

Caractérisation biophysique de l'Anse-aux-Iroquois, Rivière-Ouelle



Décembre 2019

Les photographies de l'ensemble du document sont une propriété du Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire :

Roxanne Noël, M. Sc., Biologiste

Francis Bonnier Roy, M. Sc., Géomorphologue

Étienne Bachand, M. Sc., Géomorphologue

Jean-Étienne Joubert, Naturaliste

Philippe Bois, Technicien en écologie appliquée et géomatique

Équipe terrain :

Roxanne Noël

Jean-Étienne Joubert

Francis Bonnier Roy

Chantal Quintin

Philippe Bois

Sarah Delisle

Étienne Bachand

Amélia Fortier

Félix Lafond

Félix Levesque

Samuel Bolduc

Partenaires et collaborateurs

Pêches et Océans Canada

Ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs

Municipalité de Rivière-Ouelle

Municipalités régionales de comté (MRC) de Kamouraska

Les Malécites de Viger

Simon Beaulieu, Agriculteur

Ce projet a été rendu possible grâce à une contribution du Fonds pour la restauration côtière de Pêches et Océans Canada.

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la collecte des données sur le terrain et à la rédaction ou à la révision de ce rapport. Nous tenons à remercier plus particulièrement la municipalité de Rivière-Ouelle ainsi que la MRC de Kamouraska pour leur collaboration à cette première étape du projet.

Nous tenons également à remercier M. Simon Beaulieu pour nous avoir donné libre accès à son terrain, d'avoir participé à nos inventaires ichtyologiques ainsi que d'avoir partagé ses connaissances du milieu. Nous remercions également Marylène Richard du bureau d'écologie appliqué pour l'aide terrain apportée lors de nos inventaires ichtyologiques.

CITATION RECOMMANDÉE :

Noël, R., Bonnier Roy, F., Bachand, É., Joubert, J.-É. et Bois, P. 2019. Caractérisation biophysique de Rivière-Ouelle de l'Anse-aux-Iroquois. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 73p. + annexes.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé.....	1
Mise en contexte.....	2
1 Description de l'aire d'étude.....	4
1.1 Localisation de l'aire d'étude.....	4
1.2 Contexte glaciaire.....	6
1.3 Conditions hydrodynamiques.....	7
1.3.1 Vitesse et direction des vents.....	7
1.3.2 Vagues et transport sédimentaire.....	7
1.3.3 Marée et niveaux d'eau.....	9
1.3.4 Glaces.....	10
1.4 Habitats naturels d'intérêt.....	12
1.5 Occupation du sol et zonage.....	14
2 Méthodologie.....	16
2.1 Caractérisation biologique.....	16
2.1.1 Inventaire floristique.....	16
2.1.2 Inventaire ichtyologique.....	17
2.1.3 Inventaire ornithologique.....	19
2.2 Caractérisation géomorphologique.....	20
2.2.1 Segmentation de la zone côtière.....	20
2.2.2 Évolution historique de la côte.....	24
2.2.3 Levé d'imagerie aérienne.....	24
2.2.4 Profils topographiques.....	25
2.2.5 Caméra de suivi.....	26
3 Résultats.....	27
3.1 Caractérisation biologique.....	27
3.1.1 Inventaire floristique.....	27
3.1.2 Inventaire ichtyologique.....	35
3.1.3 Inventaire ornithologique.....	39
3.2 Caractérisation géomorphologique.....	43

3.2.1	Segmentation de la zone côtière	43
3.2.2	Évolution historique de la côte.....	49
3.2.3	Levé d'imagerie aérienne	55
3.2.4	Profils topographiques.....	56
4	Synthèse des résultats.....	58
5	Conception et aménagement	59
5.1	Présentation générale des travaux.....	59
5.2	Transplantation de spartine alterniflore	60
5.3	Reprofilage de la microfalaise et plantation de végétaux.....	61
5.3.1	Préparation du site.....	62
6	Calendrier des travaux et du suivi.....	66
	Conclusion	67
	Références	69
	Annexes.....	74

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation du secteur à l'étude et de la zone de restauration projetée à Rivière-Ouelle.....	4
Figure 2. Vue de la microfalaise et de la plage de Rivière-Ouelle en regardant vers le sud-ouest.....	5
Figure 3. Bassins versants et bathymétrie de la région de Rivière-Ouelle.....	5
Figure 4. Origine et nature des dépôts de surface du secteur à l'étude. Modifié de Vielllette et coll., 2017.....	6
Figure 5. Rose des vents de station La Pocatière, 1er janvier 1996 au 31 décembre 2013. Source : Environnement Canada (Norda Stelo 2017).....	7
Figure 6. Rose des vagues au large de la zone de restauration projetée entre 1er janvier 1996 et le 31 décembre 2013. Source Environnement Canada (Norda Stelo 2017).	8
Figure 7. Carte de la cellule hydrosédimentaire de la Pointe de Rivière-Ouelle modifié de : Drejza et coll., 2014.....	9
Figure 8. Données historiques glacielles de l'estuaire du Saint-Laurent entre 1969 et 2016. La couleur est basée selon les anomalies en fonction des données historiques entre 1981 et 2010 (le bleu représente une durée plus longue ainsi qu'un volume plus grand et inversement une durée courte et un volume plus petit pour le rouge). Modifié de : Galbraith et al, 2017.	11
Figure 9. Territoire et espèces à statut particulier près de la zone de restauration projetée.....	12
Figure 10. Marais de l'Anse-aux-Iroquois à marée haute.	13
Figure 11. Occupation du sol dans le secteur de la zone de restauration projetée à Rivière-Ouelle.....	14
Figure 12. Plan de zonage du site de restauration de l'Anse-aux-Iroquois.	15
Figure 13. Zone d'inventaire floristique de la plage et du marais.	16
Figure 14. Inventaire floristique de Rivière-Ouelle.	17
Figure 15. Localisation de l'inventaire ichtyologique.	18
Figure 16. Trait de senne dans l'Anse-aux-Iroquois à Rivière-Ouelle.	18
Figure 17. Point d'observation ornithologique.....	19
Figure 18. Segmentation côtière de Rivière-Ouelle.	20
Figure 19. Nomenclature des segments d'une terrasse de plage stable.	21

Figure 20. Hydrosère littorale d'un marais salé (d'après Joubert, J.É. & F. Bruaux 2009. La baie de Rimouski : Des habitats côtiers en milieu urbain. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec, 167 p.).....	23
Figure 21. Représentation des composantes principales d'un levé de photographie aérienne par cerf-volant.....	25
Figure 22. Caméra de suivi installée avec un panneau solaire et une batterie.	26
Figure 23. Spergulaire des marais salés (<i>Spergularia salina</i>) sur une laisse de marée piégée dans une anfractuosité des rochers.....	27
Figure 24. Habitats naturels d'intérêt pour la restauration à Rivière-Ouelle.....	28
Figure 25. Plage entre les deux étages du marais salé.....	30
Figure 26. Schorre inférieur du marais salé.....	30
Figure 27. Plage à l'ouest du cours d'eau de la Grève.....	32
Figure 28. Schorre supérieur du marais salé à l'ouest du cours d'eau de la Grève. .	34
Figure 29. Espèces de poisson capturées durant l'inventaire à Rivière-Ouelle.	35
Figure 30. Diversité et quantité de poissons capturés lors de l'inventaire d'août 2019.	37
Figure 31. Taille moyenne des espèces de poissons capturés tous engins confondus.	38
Figure 32. Site de nidification de l'hirondelle de rivage.....	39
Figure 33. Localisation de la zone de nidification des hirondelles de rivage dans l'Anse-aux-Iroquois.....	40
Figure 34. Caractérisation côtière et graphique synthèse des systèmes côtiers de la zone à l'étude de l'Anse-aux-Iroquois.....	44
Figure 35. Différents types de côte rencontrés dans l'Anse-aux-Iroquois.....	45
Figure 36. Synthèse de l'artificialisation du littoral de la zone à l'étude de l'Anse-aux-Iroquois.....	47
Figure 37. Synthèse de l'état de la côte de la zone à l'étude de l'Anse-aux-Iroquois.	48
Figure 38. �volution historique de la ligne de rivage de l'Anse-aux-Iroquois entre 1961 et 2015.....	51
Figure 39. �volution de la superficie du schorre inférieur de l'Anse-aux-Iroquois entre 1990 et 2015.....	53
Figure 40. �volution de la superficie du schorre supérieur de l'Anse-aux-Iroquois entre 1990 et 2015.....	54

