



Avis technique

Projet de réhabilitation de deux frayères à capelan Embouchures des estuaires des rivières Moisie et Sainte-Marguerite, Sept-Îles, Québec



Préparé par : Comité ZIP Côte-Nord du Golfe
406, avenue Arnaud, Sept-Îles (Québec) G4R 3A9

Janvier 2018

Avec la collaboration de :

Comité ZIP Côte-Nord du Golfe

Sarah-Émilie Hébert-Marcoux

M.E.I., directrice générale, révision

Félix Gagnon

biologiste, M. ATDR. chargé de projets,
terrain, analyse et rédaction

Terraformex Canada inc.

Nicolas Roy

Géologue-géomorphologue, M.Sc.A.,
terrain, analyse et rédaction

Signatures :

Nicolas Roy, géol., M.Sc.A.
Responsable de l'étude

Félix Gagnon, biologiste, M. ATDR
Chargé de projet



Pour citation : Terraformex et Comité ZIP Côte-Nord du Golfe. 2019. *Avis technique - Projet de réhabilitation de deux frayères à capelan - Embouchures des estuaires des rivières Moisie et Sainte-Marguerite, Sept-Îles, Québec. Avis réalisé dans le cadre du Fond de restauration de l'habitat de Pêches et Océans Canada.* 18 pages + 1 annexe.

Table des matières

1.	Introduction et objectifs du projet	1
2.	Contexte de l’avis, mandat et échéanciers.....	1
3.	Restauration des frayères.....	2
3,1	Moisie.....	3
3.1.1	Contexte géomorphologique.....	3
3.1.2	Marées, vagues et courants au site d’étude.....	3
3.1.3	Contexte historique de l’envrochement	4
3.1.4	Caractérisation terrain 2018.....	5
3.1.5	Options de réaménagement favorable à la fraie du capelan	8
3.1.6	Recommandation	8
3.2	Val Marguerite	8
3.2.1	Contexte géomorphologique.....	8
3.2.2	Marées, vagues et courants au site d’étude.....	9
3.2.3	Contexte historique des envrochements.....	10
3.2.4	Caractérisation terrain 2018.....	11
3.2.5	Options de réaménagement favorable à la fraie du capelan	15
3.2.6	Impacts appréhendés et recommandations.....	15
4.	Références	18

Liste des figures

Figure 1. Comparaison de photos de terrain prises au même endroit. Printemps-été-automne.....	5
Figure 2. Profil de plage le 24 octobre 2018.....	6
Figure 3. Comparaison de photos prises au même endroit - Printemps automne 2018....	11
Figure 4. Profil de plage no 2 à la position 0 +140 le 25 octobre 2018, site de Val Marguerite.....	12
Figure 5. Comparaison Pile de grosses et pile de petites roches.	12
Figure 6. Exemple d'un système d'épis et de recharge naturelle de plages au lac Saint-Jean. Ici l'apport de sable provient notamment de rivières.....	17
Figure 7. Brise-lames et enrochement au lac Saint-Jean ¹ . Notez l'effet de rétention du sable sur la plage par les brise-lames.	17

Liste des tableaux

Tableau 1. Tableau des marées adaptées aux sites de Sept-Îles et de Rivière-au-Tonnerre (Service hydrographique du Canada - SHC) et interpolées pour Moisie.....	4
Tableau 2. Tableau des marées aux sites de Sept-Îles et de Port-Cartier (Service hydrographique du Canada - SHC) et interpolées pour Val Marguerite.	9
Tableau 3. Estimation des volumes et du tonnage de pierres des enrochements écroulés.	14

Liste des cartes

Carte 1. Évolution récente de la flèche littorale.....	7
Carte 2. Dynamique côtière observée à Val Marguerite.....	9
Carte 3. Évolution des enrochements de 2010 à 2018, Val Marguerite.	13

Liste des annexes

Annexe 1. Plan de stabilisation et photos de la berge du 247, ch. des Campeurs.	19
--	----

1. Introduction et objectifs du projet

Le capelan est une espèce fourragère d'une valeur écologique indéniable pour l'écosystème du Saint-Laurent. Il est une proie très importante pour de nombreuses espèces de poissons, d'oiseaux et de mammifères marins, dont le béluga, une espèce en voie de disparition. Le capelan demeure toutefois un poisson à propos duquel nos connaissances sont limitées. Les données d'observation de la fraie du Réseau des observateurs du capelan (ROC) et les suivis pilotés par Pêches et Océans Canada (MPO) nous donnent un portrait encore parcellaire de l'état des populations du golfe, alors que ses habitats de reproduction sont soumis à des perturbations d'origine naturelle et anthropique. Ces problématiques sont bien présentes sur la côte nord du golfe du Saint-Laurent, mais encore peu caractérisée.

Les projets présentés dans cet avis ont pour objectif l'amélioration des connaissances sur les aires de reproduction du capelan et la restauration d'habitats perturbés afin de favoriser la reproduction de l'espèce et la croissance des juvéniles.

Les démarches entreprises ont permis de sélectionner les sites les plus propices à la restauration de l'habitat du capelan dans le but de faciliter leur reproduction et la croissance des juvéniles. Plus tard, le projet visera, entre 2019 et 2022, à réhabiliter entre 3 et 4 habitats dégradés visant l'amélioration et l'augmentation des aires de reproduction et/ou de croissance. À terme, le projet permettra de redonner au capelan des secteurs de côte critiques pour sa reproduction et sa survie.

Dépendant de la portée des travaux, d'autres espèces utilisant ces habitats pourraient directement bénéficier de ce projet. Par exemple, celles qui fréquentent le littoral pour y vivre, se reposer, se reproduire ou s'alimenter : mollusques, crustacés, limicoles, phoques et autres mammifères, ainsi que des prédateurs qui sont attirés par la présence de ces nombreuses proies.

2. Contexte de l'avis, mandat et échéanciers

Le Comité ZIP du Golfe a réalisé une entente avec le MPO dans le cadre du Fonds de restauration côtière pour un mandat d'une durée de cinq ans. Les 6 grandes étapes du projet sont les suivantes :

1. Parfaire les connaissances relatives aux aires de reproduction du capelan sur la rive nord du golfe du Saint-Laurent (été 2018) ;
2. Examiner, cartographier et caractériser les sites de fraie du capelan sélectionnés, ainsi que les milieux de croissance des juvéniles ; dégager les sources de perturbation qui les affectent, afin de choisir de façon judicieuse les sites les plus propices à la restauration (été et automne 2018) ;
3. Planifier les travaux de restauration, préparer les plans et devis et les demandes de permis (entre 2018 et 2020) ;

4. Restaurer entre 3 et 4 sites de fraie ou de croissance du capelan ayant subi des perturbations afin de favoriser la reproduction de l'espèce et la croissance des juvéniles (été 2019, 2020 et 2021) ;
5. Assurer le suivi des sites restaurés (automne 2019 à 2022) ; et
6. Produire un document de référence sur le projet et ses résultats (en cours jusqu'à 2022).

