IMPACTS

Variante C1

- La **variante C1** constitue la solution nécessitant **le moins d'intervention 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 (Annexe A)**
- L'essentiel des impacts anticipés découlera donc de la mise en place de piliers au sein du milieu. **L'enfoncement de ces derniers contribuera à l'émission de bruit et de MES 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**
- **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, 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**

SOMMAIRE DES IMPACTS

Variante C2

- 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 dénudés 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**
- 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.**
- Les 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
- À priori, **aucun empiètement sur des bancs coquillers 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**

SOMMAIRE DES IMPACTS

Variante C3

- 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
- 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)**
- 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**
- **Les 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
- 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**

SOMMAIRE DES IMPACTS

Variantes C1, C2 et C3

- 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.**

ANALYSE MULTICRITÈRE

ANALYSE MULTICRITÈRE

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

ANALYSE MULTICRITÈRE

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)

ANALYSE MULTICRITÈRE

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)
COÛTS DES TRAVAUX			
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.	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.

ANALYSE MULTICRITÈRE

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)
COÛTS DES TRAVAUX			
CRITÈRES SOCIOÉCONOMIQUES			
Dérangement de la circulation durant les travaux	Modéré 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 voyage 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 devrait 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.

RECOMMENDATIONS

RECOMMANDATIONS

- **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**
- **Fixer et durcir le littoral (Solutions A et B)** dans un milieu aussi énergétique 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.** Ceci nécessiterait le **rehaussement du Pont Touzel et de la R-138 existante en plus d'une protection de remblai routier, soit des coûts estimés allant de [REDACTED] pour une solution jugée non-définitive**
- Enfin, **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**

RECOMMANDATIONS

- 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
- 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 en raison de la **remontée des vagues et du débordement qui demeure difficile à évaluer post-construction**

RECOMMANDATIONS

- **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 perçue 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 dans le lit du cours d'eau

RECOMMANDATIONS

- 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
- **L'empiètement dans les milieux humides est quelque peu plus important selon la variante C3** comparativement au corridor proposé pour la variante C2
- 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 conserver le Pont Touzel** 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**. 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

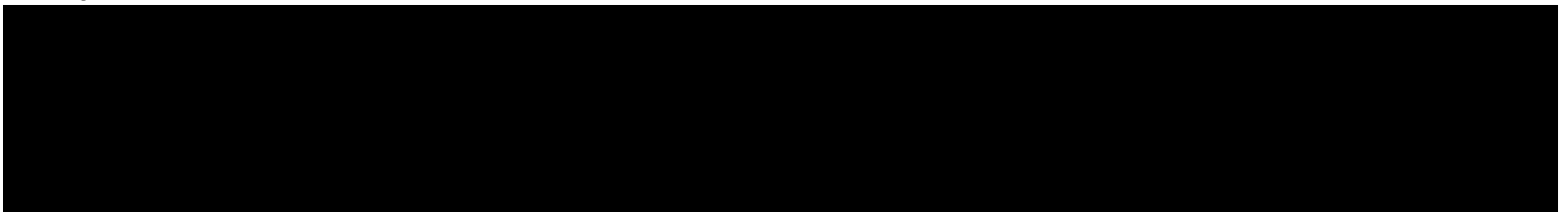
RECOMMANDATIONS

- Il est 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**
- Lorsque le **nouveau corridor routier de la route 138 sera mise 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**
- **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**
- 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) et ainsi éviter tout travaux d'urgence

RECOMMANDATIONS

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 bathymétriques, 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



QUESTIONS ?