Figure 41. Zone couverte par le levé d'imagerie aérienne SIMBA du 18 juin 2019 dans l'Anse-aux-Iroquois.....	55
Figure 42. Orthomosaique de la zone de restauration projetée.	56
Figure 43. Profils topographiques de la zone de restauration projetée dans l'Anse-aux-Iroquois.....	57
Figure 44. Carte de la restauration des habitats côtiers à Rivière-Ouelle.....	59
Figure 45. Zone d'extraction de spartine alterniflore dans l'Anse-aux-Iroquois.	60
Figure 46. Zone d'extraction et de plantation dans le marais de l'Anse-aux-Iroquois.	61
Figure 47. Croquis des patrons de plantation dans la zone de plantation d'arrière-plage.....	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Données hydrographiques sur le secteur de Rivière-Ouelle. Toutes ces hauteurs sont en fonction du niveau zéro des cartes (Source : Pêches et Océans Canada).....	10
Tableau 2. Inventaire de la pointe rocheuse.	29
Tableau 3. Inventaire du marais nord-est.....	31
Tableau 4. Inventaire de la plage sud-ouest.....	33
Tableau 5. Inventaire du marais sud-ouest.	34
Tableau 6. Données sur la taille des poissons capturés lors de l'inventaire.....	36
Tableau 7. Liste des espèces d'oiseaux observés dans l'Anse-aux-Iroquois (les espèces en caractère gras sont à statuts particuliers ou rares).....	41
Tableau 8. Taux de déplacement historiques moyens de l'Anse-aux-Iroquois et de la zone de restauration projetée.....	52
Tableau 9. Estimation des coûts des travaux de reprofilage de la microfalaise.....	63
Tableau 10. Description de la tarification des travaux de végétalisation prévus.....	65
Tableau 11. Calendrier de réalisation des travaux de reprofilage et de plantations.....	66

RÉSUMÉ

Le secteur de l'Anse-aux-Iroquois possède une grande diversité d'habitats pour la faune ichtyenne et aviaire. La présence combinée d'une vasière, d'un marais maritime et d'une plage sablo-graveleuse en fait un écosystème clé pour la préservation d'habitats essentiels de différentes espèces animales et végétales. Plusieurs témoins d'érosion dans cette anse ont amené l'équipe du Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, en collaboration avec la municipalité de Rivière-Ouelle, à intervenir concrètement pour limiter les impacts de cet aléa.

Le présent document fait état de la première étape du projet, soit une caractérisation biophysique de la cellule hydrosédimentaire de l'Anse-aux-Iroquois. Il sera présenté en détail le site potentiel pour la restauration de l'habitat du poisson dans le cadre d'un projet financé par Pêches et Océans Canada. La caractérisation biologique et géomorphologique fut réalisée durant le printemps et l'été 2019.

La caractérisation du territoire a permis d'obtenir un portrait global et actuel du secteur d'étude de l'Anse-aux-Iroquois. L'état des différents habitats côtiers fut évalué par des inventaires sur le terrain ainsi qu'une cartographie aérienne de basse altitude à haute résolution. De manière générale, le marais semble en bonne santé malgré la présence de dégradation dans certains secteurs. Des inventaires fauniques et floristiques ont permis d'établir une liste représentative (non exhaustive) des espèces présentes dans ce milieu naturel.

L'analyse de photographies aériennes anciennes et récentes a permis de constater les tendances de l'évolution historique de la ligne de rivage qui ont généré la morphologie actuelle de la côte. Les résultats ont démontré que le déplacement moyen des berges varie entre -0,08 m/an et -0,44 m/an entre 1961 et 2015. Toutefois, on observe une migration des habitats côtiers vers les terres agricoles causée par l'érosion côtière.

Les résultats morphologiques obtenus suite à l'analyse des données des levées du Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude (SIMBA) ont permis de dresser un portrait global de la zone de restauration projetée. Un modèle numérique d'élévation du secteur a aussi été généré ce qui permettra de suivre en détail l'évolution des travaux futurs et d'assurer un suivi géomorphologique précis.

Afin de limiter le phénomène d'érosion et d'améliorer la capacité de résilience du milieu, un projet de transplantation dans le marais, de reprofilage de la berge et de plantation de végétaux indigènes est prévu pour l'été 2020. Ce qui représente une superficie de 2 066 m² d'habitats du poisson restaurés.

MISE EN CONTEXTE

Depuis 2011, le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire (ZIPSE) travaille activement à la restauration d'habitats côtiers, avec les organismes et communautés côtières régionaux. C'est près d'une quinzaine de projets de restauration qui ont déjà été réalisés dans différents types d'habitats côtiers représentant plus de 23 000 m² d'habitats côtiers restaurés. Ainsi la ZIPSE désire poursuivre ses efforts de restauration d'habitats côtiers à s'adapter aux effets des changements climatiques et aux pressions exercées par les activités humaines.

À l'automne 2017, le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire a débuté un projet financé par le Fonds pour la restauration côtière de Pêches et Océans Canada appelé : Restauration d'habitats côtiers sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Ce projet est d'une durée de cinq ans et vise à restaurer des habitats ayant une grande diversité d'habitats côtiers clés afin d'augmenter leur résilience face aux changements climatiques. Le projet vise également à atténuer les menaces affectant les populations de poissons fourragers typiques de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Plus précisément, le projet a comme objectifs de :

1. Procéder à une caractérisation sommaire des habitats côtiers entre Berthier-sur-Mer et Les Méchins afin de cibler et prioriser les sites nécessitant des actions de restauration côtière à l'échelle du territoire;
2. Réaliser une caractérisation approfondie (physique et biologique) des sites visés pour la restauration, et ce, afin d'identifier les actions adéquates à entreprendre en fonction des caractéristiques du milieu;
3. Réaliser la restauration des sites;
4. Favoriser et renforcer la capacité des collectivités locales à maintenir et restaurer les habitats aquatiques;
5. Effectuer le suivi des sites restaurés.

L'Anse-aux-Iroquois, à Rivière-Ouelle, fait partie des sites à restaurer dans le cadre de ce présent projet. Ce secteur est riche puisqu'on y retrouve une vasière, un marais et une plage créant un environnement diversifié et idéal pour la faune ichthyenne. De plus, l'embouchure de la rivière Ouelle se retrouve à quelques kilomètres. Cette dernière contient la plus grande frayère d'éperlan arc-en-ciel (population du sud de l'estuaire) une espèce ayant le statut de vulnérable selon le LEMV¹ (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec, 2008). On retrouve également

¹ LEMV : Loi sur les espèces menacées ou vulnérables

dans les anses à l'est et à l'ouest de son embouchure des aires de concentration importante de larves et de juvéniles de l'espèce.

La caractérisation sommaire réalisée à l'été 2018 avait déjà permis d'identifier ce site comme étant d'intérêt pour la restauration côtière. En effet, la visite terrain avait permis de remarquer que le marais était en érosion, particulièrement près de l'embouchure du cours d'eau de la Grève. La zone de transition entre le schorre inférieur et supérieur était marquée par des encoches d'érosion et quelques lambeaux de schorre par endroit. De plus, il a été remarqué, par endroit, que la microfalaise d'érosion au niveau de la plage était un habitat de nidification d'hirondelles sur deux petits tronçons à l'est et à l'ouest de l'embouchure du cours d'eau. La présence de cordon de sable sur le marais démontrait aussi un secteur en transformation, ou du moins une zone de transition entre deux types de côtes, soit la terrasse de plage et le marais maritime. Pour ces raisons, cette étape initiale valide le choix de ce site pour des raisons géomorphologiques, mais aussi pour son intérêt ichtyologique.

La première étape du projet de restauration côtière de l'Anse-aux-Iroquois fût la réalisation d'une caractérisation biophysique du milieu côtier. Cette étape est cruciale, car elle a permis d'identifier les actions adéquates à entreprendre en fonction des caractéristiques du milieu. Celle-ci se décline en deux volets :

1. Caractérisation biologique par un inventaire ichtyologique, floristique et ornithologique;
2. Caractérisation géomorphologique par l'évolution historique de la côte grâce à la photo-interprétation d'imageries aériennes historiques, la segmentation côtière ainsi que des relevés topographiques à l'aide d'une plateforme d'imagerie aérienne de basse altitude.

Cette première étape mènera aux travaux de restauration qui seront réalisés au printemps et à l'été 2020. Un suivi des travaux sera par la suite réalisé pour les deux prochaines années.

1 DESCRIPTION DE L'AIRE D'ÉTUDE

1.1 LOCALISATION DE L'AIRE D'ÉTUDE

La zone d'étude est située sur la rive sud de l'estuaire moyen du Saint-Laurent dans la municipalité de Rivière-Ouelle, faisant partie de la MRC du Kamouraska. La zone à l'étude se trouve au nord-est de l'embouchure de la rivière Ouelle, dans l'Anse-aux-Iroquois. La zone de restauration projetée, quant à elle, est située au sud-ouest du cours d'eau de la Grève (Figure 1).