Le présent avis est prévu dans l'étape 2. Cette étape vise entre autres réaliser les activités suivantes :

- A. Sélectionner des sites propices à la restauration de frayère pour le Capelan ;
- B. Réaliser les études complémentaires à la connaissance détaillée des sites visés ;
- C. Faire ressortir les options disponibles pour la restauration des frayères ;
- D. Proposer une recommandation d'aménagements pour chaque site ; et
- E. Présenter l'avis aux instances pour recueillir les préoccupations en vue de la conception finale des ouvrages.

L'activité A a été réalisée à l'été 2018. Deux frayères de la région de Sept-Îles ont ainsi été sélectionnées comme projets propices à la restauration.

Dès l'automne 2018, des relevés détaillés ont permis d'obtenir une connaissance biophysique de base des sites visés (Activité B). D'autres éléments de recherche sont en cours au moment d'écrire cet avis, comme une photo-interprétation comparative sur plusieurs années, l'obtention de données historiques portant sur les ouvrages anthropiques perturbateurs et des analyses hydrogéomorphologiques afin d'établir l'état de référence et l'évolution probable de la plage.

Le présent avis présente aux instances concernées (Activité E) les connaissances de base acquises et les différentes stratégies de mise en œuvre (Activité C). Au final, pour chaque habitat concerné, une recommandation est présentée sur l'approche qui apparaît la plus judicieuse (Activité D). De plus, un contexte historique des ouvrages existants perturbateurs est présenté. Le contexte marégraphique et des vagues sont contextualisés. Une photo-interprétation montre ensuite les tendances de l'évolution de la plage. Le comportement prévisible de la plage permet d'envisager les impacts des travaux de restauration et les gains potentiels sur l'habitat. Enfin, les options d'aménagement sont présentées et une stratégie préliminaire de mise en œuvre est développée sur l'option recommandée.

3. Restauration des frayères

Un total de 12 frayères de capelan a été choisi pour la caractérisation à l'été 2018. Ces frayères ont été sélectionnées notamment à l'aide de la cartographie des frayères réalisées lors de la préparation du document « *Une histoire de pêche...* » (ZIPCNG, 2008) et des observations contenues dans le Réseau des observateurs du capelan (OGSL, 2018 ; appelé ROC ci-après).

La cartographie des frayères réalisée par le Comité ZIP a été la principale source d'information utilisée pour la sélection puisqu'elle couvre la plus grande partie de la côte nord du golfe, qu'elle présente des segments de côte susceptibles d'être utilisés par le capelan, et qu'elle comporte un aspect historique (frayères passées et frayères actuelles). Il a été observé que certains segments de côte, qui n'avaient pas été compilés comme des frayères par le Comité ZIP par le passé, rassemblent beaucoup d'observations du Réseau d'observation du capelan (ROC). La plage faisant face au village de Longue-Pointe-de-Mingan en faisait partie et a ainsi été sélectionnée comme site de monitoring.

Finalement, de ces 12 habitats d'intérêt, deux ont été sélectionnées pour faire partie d'une étude approfondie dont les principales conclusions sont présentées dans cet avis. Leur sélection s'est faite en fonction de leur fort potentiel de restauration. Ainsi, les habitats de fraie du capelan dégradé de Moisie et de Val Marguerite sont présentés ici-bas.

3,1 Moisie

3.1.1 Contexte géomorphologique

À partir de 5 000 ans AA, la configuration du littoral de la région de Sept-Îles - Moisie ressemble à celle d'aujourd'hui, mais sa position aurait été de quelques kilomètres plus au large (Lessard et Dubois, 1984 ; Dubois et Lessard, 1984 dans (Ouranos, 2008)). Avec le ralentissement de l'émersion des terres et un bilan sédimentaire en décroissance, commence alors un important transfert des sédiments de l'est vers l'ouest sous l'action de la dérive littorale qui se poursuit encore aujourd'hui (Ouranos, 2008).

Sur la rive ouest de l'embouchure de la rivière Moisie, des dépôts littoraux récents se sont mis en place pour former une flèche de sable orientée vers l'est. De plus, des dépôts éoliens issus du remaniement des dépôts littoraux couvrent une surface de 25 km² à mi-chemin entre l'embouchure de la rivière Moisie et de la ville de Sept-Îles, au sommet des dépôts deltaïques (Dredge, 1983 dans Ouranos, 2008).

3.1.2 Marées, vagues et courants au site d'étude

Au site de l'embouchure de la rivière Moisie, les marées moyennes ont un marnage de 2,1 m et peuvent atteindre jusqu'à 3,3 m de hauteur lors des grandes marées (Tableau 1). Selon SHC, un extrême de pleine mer de 4,0 m par rapport au zéro des cartes y aurait été enregistré. Une étude de récurrence des niveaux d'eau mesurés entre 2002 et 2006 par Ropars (2007) indique un niveau extrême de 3,82 m. Le niveau de 3,7 m a été égalé ou dépassé 12 fois durant les quatre années d'analyse (Ouranos, 2008), soit en moyenne 3 fois par année.

Selon l'analyse des tempêtes de Ropars (2007), entre 2003 et 2005, les vagues supérieures à 2 m proviennent principalement du secteur est-sud-est et en second lieu du secteur sud-ouest. Les vagues supérieures à 3 m, qui se sont produites lors de 68 événements de tempête entre 2003 et 2005, proviennent presque exclusivement du secteur est-sud-est.

Les courants côtiers sont surtout influencés par les marées et les vents dominants (SHC, 2008 dans Ouranos 2008). La rivière Moisie constitue le principal cours d'eau sur le territoire. Cette rivière non harnachée par un barrage hydroélectrique présente un débit moyen de 422 m³/s et un débit maximal de 3 820 m³/s (MDDEP, 2008 dans Ouranos 2008). Elle se jette à l'extrémité est de la zone d'étude. La dérive littorale y joue un rôle important. Les courants de dérive littorale vont vers l'ouest sur l'ensemble de la zone.

Tableau 1. Tableau des marées adaptées aux sites de Sept-Îles et de Rivière-au-Tonnerre (Service hydrographique du Canada - SHC) et interpolées pour Moisie.

Station	Localité	Unité (mètre) par rapport au zéro des cartes (zc)								
		Marnage		Grande marée (zc)		Marée moyenne (zc)		Extrêmes enregistrés (zc)		Niveau moyen de l'eau (zc)
		Grande Marée	Marée Moyenne	PMS	BMI	PMS	BMI	Pleine mer	Basse mer	
2780	Sept-Îles	3,5	2,2	3,4	-0,1	2,7	0,5	4,2	-0,9	1,5
NA	Embouchure Moisie	3,3	2,1	3,2	-0,1	2,5	0,4	4,0	ND	1,4
2750	Rivière-au-Tonnerre	2,6	1,8	2,4	-0,2	2	0,2	SDMM	SDMM	1

La flèche de l'embouchure de la rivière Moisie présente un taux de - 8 m/an entre 1931 et 1965. La pointe de Moisie a été en érosion continue entre 1904 et 1996 (Lessard et Dubois, 1984 dans Ouranos 2008). Enfin, des taux d'accumulation dépassant 8 m/an entre 1996 et 2006 auraient été observés. Ces fortes mesures reflètent les conditions hautement dynamiques de ces environnements.