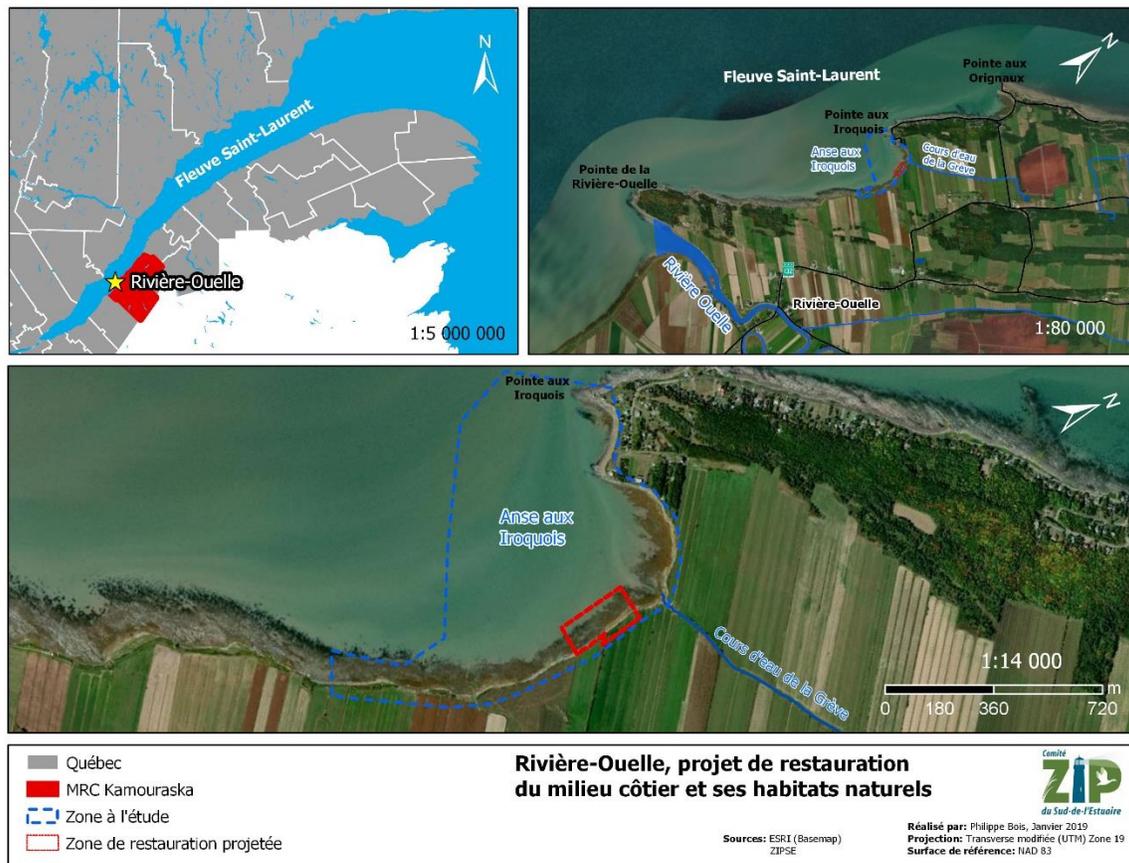


Figure 1. Localisation du secteur à l'étude et de la zone de restauration projetée à Rivière-Ouelle. La zone à l'étude fait 1 850 m de longueur et est bordée au nord par la Pointe aux Iroquois et se termine à 470 m au sud d'un petit cours d'eau agricole (Figure 2).



Figure 2. Vue de la microfalaise et de la plage de Rivière-Ouelle en regardant vers le sud-ouest.

Dans la région de Rivière-Ouelle, deux bassins versants déversent leurs eaux dans l'estuaire du Saint-Laurent, soit le bassin Ouelle et le bassin des bras (Figure 3). Cependant, la zone de restauration projetée fait plutôt partie d'un bassin versant résiduel² contenant des cours d'eau de moins grande importance, dont le cours d'eau de la Grève.

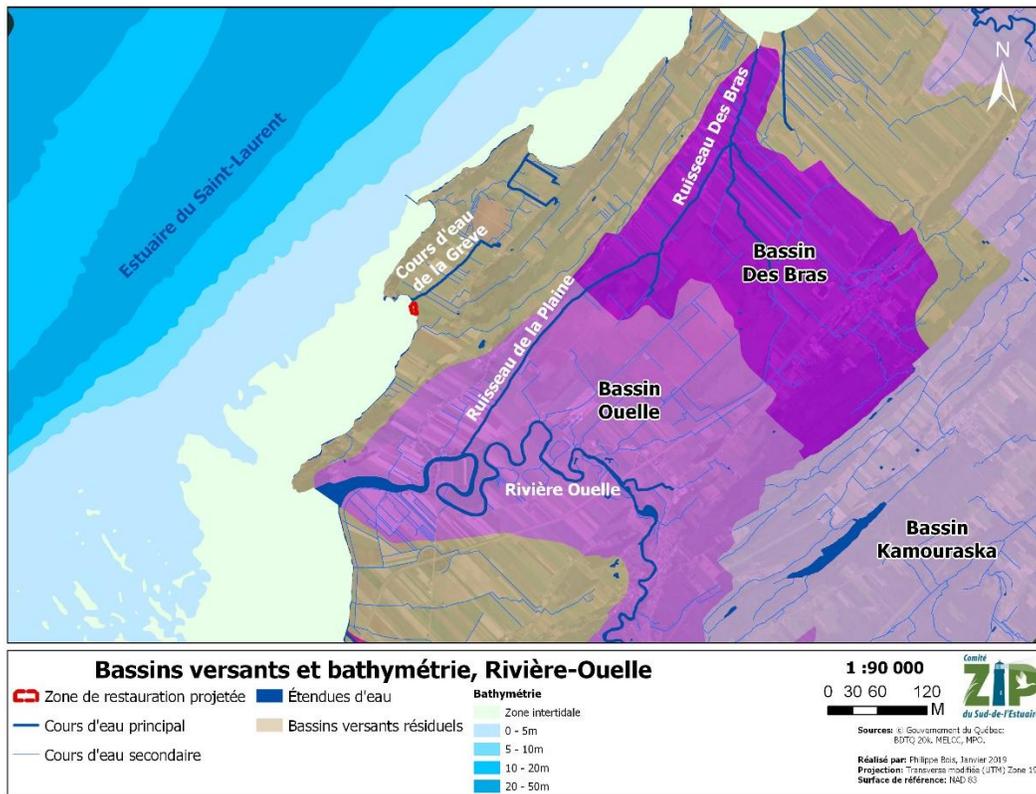


Figure 3. Bassins versants et bathymétrie de la région de Rivière-Ouelle.

² La dénomination « résiduel » indique qu'aucun organisme de bassin versant ne gère ce dernier.

1.2 CONTEXTE GLACIAIRE

Le paysage du secteur à l'étude fut modelé en partie par la dernière période glaciaire. En effet, après la fonte de l'inlandsis laurentidien, les eaux ont envahi l'estuaire du Saint-Laurent ce qui a engendré une montée du niveau de la mer (Dionne, 1977, 1997b). Ainsi, la mer de Goldthwait a submergé la zone du littoral actuel de Rivière-Ouelle et y a déposé des sédiments marins le long de son littoral, entre les reliefs appalachiens (Dionne 2002 ; Héту 1994). De cette façon, les sols des terres agricoles entourant la zone de restauration projetée sont d'origine marine. La nature des dépôts de surface de la région de Rivière-Ouelle sont des sédiments d'eau profonde (Mo) et littoraux (Mn) (Veillette *et coll.* 2017) (Figure 4).

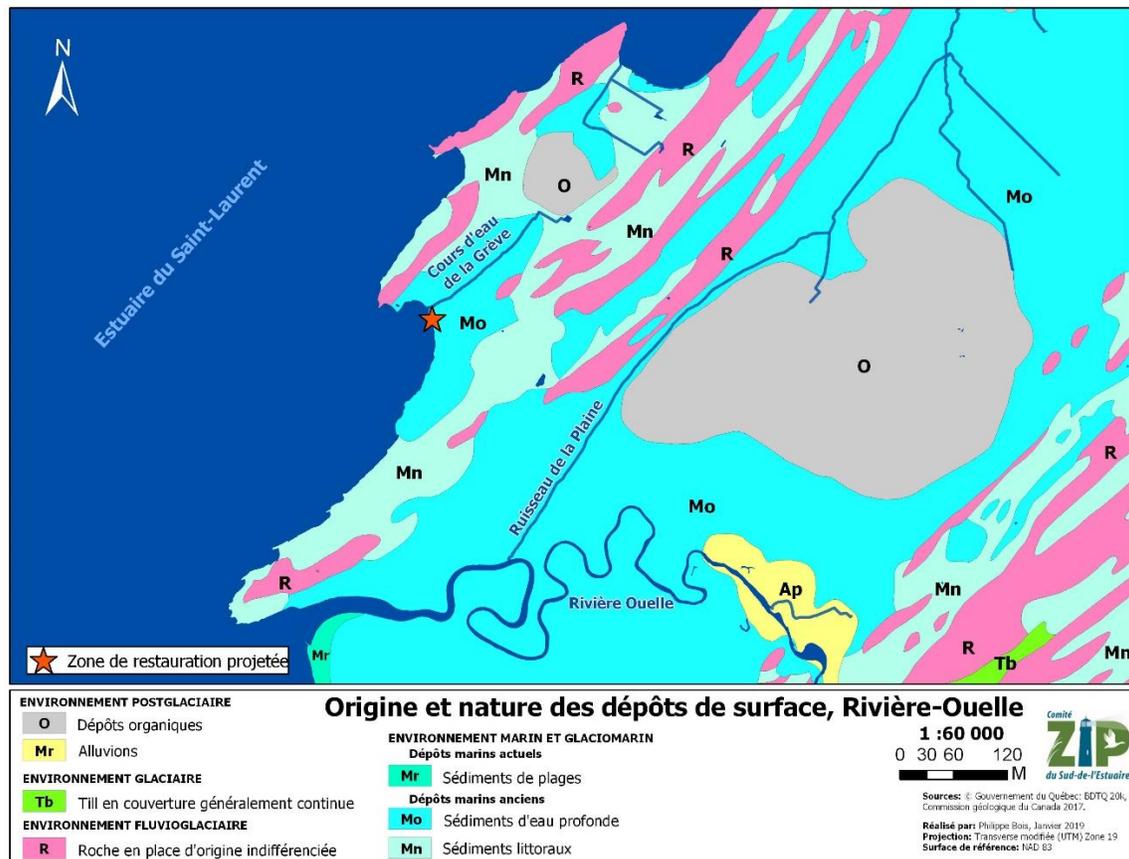


Figure 4. Origine et nature des dépôts de surface du secteur à l'étude. Modifié de Viellet et coll., 2017.

1.3 CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES

1.3.1 Vitesse et direction des vents

La Figure 5 présente la vitesse du vent (km/h) selon la direction sur une rose des vents d'après les enregistrements faits entre 1996 et 2013 à la station de La Pocatière située à 9,6 km au sud de la zone d'étude. Celle-ci démontre que les principales directions des plus forts vents sont du sud-ouest, de l'ouest et du nord-est. Puisque l'orientation de la zone à l'étude et de la zone de restauration projetée est ouest, le littoral est vulnérable aux vagues de tempête provenant de cette direction d'autant plus que le secteur n'est pas protégé par un obstacle comme une île ayant la possibilité de limitée le fetch³ des vents générant la houle. Cependant, le secteur bénéficie de la pointe aux Iroquois qui obstrue les vagues générées par les vents du nord-est.

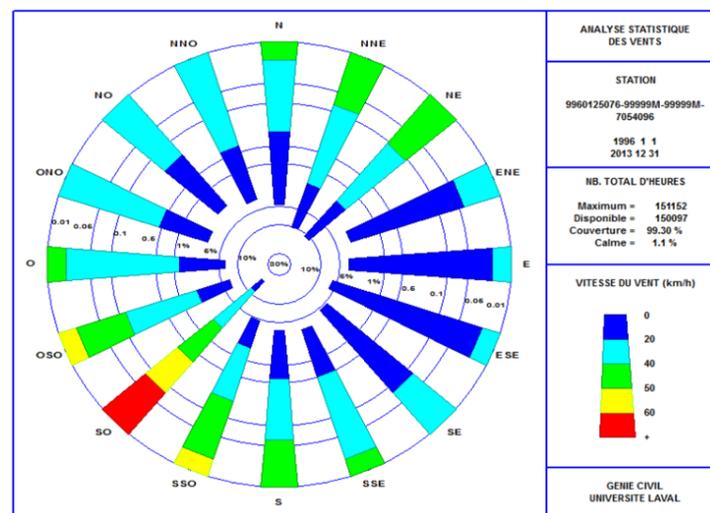


Figure 5. Rose des vents de station La Pocatière, 1er janvier 1996 au 31 décembre 2013. Source : Environnement Canada (Norda Stelo 2017).

1.3.2 Vagues et transport sédimentaire

Dans l'estuaire du Saint-Laurent, la relation est étroite entre le vent et les vagues puisque celles-ci dépendent de la vitesse du vent ainsi que la durée pendant laquelle il souffle et du fetch soit l'étendue d'eau entre la zone de genèse de l'onde et la côte (Paskoff, 2012). Les vagues d'ailleurs un des facteurs importants du déplacement des sédiments sur la côte. Les vagues les plus hautes proviennent du sud-ouest et du nord-nord-est (Figure 6). Selon les analyses statistiques des vagues issues du rapport

³ Distance sur laquelle le vent peut souffler sans rencontrer d'obstacle sur un plan d'eau.

de Norda Stelo (2017), les plus hautes vagues peuvent atteindre une hauteur approximative de 3,5 à 4 mètres.

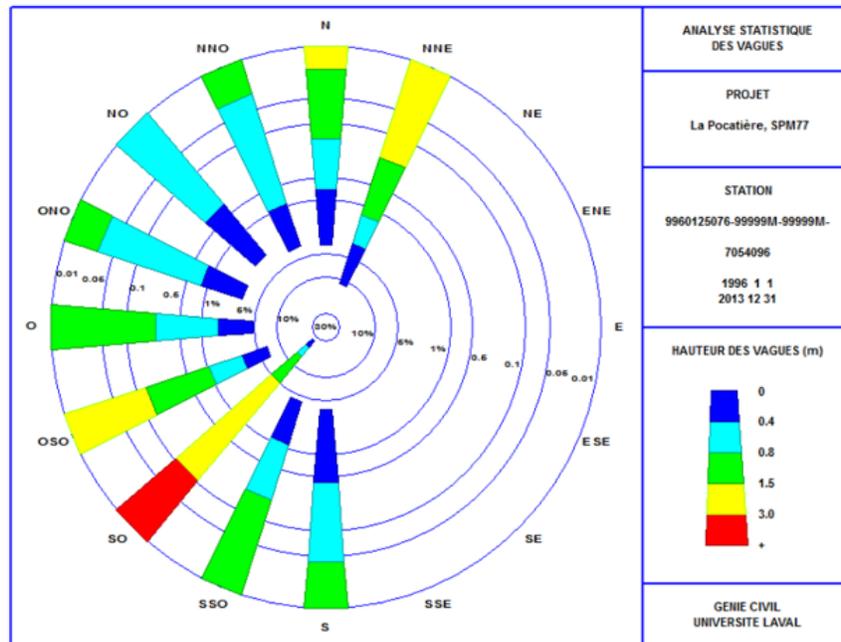


Figure 6. Rose des vagues au large de la zone de restauration projetée entre 1er janvier 1996 et le 31 décembre 2013. Source Environnement Canada (Norda Stelo 2017).

La zone de restauration projetée fait partie de la cellule hydrosédimentaire de la Pointe de Rivière-Ouelle, qui s’insère dans l’unité de Rivière-Ouelle (Figure 7) (Drejza et coll., 2014). La cellule de la Pointe de Rivière-Ouelle débute à la Pointe aux Iroquois, non loin de la zone de restauration projetée, et se termine à l’embouchure de la Rivière-Ouelle, totalisant 4,92 km linéaires.