3.1.3 Contexte historique de l'enrochement

L'enrochement aurait été réalisé au cours des années 40' (comm. personnelle, Dany Hamilton). Suivant l'évacuation des résidents du village durant les années 60' et 70' en raison de la contamination des sources d'eau potable par les installations septiques, l'enrochement n'aurait probablement pas été entretenu. Ce dernier a fini par céder et, suivant une érosion du trait de côte sur au moins 10 à 20 m, il se retrouve actuellement sur les zones centrale et inférieure de la plage. Cette zone correspond aujourd'hui à l'habitat de fraie du capelan.

L'enrochement écroulé recouvre une distance de près de 500 mètres linéaires par 15 à 20 m de large. Sa surface observée et photo-interprétée serait d'environ 0,77 hectare (7 700 m²).

Une source locale (comm. personnelle, Denis Cadoret) estime que l'enrochement a probablement été conçu pour couvrir une élévation de 5 m de hauteur, dont 2,5 m étaient enfouis. Ainsi, la moitié de la hauteur aurait été conçue en clé d'enrochement et l'autre moitié en protection de talus. Le diamètre des particules d'enrochement, selon des observations de terrain partielles en raison d'une plage très haute, mesure généralement entre 0,5 m et 2,0 m. Enfin, quelques carcasses d'automobiles jonchent la plage et les dunes à proximité de la zone enrochée. On pourrait ainsi s'attendre à trouver d'autres déchets lors d'une éventuelle excavation.

3.1.4 Caractérisation terrain 2018

Photos comparatives saisonnières

Des photos récentes de 2018 (Figure 1), printanière, estivale et automnale, montrent une évolution marquée de la plage vers un ensablement de la zone de plage enrochée. Ainsi, une forte accrétion verticale de la plage est survenue en 2018. Ceci semble expliquer l'ensablement de l'enrochement, au moins sur une hauteur de 500 mm à 1 000 mm, observé entre le printemps-été 2018 et la fin octobre 2018.



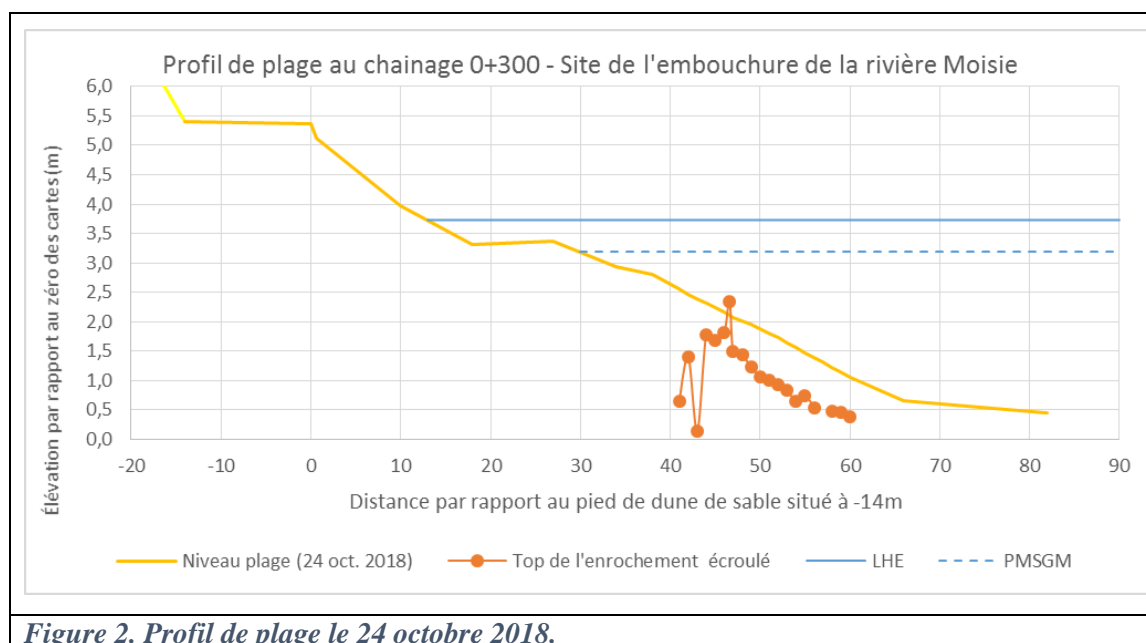
Évolution récente du trait de côte 2017-2018

Comme le montre la Carte 1, la flèche littorale a migré vers la plage pour l'atteindre au début de l'automne 2018. Les observations terrain géoréférencées, récentes et cartographiées de 2018 montrent que l'extrémité de la flèche littorale a atteint la plage à l'automne 2018. Ainsi, en un an à peine, d'octobre 2017 à octobre 2018, la flèche aurait parcouru une distance de 200 m pour atteindre la plage et là où se trouve le centre de l'enrochement écroulé.

La largeur de la zone d'écroulement de roche identifiée sur des photos aériennes et lors des relevés terrain d'octobre montre une variation en général de 15 à 20 m pour une longueur de 490 m. La surface couverte avec présence de roche serait de 0,77 ha. À l'extrémité ouest de cette surface, un total de 0,2 ha d'enrochement écroulé serait en bonne partie recouvert par des plantes aquatiques et des mollusques.

Comportement prévisible de la plage vis-à-vis l'enrochement écroulé

Comme le montre la Figure 2, le profil de plage actuel mesuré le 26 octobre 2018 au chaînage 0 +300 couvre en majeure partie l'enrochement écroulé et identifié à l'aide de puits d'exploration réalisés à chaque mètre le long du profil. Ainsi, à cette date, environ 300 roches de calibre de 0,5 m à 1,5 m de diamètre affleurent ici et là. Cette quantité ne peut être que marginale par rapport au volume réel de roches enfouies. Au site du profil (0 +300), le dessus de l'enrochement est recouvert en moyenne de 0,8 m de sable avec un écart de +0,23 m au-dessus de la plage à -2,25 m en profondeur.



Si la flèche continue à se propager vers la plage (lors d'une visite du 30 octobre, la flèche avait encore avancé vers la plage suivant la tempête du 28 octobre), il serait possible que le sable recouvre en totalité l'enrochement écroulé d'ici une période allant de quelques mois à 1 an. Ainsi, la décision d'intervenir dépendra de la direction de la flèche littorale.



Le cycle observé depuis 1931 (Ouranos 2008), montre que la flèche littorale a tendance à bouger, mais *a priori* rarement vers la plage comme nous l'avons observé en 2018. Si cette tendance est maintenue pour quelques années encore, le désenrochement ne serait probablement pas nécessaire pour redonner accès au capelan, car la zone d'étude pourrait se recouvrir d'une épaisse couche de sable, et ce pour une durée indéterminée. Par contre, si le niveau de plage se maintient ou régresse, un désenrochement serait souhaitable pour favoriser la fraie du capelan.

3.1.5 Options de réaménagement favorable à la fraie du capelan

1. Ne rien faire en raison de l'ensablement de la barre de sable à venir (à confirmer d'ici le printemps) ;
2. Enlever les roches qui affleurent de la plage et qui nuisent au capelan ; et
3. Enlever les roches en profondeur pour assurer la pérennité de l'intervention pour la restauration de la frayère à Capelan.