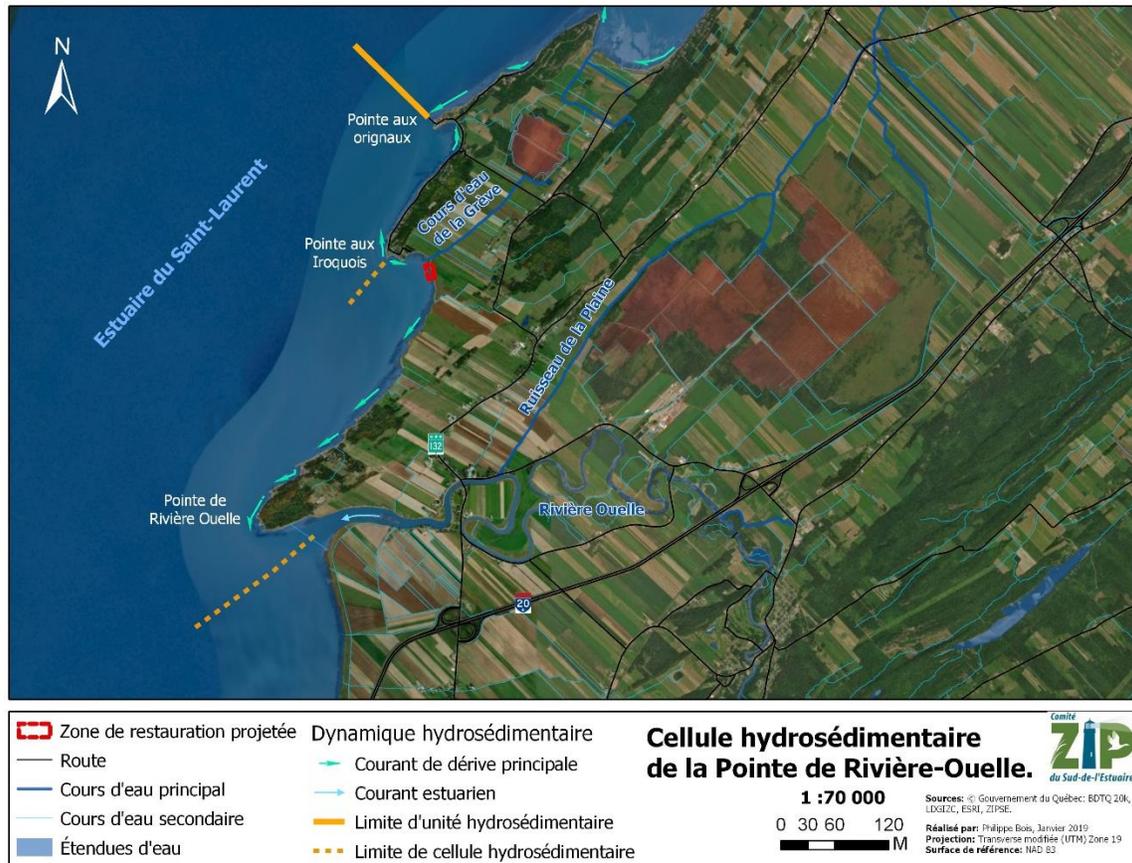


Figure 7. Carte de la cellule hydrosédimentaire de la Pointe de Rivière-Ouelle modifié de : Drejza et coll., 2014.

Depuis la Pointe aux Iroquois, le sens de la dérive littorale principale de cette cellule hydrosédimentaire se fait en direction du sud-ouest vers la limite méridionale de la Pointe de Rivière-Ouelle. Une cellule hydrosédimentaire est une entité géomorphologique dans laquelle les sédiments de plage migrent à l'intérieur de celle-ci latéralement, mais peuvent aussi en être exclus en étant transportés vers le large lors d'événements de tempête ou par les glaces flottantes à la dérive au printemps.

1.3.3 Marée et niveaux d'eau

Les informations concernant la marée et les niveaux d'eau sont importants pour les interventions prévues sur la zone de restauration projetée. En effet, ces données sont utiles pour dimensionner et prévoir les travaux de restauration côtière. Les données hydrographiques les plus près se situent à 2,5 km au nord-est du site à la station du port de Pointe-aux-Originaux, à Rivière-Ouelle (Tableau 1). Ce secteur est soumis à un cycle de marée de type semi-diurne, dont le marnage est de 4,1 m en période de marée moyenne, à 6,2 m lors de grande marée. La hauteur maximale atteinte par la colonne d'eau lors des pleines mers supérieures de grandes marées est de 6,2 m au-dessus du zéro des cartes.

Tableau 1. Données hydrographiques sur le secteur de Rivière-Ouelle. Toutes ces hauteurs sont en fonction du niveau zéro des cartes⁴ (Source : Pêches et Océans Canada).

Localité	Rivière-Ouelle		
Port de référence	Pointe-aux-Orignaux		
Station	3160		
Type de marée	Semi-diurne		
Marnage	Marée moyenne		4,1 m
	Grande marée		6,2 m
Hauteur	Pleine mer supérieure	Marée moyenne	5,3 m
		Grande marée	6,2 m
	Basse mer inférieure	Marée moyenne	1,1 m
		Grande marée	0,1 m
Extrêmes enregistrés	Extrême de pleine mer		-
	Extrême de basse mer		-
Niveau moyen des mers			3,2 m

Il est important de considérer les impacts des changements climatiques sur les niveaux d'eau observés. Au niveau mondial, on observe une amplification des aléas côtiers causée principalement par l'élévation du niveau marin, l'une des conséquences les plus discutées du réchauffement climatique (GIEC, 2019). D'après l'étude de Boyer-Villemare *et coll.* (2016), il y aurait une augmentation nette du niveau marin relatif de l'ordre de 22 cm à Rivière-Ouelle d'ici 2055. Ainsi, des débordements côtiers tels que ceux observés lors de la tempête du 6 décembre 2010 pourraient survenir tous les 7 ans.

1.3.4 Glaces

La dynamique sédimentaire de la zone côtière de l'estuaire du Saint-Laurent est fortement influencée par des processus glaciels qui contribuent à la sédimentation, au transport et à l'érosion des sédiments (Drapeau, 1992; Centre Saint-Laurent, 1996). La glace située sur la frange supérieure du littoral est nommée pied de glace de haut estran par Dionne (1973) et est généralement de même largeur sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent, soit entre 20 et 50 mètres. La largeur de la glace de bas estran soumise au battement des marées est quant à elle plus variable puisqu'elle se développe selon différents paramètres tels que la thermodynamique, l'exposition de la côte aux vents et la géomorphologie du littoral (Senneville *et coll.*, 2013). Pour le secteur de La Pocatière, elle mesure entre 300 et 700 m (Dionne, 1973). Sa période

⁴ Le zéro des cartes (ou zéro hydrographique) correspond au niveau atteint par les plus basses mers. Pour avoir la valeur géodésique (CGVD28), soustraire 3,01 m.

s'étendant sur approximativement cent jours (Drapeau et *coll.* 1981) entre décembre et début avril. Toutefois, les changements climatiques affecteront le nombre de jours où la glace de bas estran sera présente tout en augmentant le nombre de jours où il est fragmenté dans l'horizon 2040-2070 (Senneville et *coll.*, 2013). Ces mêmes auteurs mentionnent qu'un recul du front du pied de glace signifie une érosion accentuée sur la plage et les marais maritimes puisque les vagues qui se reflètent sur cet escarpement ont pour effet de favoriser les processus d'affouillement à la base et génèrent un abaissement de l'estran à cet endroit. De plus, les glaces flottantes constituent un des principaux agents sédimentologiques dans les zones littorales du Saint-Laurent en emprisonnant dans les couches inférieures des morceaux de schorre et des sédiments littoraux pouvant être évacués de la zone par les vagues et courants (Dionne, 1973).

Sur la Figure 8, les données historiques glacielles de l'estuaire du Saint-Laurent présentent la durée de la saison de glace ainsi que le volume maximum de glace entre 1969 et 2016. La tendance des quinze dernières années montre des saisons d'englacement plus courtes montrant un volume maximum de glace plus faible. Les auteurs mentionnent qu'il existe une forte corrélation entre la température de l'air et la durée de la saison glacielle et que durant certaines saisons, « l'englacement de l'estran n'a tout simplement pas mené à la formation d'un pied de glace complet » (Galbraith et *coll.*, 2017).

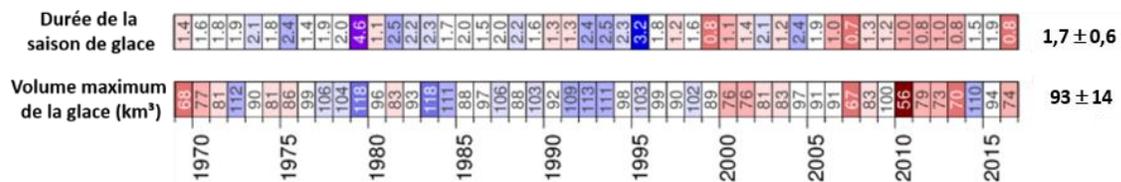


Figure 8. Données historiques glacielles de l'estuaire du Saint-Laurent entre 1969 et 2016. La couleur est basée selon les anomalies en fonction des données historiques entre 1981 et 2010 (le bleu représente une durée plus longue ainsi qu'un volume plus grand et inversement une durée courte et un volume plus petit pour le rouge). Modifié de : Galbraith et al, 2017.

La diminution du couvert de glace sur le Saint-Laurent et l'augmentation de la fréquence ou de l'incidence des tempêtes aura un double impact, soit l'augmentation du nombre ou de la force des épisodes érosifs et la diminution du pouvoir protecteur de la banquise en période hivernale, au moment où la côte est particulièrement vulnérable parce qu'il n'y a plus de végétation pour retenir le sol (Dionne, 1973; Neumeier et *coll.*, 2013; Senneville et *coll.*, 2014; Van-Wierts et *coll.*, 2016; Galbraith et *coll.*, 2017).

1.4 HABITATS NATURELS D'INTÉRÊT

À Rivière-Ouelle, on retrouve quelques mentions d'espèce possédant un statut tant au niveau fédéral que provincial ainsi que de nombreux territoires à statut particulier (Figure 9). On retrouve quatre aires de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA) adjacentes au secteur d'étude. La zone de restauration projetée se retrouve dans l'ACOA de la Pointe-aux-Iroquois. Ce secteur est également situé dans une zone de concentration importante pour plusieurs espèces de poissons tels que le bar rayé, l'éperlan arc-en-ciel, l'alose savoureuse et le poulamon atlantique. De plus, la zone de restauration projetée est à proximité de la route migratoire de l'anguille, de l'alose et de l'esturgeon noir.

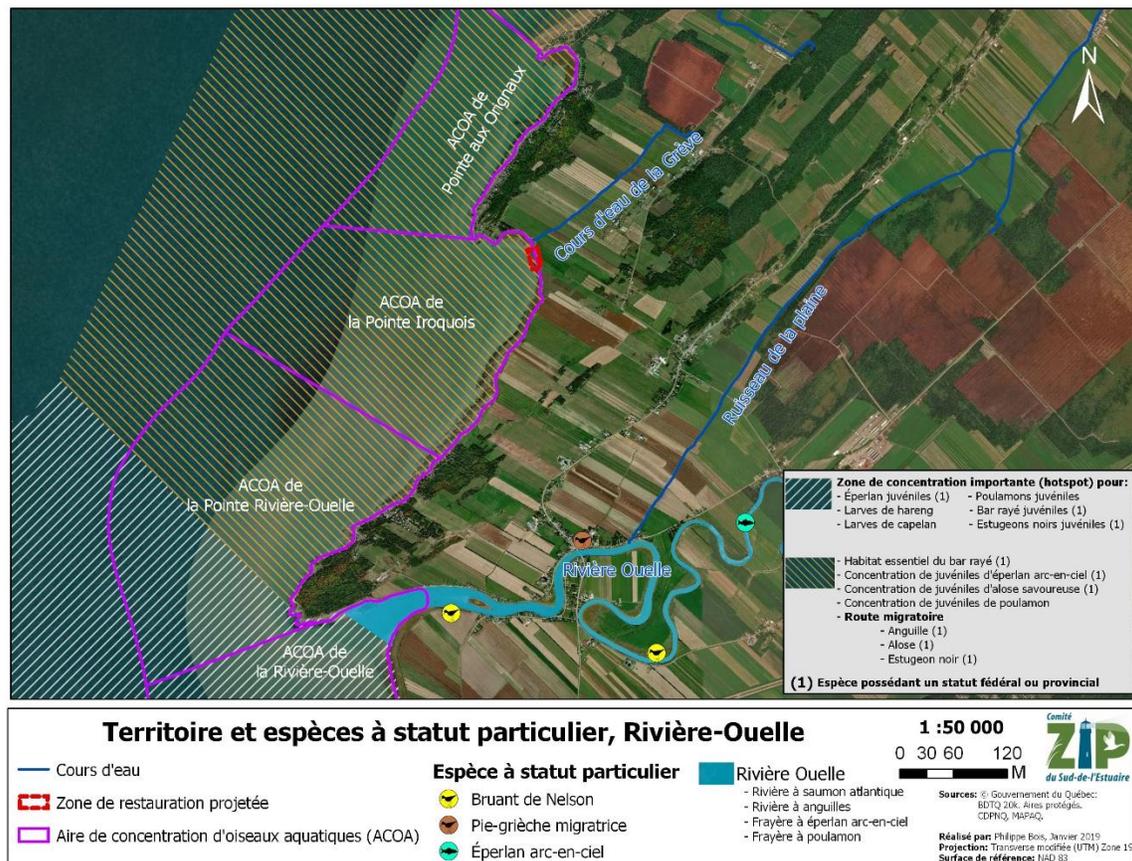


Figure 9. Territoire et espèces à statut particulier près de la zone de restauration projetée.

L'Anse-aux-Iroquois se retrouve à quelques kilomètres de l'embouchure de la rivière Ouelle qui est un site de reproduction important pour plusieurs espèces de poissons. De plus, les larves et les poissons juvéniles bénéficient du marais pour se cacher des prédateurs, mais aussi pour se nourrir et grandir (Figure 10). La grande slikke de l'Anse-aux-Iroquois permet également aux poissons, oiseaux et crustacés de trouver de la nourriture en abondance puisque les premiers centimètres contiennent une biomasse très importante.

La Rivière-Ouelle est également utilisée par plusieurs espèces d'oiseaux et poissons, notamment, les berges de la rivière sont utilisées par le bruant de Nelson et par la pie-grièche migratrice, qui sont des espèces à statut particulier. On retrouve dans la rivière une frayère à éperlan arc-en-ciel et à poulamon atlantique. C'est également un milieu ayant le statut de rivière à anguille d'Amérique et à saumon atlantique.



Figure 10. Marais de l'Anse-aux-Iroquois à marée haute.

1.5 OCCUPATION DU SOL ET ZONAGE

Le territoire de la municipalité de Rivière-Ouelle est principalement agricole (Figure 11). On retrouve aussi une petite superficie boisée le long du fleuve et dans les terres.

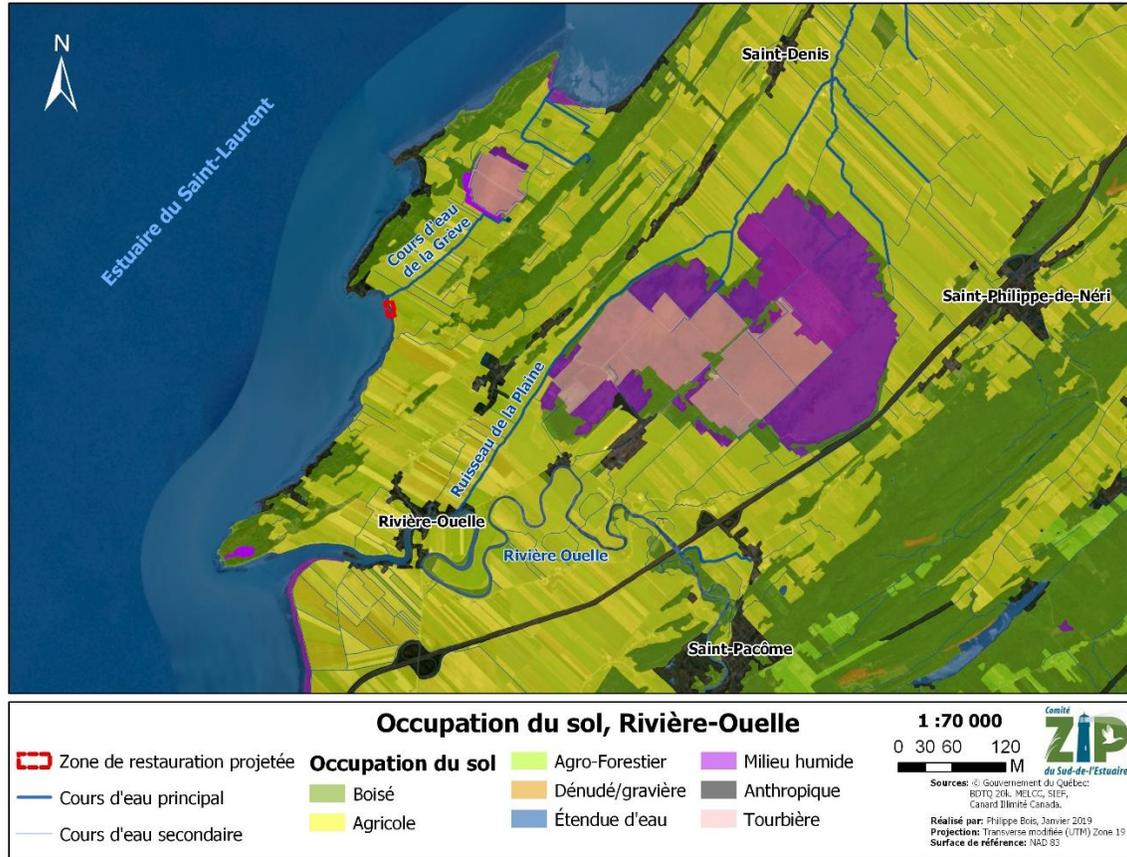


Figure 11. Occupation du sol dans le secteur de la zone de restauration projetée à Rivière-Ouelle.

On remarque les superficies anthropisées principalement le long de la route 132, au niveau de la municipalité de Rivière-Ouelle, en bordure de la rivière et en bordure du fleuve. Le secteur de la zone de restauration projetée de l'Anse-aux-Iroquois se retrouve entièrement en territoire agricole (Figure 12).