3.1.6 Recommandation

Il serait préférable d'attendre à l'été 2019 pour prendre toute décision sur la portée du projet. D'ici là, il est recommandé de réaliser un suivi de l'évolution hydrogéomorphologique de la plage et de la flèche littorale avec la prise de relevés sporadiques et d'analyse des photos aériennes historiques. Le but de cette dernière analyse est de vérifier si par le passé, la flèche littorale a déjà été connectée la côte du secteur d'étude et d'évaluer les répercussions possibles d'un tel ensablement de la plage qui en résulterait sur le secteur d'enrochement écroulé. Nous serons ainsi en mesure de prendre une décision plus éclairée par rapport à l'éventuelle mise en œuvre d'un utile désenrochement de la plage au bénéfice de l'habitat du capelan.

3.2 Val Marguerite

3.2.1 Contexte géomorphologique

La région de Val Marguerite est caractérisée par d'épais dépôts sédimentaires quaternaires qui font partie des grands complexes deltaïques mis en place par la rivière Sainte-Marguerite. Le delta émergé de la rivière Sainte-Marguerite a environ 20 km de diamètre. Dans le secteur d'étude, les plages, constituées de sables, reposent sur un dépôt d'argile.

La côte de Val-Marguerite présente un bilan d'évolution côtière négatif, peu importe les périodes d'analyse (Ouranos 2018). La période récente (1992-2006) a enregistré les valeurs de recul les plus élevées. En 2006, le pourcentage de côte en érosion était de 67 % pour Gallix - Val-Marguerite.

Pour le secteur de Val-Marguerite, le recul prévu du trait de côte sera en moyenne de -52 m pour les terrasses de plage, de -76 m pour la flèche littorale de Sainte-Marguerite et de -32 m pour les falaises.

La terrasse de plage à Gallix immédiatement en bordure ouest de la rivière Sainte-Marguerite devrait bénéficier des apports sédimentaires des secteurs en érosion, ce qui se

traduira par une accumulation d'un peu plus de 15 m en 2050. Pour le secteur ouest de Gallix, les reculs mesurés entre 1996 et 2006 devraient se maintenir pour le futur.

Le contexte hydrogéomorphologique de Val Marguerite montre une dynamique naturelle de restauration de la plage grâce à l'apport sédimentaire provenant d'une haute falaise d'érosion située dans la direction dominante du transport sédimentaire. Cette falaise totalisant au moins 2,4 km de long par plus de 20 m de haut est en bonne partie en érosion ou recouverte d'une végétation en danger d'érosion. Ainsi, le moindre recul de berge provoque un apport massif de sable dans le système sédimentaire côtier. La Carte 2 montre la dynamique observée au terrain.



Carte 2. Dynamique côtière observée à Val Marguerite.

3.2.2 Marées, vagues et courants au site d'étude

Les marées sont presque les mêmes que pour les villes de Sept-Îles et de Port-Cartier (Tableau 2) avec un marnage moyen de 2,3 m et une hauteur maximale allant jusqu'à 3,4 m de hauteur lors des grandes marées. Un extrême de pleine mer de 4,0 m a été enregistré. Une étude de récurrence des niveaux d'eau réalisée entre 2002 et 2006 par Ropars (2007) dans Ouranos (2008) indique un niveau extrême de 3,82 m. Le niveau de 3,7 m a été égalé ou dépassé 12 fois durant les quatre années d'analyse.

Tableau 2. Tableau des marées aux sites de Sept-Îles et de Port-Cartier (Service hydrographique du Canada - SHC) et interpolées pour Val Marguerite.

Station	Localité	Unité (mètre) par rapport au zéro des cartes (zc)								Niveau moyen de l'eau (zc)
		Marnage		Grande marée (zc)		Marée moyenne (zc)		Extrêmes enregistrés (zc)		
		Grande Marée	Marée Moyenne	PMS	BMI	PMS	BMI	Pleine mer	Basse mer	
2790	Port-Cartier	3,6	2,3	3,4	-0,2	2,7	0,4	SDMM	SDMM	1,4
NA	Val Marguerite	3,56	2,26	3,4	-0,16	2,70	0,44	4,0	ND	1,44
2780	Sept-Îles	3,5	2,2	3,4	-0,1	2,7	0,5	4,2	-0,9	1,5

Le secteur de Val Marguerite n'offre aucun obstacle aux vagues de tempête du sud et du sud-est. Le fetch est ainsi très élevé. Toutefois, une partie du secteur de Val-Marguerite est partiellement protégé des vagues par la pointe Noire. On y indique que les vagues supérieures à 2 m proviennent principalement du secteur est-sud-est et en second lieu du secteur sud-ouest. Les vagues supérieures à 3 m, qui se sont produites lors de 68 événements de tempête entre 2003 et 2005, proviennent presque exclusivement du secteur est-sud-est (Poupart, 2007 dans Ouranos, 2008).

3.2.3 Contexte historique des enrochements

Contrairement à la plage de la pointe de Moisie, la plage de Val Marguerite compte plusieurs enrochements distincts, bâtis à différents moments et par différents acteurs. Les enrochements qui sont concernés par le projet ont été bâtis de façon concertée par cinq propriétaires riverains. La construction s'est déroulée à la fin des années 90' et la roche a été prélevée dans une carrière localisée à proximité, sur la Pointe-Noire de Sept-Îles (comm. personnelle, Michel Michaud).

Il existe un autre enrochement d'intérêt longeant la rue des Barachois près de l'accès à la plage. Bien que cet enrochement soit aujourd'hui encore en place, il est à risque de se retrouver dans l'estran durant les prochaines années en raison de plusieurs faiblesses observées. Deux petits épis de roches, situés à 500 m à l'est de l'enrochement no 1, ont aussi été construits par la ville de Sept-Îles afin d'expérimenter cette technique. L'un d'eux était couvert de sable et le second en majeure partie ensablés.

Il a été possible d'obtenir un plan des six enrochements écroulés observés (adresse du 247, ch. des Campeurs) et il est présenté en Annexe 1. Ce plan indique que l'enrochement faisait environ 41 m de long par 2,5 m de haut et par 6 m de large incluant un plateau de 3 m. L'enrochement était, selon les photos et le plan, de type déboulé sur le talus et aucune clé n'aurait été fabriquée comme le voudraient les règles de l'art. En tenant compte de ces données, un volume de roche de 461 m³ aurait été utilisé, ce qui équivaldrait à un tonnage d'environ 970 tonnes de roche de type gabbro (espace de vide estimé à 30 %, roche de 0,8 à 2 m de diamètre et densité du gabbro à 3,0 tonnes/m³) pour cette propriété.

En tenant compte des six propriétés dont les enrochements sont complètement écroulés (no 1 à 5), un total de 265 mètres linéaires de berges aurait été enroché, et ce selon les photos aériennes et reconfirmées à nouveau par les données terrain de 2018. Si le plan concept du 247, chemin des Campeurs a été respecté pour les autres propriétés, un volume de roche de près de 3 000 m³ aurait été utilisé dans ces 5 enrochements. Ce total équivaldrait à environ 5 000 à 7 000 tonnes de roches éparpillées dans la plage. Ce tonnage équivaldrait à environ 250 à 350 voyages de camions 12 roues. Il est cependant aussi possible que le volume soit moindre, soit autour de 2 000 à 2 500 m³ si les concepts d'enrochement des autres sites ont été réduits par rapport au concept du 247, ch. des Campeurs.

3.2.4 Caractérisation terrain 2018

Photos comparatives saisonnières 2018

Comme l'indiquent les photos comparatives printanières et automnales (Figure 3), les variations saisonnières du niveau de la plage seraient plutôt marginales avec quelques décimètres de variation.

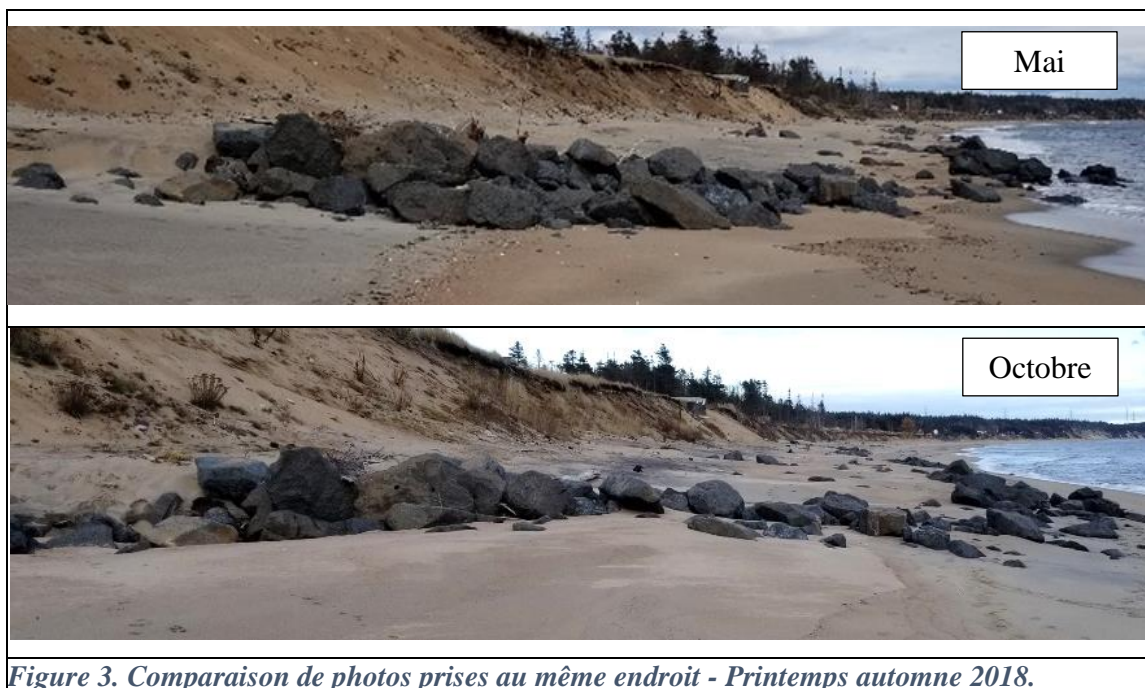


Figure 3. Comparaison de photos prises au même endroit - Printemps automne 2018.

Photo-interprétation et données terrain 2018

La Carte 3 présente l'évolution de la plage entre 2010 et 2018. Plus spécifiquement, elle montre l'évolution des enrochements en position originale en 2010 et écroulés en 2018. De plus, la position du talus a été identifiée pour octobre 2018. L'analyse des surfaces enrochées en positions initiales photo interprétée pour 2010 et mesurée au terrain en 2018 montre une bonne corrélation avec une différence de seulement 28 m² sur un total de 4116 m².

Comme le montre la position du talus en 2018, le recul de berge de 10 à 20 m est survenu au cours des 8 dernières années. Les enrochements ont donc été contournés par les vagues et les marées et l'érosion a depuis repris son cours naturel.

Pour sa part, la figure 4 montre le profil de plage no 2. Comme elle l'indique, la surface de l'enrochement écroulé est située au centre de la plage entre les élévations 3 et 4 m et sur une largeur d'environ 9 m. À cette largeur, l'épaisseur devrait osciller entre 1 et 1,5 m selon les données originales du plan de construction (11,25 m² d'enrochement par m linéaire de plage) et donc pour une à 3 épaisseurs de grosses roches.