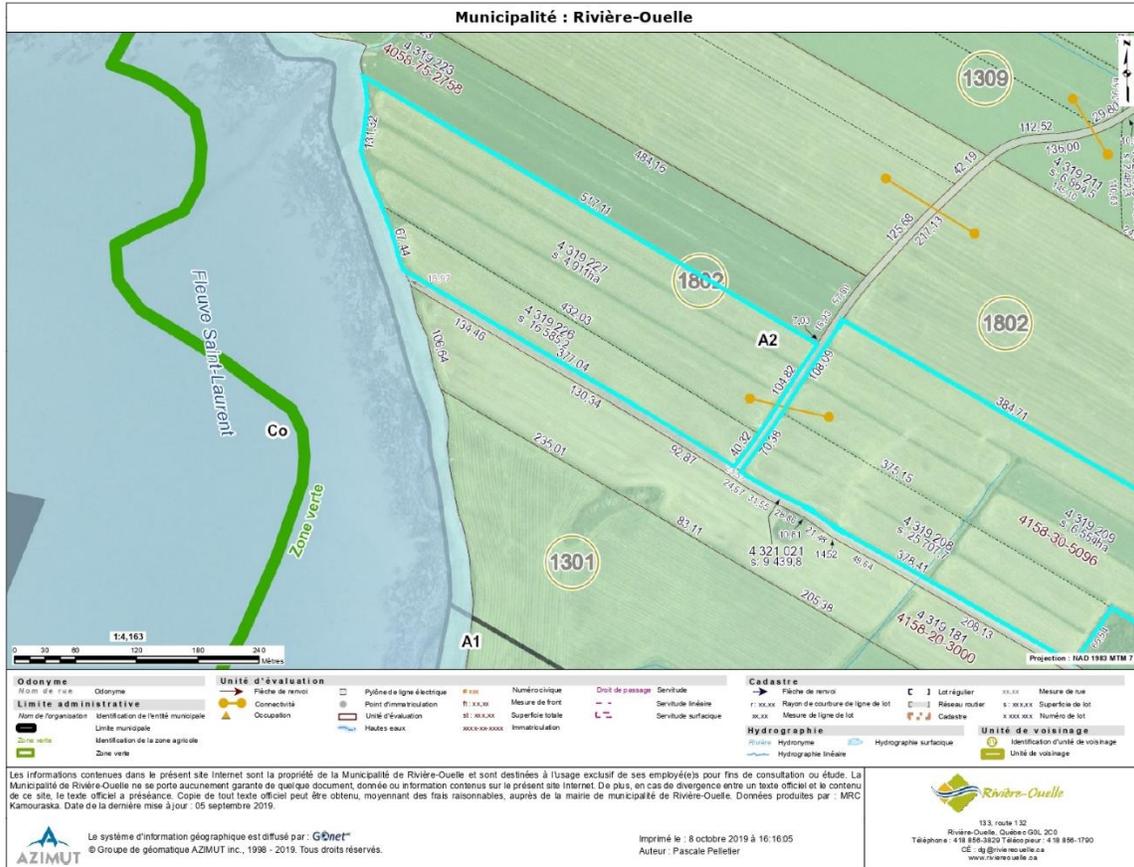


Figure 12. Plan de zonage du site de restauration de l'Anse-aux-Iroquois.

La pêche à l'anguille d'Amérique a eu une influence importante sur le territoire de Rivière-Ouelle. Cette pêche est réalisée sur le territoire depuis plus de 200 ans. Les pêcheurs utilisaient un cheval et un tombereau par le passé et un tracteur et une remorque aujourd'hui, deux fois par jour, pour récolter le fruit de leur pêche (Douville 2017). Ceux-ci ont donc, avec le temps, façonné la berge où ils circulaient pour se rendre à leur installation.

2 MÉTHODOLOGIE

La caractérisation du secteur de l'Anse-aux-Iroquois et des environs se divise en deux volets; biologique et géomorphologique. La caractérisation biologique comprend trois inventaires; botanique, ornithologique et ichtyologique. La caractérisation géomorphologique comprend; une segmentation de la zone côtière, une analyse historique de l'évolution de la côte et des levés topographiques.

2.1 CARACTÉRISATION BIOLOGIQUE

Afin de connaître les bénéfices qu'apporteront les travaux de restauration à la végétation et la faune, il est primordial de bien connaître l'état des populations des espèces végétales, ichtyennes et aviaires, déjà présentes sur le site. C'est pourquoi des inventaires ont été réalisés au printemps et à l'été 2019.

2.1.1 Inventaire floristique

L'inventaire floristique visait à déterminer les différentes communautés végétales présentes dans le secteur de l'Anse-aux-Iroquois, particulièrement au niveau du secteur de la plage et du marais salé qui sera restauré (Figure 13).



Figure 13. Zone d'inventaire floristique de la plage et du marais.

Les inventaires floristiques ont été menés de 2 manières, soit : en marchant aléatoirement dans les différents habitats en longeant principalement la ligne de rivage et par points de contrôle dans chaque grande communauté végétale distincte (Figure 14). Les communautés végétales ont été géolocalisées avec un outil de positionnement géographique de haute précision (*Digital Global Positioning System, DGPS*). La plupart des espèces ont été identifiées sur place, mais quelques spécimens ont été récoltés pour identification ultérieure. L'identification des plantes se basait sur une multitude de sources (Newcomb, 1983; Fleurbec, 1985 et 1987; Gauthier, 2000; Marie-Victorin, 2001; eFlora.org, 2004; Landry, 2013; Arsenault et coll., 2013; Lapointe, 2014 et FloraQuebeca, 2019) et les dernières mises à jour taxonomiques de Brouillet et coll., 2010. L'identification des limites des zones de végétation de l'hydrosère littorale se base sur la méthode de Bazoges, Lachance et Villeneuve (2015) et celle de Gratton et coll. (2007).



Figure 14. Inventaire floristique de Rivière-Ouelle.

2.1.2 Inventaire ichtyologique

La campagne de terrain fut réalisée du 14 au 16 août 2019 (Figure 15). Cette période de l'année fut favorisée puisque les juvéniles des espèces de poissons se retrouvant dans le Saint-Laurent sont de plus grandes tailles, donc plus faciles à identifier en diminuant les mortalités et les blessures. Pour plus d'information concernant les méthodes utilisées lors de l'inventaire ichtyologique, veuillez consulter le document « Protocole d'échantillonnage ichtyologique 2018-2022 » (Noël et coll., 2018). L'inventaire ichtyologique a été réalisé à l'aide de deux types d'engins de pêche. Premièrement, un verveux a été installé pour une période couvrant trois cycles de marée. Une visite de celui-ci, à chaque marée basse, a été faite afin d'identifier, dénombrer tous les individus et en mesurer trente par espèce directement in situ les poissons capturés. Il y a eu également trois sessions de traits de senne qui ont aussi été réalisées entre chaque visite du verveux (Figure 16).