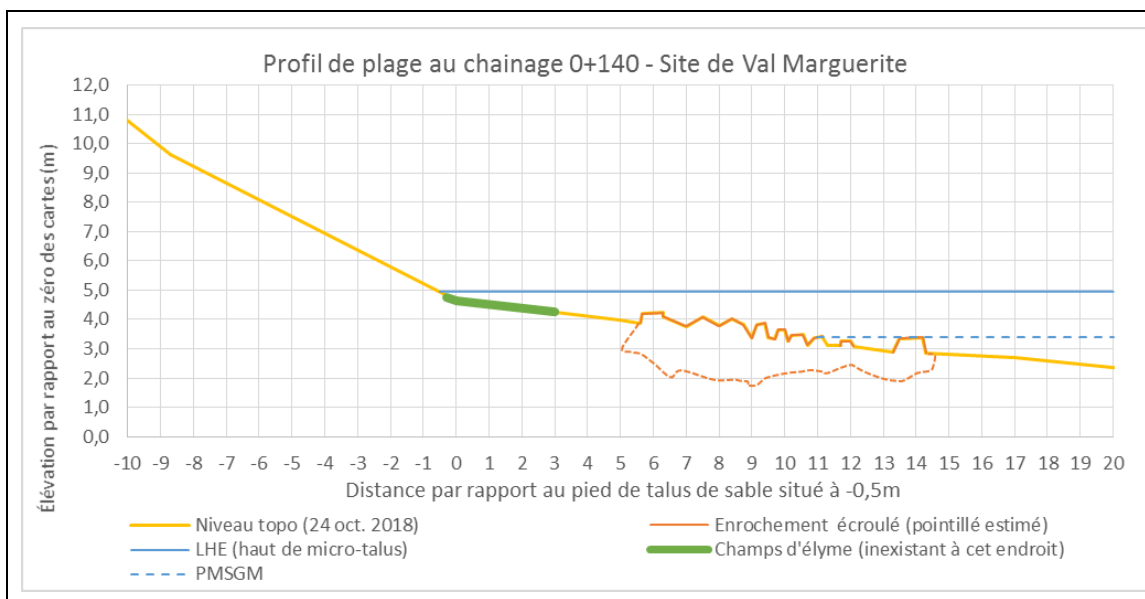


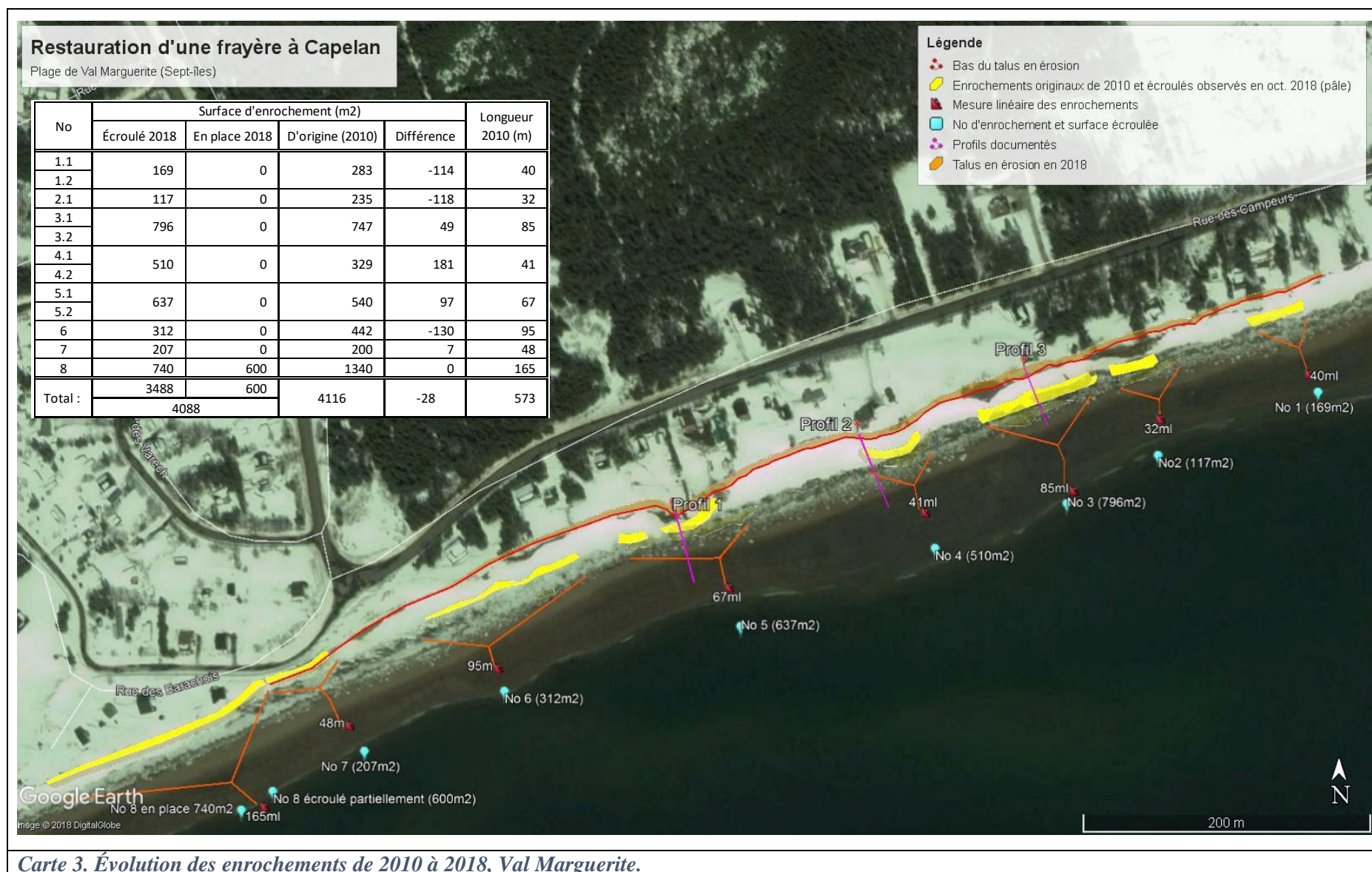
Figure 4. Profil de plage no 2 à la position 0 +140 le 25 octobre 2018, site de Val Marguerite.

Des puits de forage réalisés en décembre 2018 montrent que la profondeur des roches dans la plage peut atteindre jusqu'à 2 m par endroit, mais en général ne dépasse pas de 1 m à 1,5 m de profondeur.

Durant ces excavations, de bonnes quantités de petites roches ont été observées (photo de droite - 0,5 à 1,5 m) par rapport au nombre de grosses roches (photo de gauche - 0,2 à 0,5m). Des déchets de tout genre ont aussi été observés en quantité trop petite pour pouvoir estimer un volume.



Figure 5. Comparaison Pile de grosses et pile de petites roches.



Évaluation des quantités de roches

Le 17 décembre 2018, une pelle mécanique a creusé 10 puits d'exploration dans la plage au-dessus de 6 enrochements écroulés existants. Cela permettait de constater jusqu'à quelle profondeur les roches se retrouvaient et de faire un décompte précis des volumes et tonnages.

Différents calculs, notamment en fonction de la taille et du nombre de roches trouvés par puits de 16 m², ont été réalisés et sont présentés au Tableau 3. Comme le montre ce tableau, en répartissant le nombre de roches trouvées sur la proportion estimée de surface d'enrochement écroulé déjà localisée, un total de 1718 m³ de roche de 0,5 à 1,5 m de diamètre serait présent dans la plage.

Une fois ce volume de roche réparti, on estime qu'il y aurait donc plus de 5000 tonnes de grosses roches et environ 1 500 tonnes de petites roches pour un total de 6 700 tonnes de roches pour la zone de plage à l'étude, c'est-à-dire pour les enrochements no 1 à 7.

No	Total de m ³ de roche pleine		Total de tonne de roche	
	Grosses (0,5 à 1,5m ³)	Petites (0,01 à 0,5m ³)	Grosses	Petites
1.1	43	51	130	153
1.2				
2.1	109	31	327	94
3.1	727	177	2180	530
3.2				
4.1	204	136	611	408
4.2				
5.1	491	79	1472	238
5.2				
6	73	17	220	51
7	71	11	213	33
8	NA		NA	NA
Total :	1718	502	5153	1506

Tableau 3. Estimation des volumes et du tonnage de pierres des enrochements écroulés.

Comportement prévisible de la plage

À l'instar du rapport Bernatchez (2008), il est anticipé que l'érosion entraînera un recul du talus dans les années à venir. Les enrochements sont actuellement situés vers le milieu de la plage et les variations saisonnières du niveau de sable semblent être de l'ordre de 30 cm, du moins comme observé en 2018. À terme, les enrochements se retrouveront vers le bas de la plage, soit dans la zone la plus propice à la fraie.

3.2.5 Options de réaménagement favorable à la fraie du capelan

Un total de 5 options a été envisagé.

1. A - Enlever la première couche de roches qui affleurent la plage et qui nuisent au capelan ;
1. B - Enlever en profondeur l'enrochement écroulé, car un enlèvement partiel pourrait ne pas être suffisant ;
2. Nettoyer la plage et réaménager des amas de pierres épars en système d'épis encourageant l'accumulation de sable sur la plage ;
3. Dans un but d'optimisation, coupler les deux méthodes précédentes avec enlèvement complet dans les zones moins denses en pierre et un réaménagement en systèmes d'épis dans les zones plus denses ; et
4. Aucune intervention requise, car les enrochements écroulés ne nuiraient pas encore suffisamment à la fraie du capelan ;

Même si le capelan a été observé en train de frayer sur la plage de Val Marguerite à l'été 2018, tout porte à croire que les roches nuisent déjà au bon déroulement de la fraie et que ce phénomène ira en s'amplifiant au fur et à mesure que l'érosion amènera les roches vers le bas de la plage. Au taux de recul actuel, quelques années seront suffisantes pour atteindre cette situation. Une intervention de réaménagement de la plage est souhaitable dès que possible. Le désenrochement est donc l'option à envisager. Pour une raison d'amélioration potentielle de la plage et de coût financier potentiellement moindre de l'intervention, le réaménagement en système d'épis des plus grosses roches permettrait d'éviter d'extraire une très grande quantité de roches et ce, à grands frais.

3.2.6 Impacts appréhendés et recommandations

Dans le contexte actuel et selon l'évolution observée et documentée de la plage, il est recommandé de procéder au réaménagement de la plage dégradée par la présence d'enrochements écroulés afin d'assurer la pérennité de cette zone de fraie du capelan importante dans le secteur. De plus, cela permettrait de redonner à la plage plusieurs usages perdus pour les riverains et améliorer l'environnement côtier. Les roches pourraient être soit (1) complètement ou partiellement enlevées de la plage et idéalement valorisées, soit (2) réaménagées en système d'épis favorisant l'accumulation de sable où soit (3) une combinaison des deux premières options. Chaque option présente des avantages et des inconvénients de types financiers, techniques, écologiques et des impacts environnementaux variables.

Des économies importantes en travaux de construction pourraient probablement être générées si les roches étaient réaménagées sur place pour former un système d'épis au lieu d'être extraites et disposées hors site via des camions. En contrepartie, la vente des roches pourrait être avantageuse si elles étaient vendues à bon prix et que des honoraires professionnels n'étaient pas dépensés puisqu'aucune analyse ne serait nécessaire pour planifier le système d'épis. Enfin, en cas de réaménagement des enrochements écroulés en système d'épis, les concepteurs devraient d'abord et avant tout considérer un espacement suffisant entre les épis pour ne pas nuire significativement à la fraie du capelan.

Il faut mettre en perspective les risques et les bénéfices associés à la mise en système d'épis à partir des enrochements écroulés comme le montre l'exemple de la Figure 6 et toutes autres options envisageables. En effet, le potentiel que les épis ne fonctionnent pas à 100 % pour ralentir l'érosion est à considérer tandis

que les autres scénarios comportent aussi des inconvénients. Voici ce qui devrait arriver à long terme pour les 4 scénarios envisageables en considérant que si rien n'est à court terme, la côte et la plage continueront à s'éroder sur plusieurs dizaines de mètres (Ouranos 2008) :

1. **Les enrochements écroulés sont retirés de la plage.** Le talus continue à s'éroder et rejoint ultimement les dernières maisons et le chemin des Campeurs. Ces dernières doivent être ultimement relocalisées. Le capelan pourrait se servir de la plage pour frayer.
2. **Les épis proposés n'accumulent pas suffisamment assez de sable et l'érosion du talus continue.** Les épis se retrouveraient alors sur le bas de l'estran pour former des îles ou des presque-îles durant la marée haute. Ils pourraient alors servir de brise-lames (Figure 7) et pourraient encore avoir un certain impact en réduisant la vitesse d'érosion du talus. Une légère dispersion de roches sur l'estran serait aussi potentiellement enclenchée par les glaces. Le capelan pourrait se servir de la plage pour frayer.
3. **Les épis s'ensablent durablement et l'érosion dans le talus est ralentie puis arrêtée.** Des bénéfiques importants à long terme auraient lieu pour la communauté locale par l'évitement de la relocalisation des dernières maisons encore en place et du chemin des Campeurs. La plage recouvrerait aussi une apparence plus naturelle avec la présence de champs d'élymes qui pourraient s'installer sur les hauts de plage entre les épis. Le capelan pourrait se servir de la plage pour frayer.
4. **Aucune intervention n'est faite et les enrochements écroulés restent sur la plage.** Le talus continue de s'éroder et rejoint ultimement les dernières maisons et le chemin des Campeurs. Ces dernières doivent être relocalisées. Les enrochements écroulés se retrouvent avec le temps en bas de plage dans la zone de fraie du capelan et sur la batture. La plage devient inutilisable pour le capelan et dangereuse pour les humains par la présence de ces roches anguleuses éparpillées. Il devient aussi quasiment impossible de les retirer en raison de la présence d'eau trop importante pour la machinerie en bas de plage.

Si des épis sont proposés (exemples 1 et 2), les répercussions sur le transit sédimentaire en littoral devraient être considérées dans l'analyse des impacts et pour les mesures d'atténuation du projet. Selon des informations recueillies au terrain, une zone d'érosion majeure située en amont de la direction du transit sédimentaire laisse envisager que ce scénario pourrait fonctionner avec un minimum d'impacts négatifs temporaires sur le littoral situé en aval du système d'épis (flèche littorale de l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite). Enfin, une mesure d'atténuation comme la recharge artificielle de sable au moment de son réaménagement permettrait l'évitement d'un impact négatif temporaire causé par le rechargement naturel de la plage entre les épis. En effet, la mise en place d'épis suggère la capture de sable provenant de la dérive littorale jusqu'à ce que les épis soient aux maximums de leur capacité. Durant ce temps, en aval de la dérive littorale, il y a un risque d'érosion accrue au niveau de la flèche littorale, et ce si le vide n'a pas été comblé artificiellement.



Figure 6. Exemple d'un système d'épis et de recharge naturelle de plages au lac Saint-Jean¹. Ici l'apport de sable provient notamment de rivières.



Figure 7. Brise-lames et enrochement au lac Saint-Jean¹. Notez l'effet de rétention du sable sur la plage par les brise-lames.

L'enlèvement complet des roches (exemple 3) pourrait créer un impact négatif significatif, mais temporaire en générant un abaissement rapide de la plage équivalent au volume de roche enlevé. Le risque le plus important est associé à un effet de contre coup rapide sur le talus situé derrière la plage désenrochée. Ce risque se réaliserait seulement si une tempête survenait avant que le réensablement naturel par transport littoral soit complété à 100 %. Quoique fort, ce risque d'impact serait temporaire, car le transit sédimentaire devrait rapidement ensabler la plage devant le talus en face des zones désenrochées. Enfin, ce risque pourrait être annulé par une mesure de rechargement artificiel en sable équivalent au volume de roches enlevées sous le niveau de la plage.

Il semble qu'une intervention couplée entre le désenrochement et la création d'épis serait la plus équilibrée des options proposées. Elle permettrait d'optimiser le coût financier et les retombées écologiques positives pour le capelan en plus d'avoir un impact potentiellement positif pour la communauté locale par le ralentissement de l'érosion. Des recommandations des instances sont attendues pour en évaluer la faisabilité et les exigences pour compléter la conception, la planification et obtenir les permis nécessaires à l'exécution de ces travaux. Ainsi, suivant la réception de ces demandes, une analyse finale sera réalisée pour procéder au choix de la solution optimale.

Enfin, considérant que l'enrochement no 8 n'est que partiellement écroulé et qu'une propriété est encore protégée par celui-ci, il s'avère que le projet de réaménagement de la plage devrait se concentrer seulement sur les enrochements no 1 à 7 (Carte 3). Un total de 408 mètres linéaires de berges couvant 2 748 m² de zones d'enrochements écroulés serait ainsi visé par les travaux de restauration d'habitat de fraie du capelan.

Un système d'épis proposé pourrait être constitué de 4 à 7 épis construits avec les grosses roches de diamètre variant entre 0,5 à 2 m. Les épis seraient déposés sur un géotextile de haute résistance posé au

¹ <http://www.energie.riotinto.com/index.php?id=12#> (avec autorisation de diffusion).

niveau d'argile situé à environ 0,5 à 2 m sous le niveau de la plage de sable. Les épis auraient une distance maximale de 2,5 fois leur longueur équivalant à environ la largeur actuelle ou un peu plus de la plage (± 35 m).

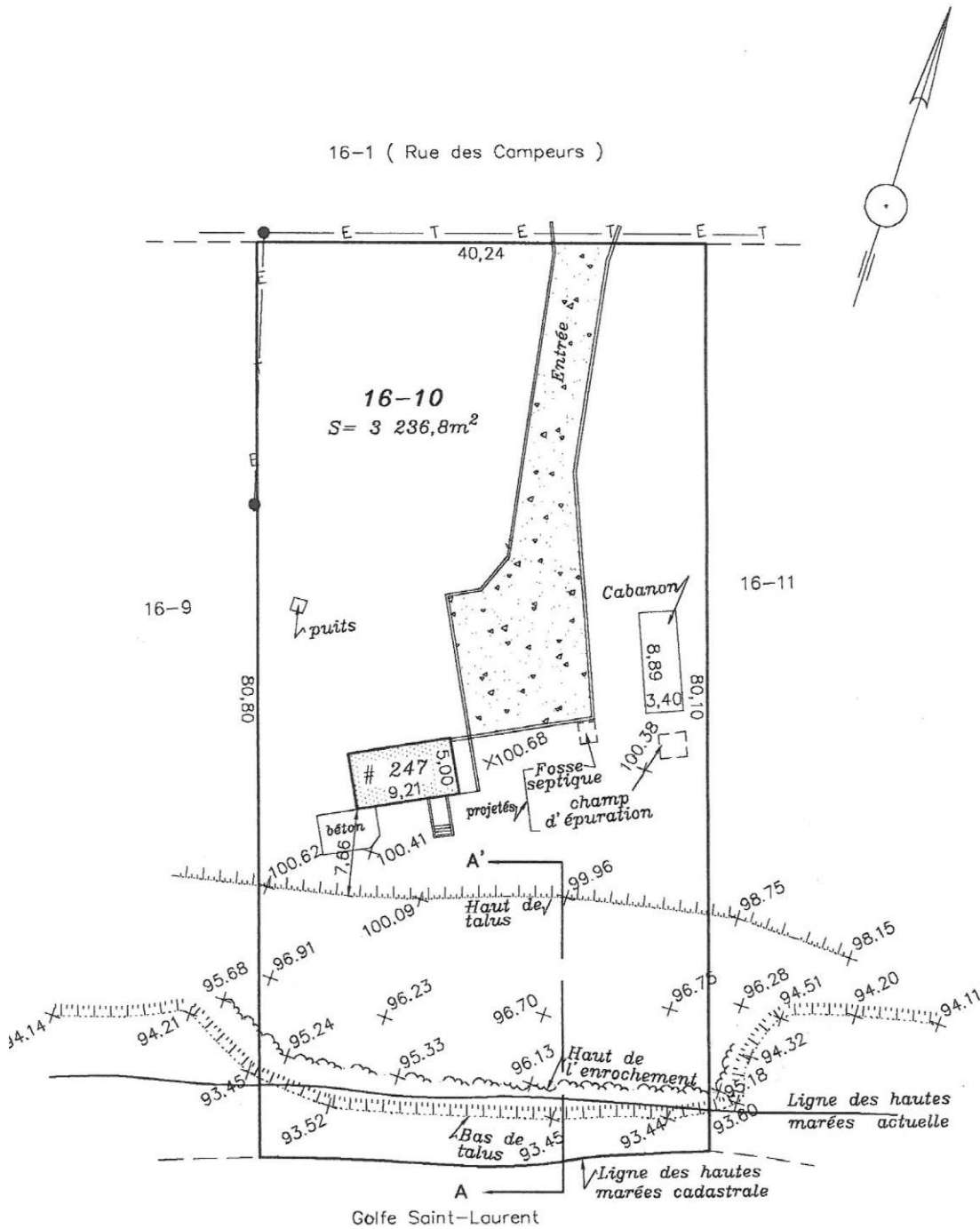
4. Références

Ouranos. 2008. Bernatchez, P., Fraser, C., Friesinger, S., Jolivet, Y., Dugas, S., Drejza, S. et Morissette, A., 2008. Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport de recherche remis au Consortium OURANOS et au FACC, 256 pages

Comité ZIP Côte-Nord du Golfe (2008). La pêche au capelan sur la Côte-Nord de 1831 à nos jours - racontée par les aînés de la Côte-Nord. [<http://www.zipcng.org/publications>]

Pêches et Océans Canada (1945-2016) Base de données du Réseau des observateurs du capelan, Données diffusées sur l'Observatoire global du Saint-Laurent-OGSL. [<https://ogsl.ca>]. Consulté le 2018-02-20.

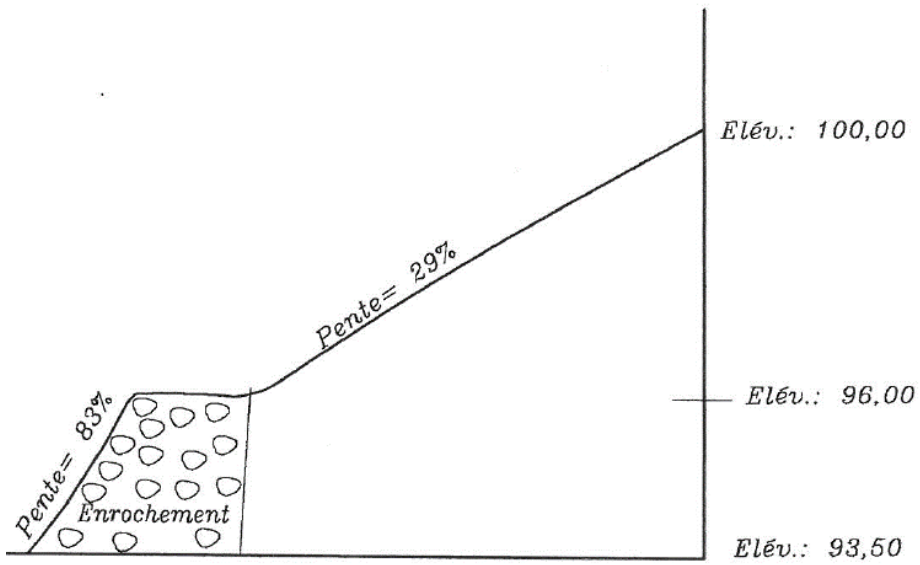
Annexe 1. Plan de stabilisation et photos de la berge du 247, ch. des Campeurs.



" N.B Les élévations sur ce document sont arbitraires. "

<p>LEGENDE:</p> <p>Pot. élect. et tél..... Ⓞ</p> <p>Lampadaire..... Ⓛ</p> <p>Borne-fontaine..... Ⓜ</p> <p>Hauban..... —○—</p> <p>Clôture..... —x—x—</p>	<p>N.B. Les mesures indiquées sur ce document sont en mètres (SI).</p> <p style="text-align: center;">PLAN DE LOCALISATION</p>	<p>Zone: 112 R</p> <p>Date du levé:</p> <p style="text-align: right;">le 1 septembre 1999</p>
--	---	---

COUPE A - A'



Echelle horizontale: 1: 200
Echelle verticale: 1: 100





400, avenue Atlantic, bureau 600
Outremont, Montréal (Québec) H2V 1A5 Canada
www.terraformex.ca