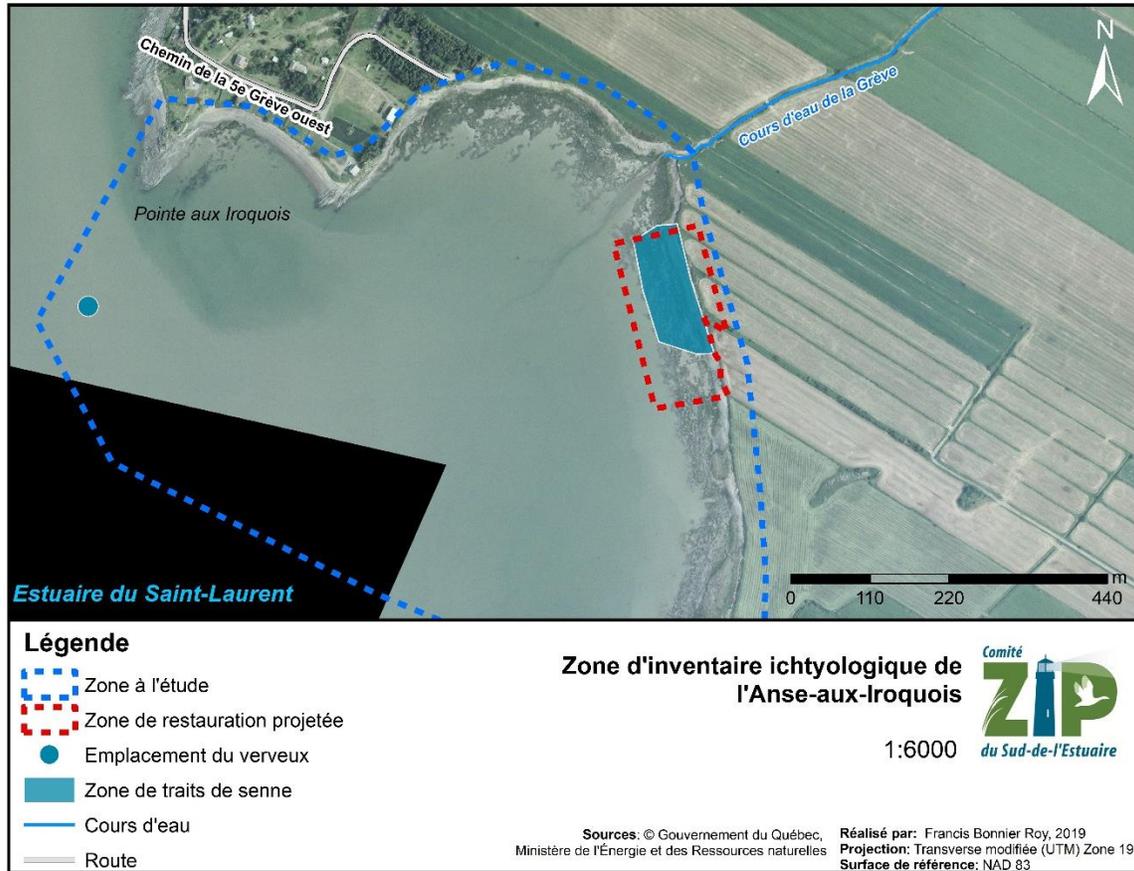


Figure 15. Localisation de l'inventaire ichthyologique.



Figure 16. Trait de senne dans l'Anse-aux-Iroquois à Rivière-Ouelle.

Tout comme les inventaires à l'aide du verveux, tous les poissons capturés à l'aide de la senne ont été identifiés, dénombrés et mesurés (trente par espèce) in situ. Puisque le verveux est un engin fixe et que la senne est un engin mobile, la combinaison des deux permet de capturer une plus grande diversité d'espèce et donc de dresser un portrait plus global de la biodiversité du site.

Afin de pouvoir réaliser l'inventaire ichtyologique, deux demandes de permis ont été faites. Un permis Scientifique, Éducation et Gestion (permis SEG) a été demandé auprès du Ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs (MFFP). Un permis de pêche scientifique fut également demandé, cette fois auprès du Ministère Pêche et Océans Canada.

2.1.3 Inventaire ornithologique

L'inventaire ornithologique visait à connaître les espèces d'oiseaux présentes dans le secteur à l'étude. Un inventaire ornithologique non exhaustif a donc été réalisé par 3 ornithologues sur deux jours consécutifs au moment fort de la nidification des oiseaux le 17 et le 18 juin 2019.

La méthode d'inventaire d'oiseau s'est orientée sur des relevés visuels et auditifs mobiles (en marchant dans les habitats) ponctués de points d'observation et d'écoute fixes de temps variable (Figure 17). Lors de ces inventaires diurnes débutant 20 minutes avant le lever du soleil et se terminant 3 heures après, tous les oiseaux vus ou entendus étaient dénombrés à l'aide de jumelles grossissantes et de lunette terrestre d'approche « télescope » ou estimés à l'oreille. Les comportements de nidification ont été remarqués et classifiés selon la méthode du deuxième Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional (Robert et coll., 2019). Les identifications spécifiques se basaient sur la méthode Sibley (2003).



Figure 17. Point d'observation ornithologique.

2.2 CARACTÉRISATION GÉOMORPHOLOGIQUE

Avant de réaliser des travaux de restauration côtière, il est primordial de bien connaître la dynamique hydrosédimentaire du secteur d'intervention afin d'identifier les interventions adéquates en fonction des conditions hydrodynamiques et géomorphologiques in situ. Pour ce faire, une segmentation de la zone côtière a été réalisée afin d'avoir une vue d'ensemble des caractéristiques géomorphologiques du littoral à l'intérieur de la cellule hydrosédimentaire. En second lieu, une analyse historique de l'évolution de la côte a été réalisée, par photo-interprétation. Dans l'objectif d'obtenir un portrait géomorphologique actuel, un levé d'imageries aériennes a été complété afin de produire un modèle numérique d'élévation et une série d'orthophotographies.

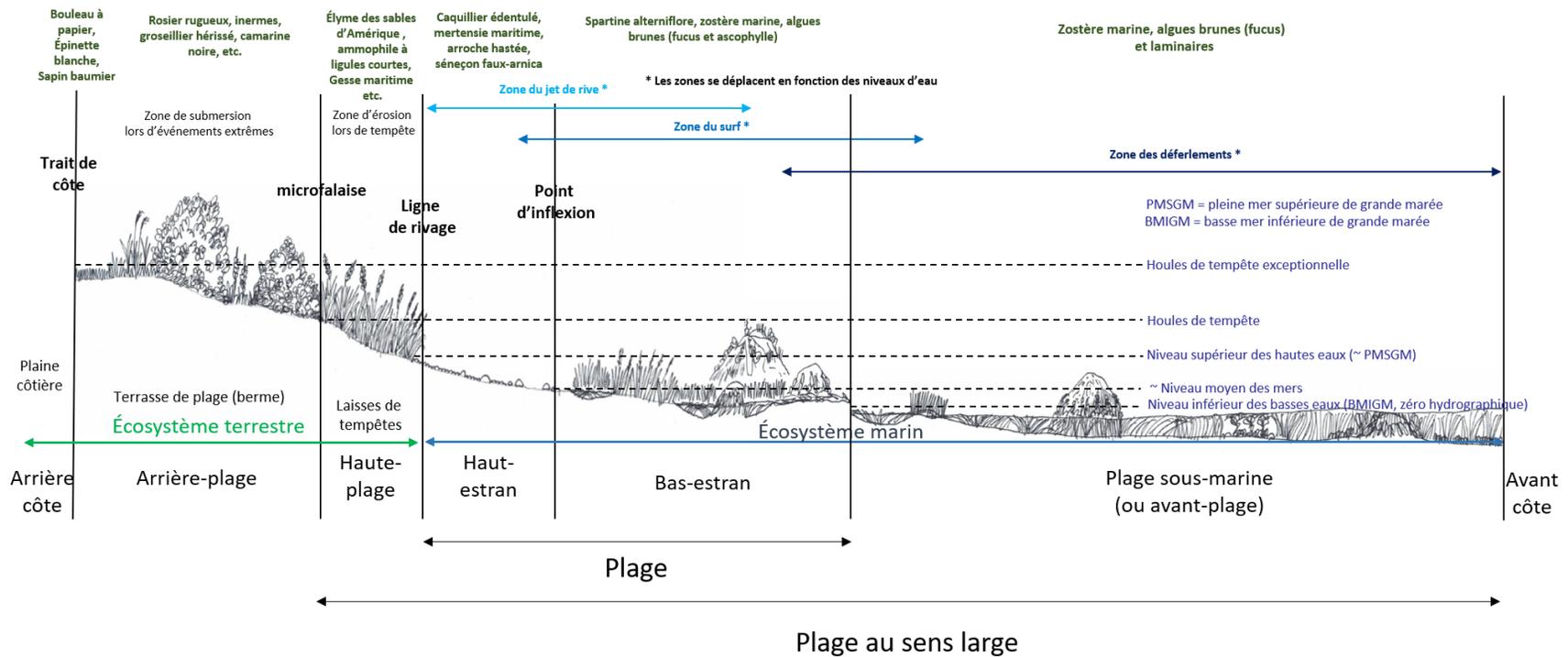
2.2.1 Segmentation de la zone côtière

La caractérisation de la zone côtière s'est effectuée le 17 et 18 juin 2019 (Figure 18). Le littoral de la cellule hydrosédimentaire de la pointe de Rivière-Ouelle a été divisé en plusieurs segments uniformes sur la base de critères géomorphologique.



Figure 18. Segmentation côtière de Rivière-Ouelle.

Les segments correspondant aux côtes à terrasse de plage ont été subdivisés selon la nomenclature existante, soit l'arrière-plage, la haute-plage, le haut-estran et le bas estran (Figure 19).



D'après Guilcher, 1954; Dubois, 1979; Bird, 2000; Davis & Fitzgerald, 2004; Fraser, 2005; Daigle *et al.*, 2006; Bernatchez & Quintin, 2007; LDGIZC-UQAR, 2012.

Figure 19. Nomenclature des segments d'une terrasse de plage stable.

Tandis que les côtes à marais maritime ont été subdivisées en fonction des nomenclatures usuelles soit, l'arrière-côte, le schorre supérieur et inférieur et la slikke (Figure 20). Chaque section obtenue a été caractérisée selon plusieurs paramètres prédéfinis, soit la largeur du segment et la stratigraphie en place, le type de végétation et sa distribution, la présence d'éléments morphologiques (comme blocs glaciels, des affleurements rocheux, des marelles et radeaux de schorre, etc.) et de processus actifs ainsi que le type de structures de protection, lorsque présent. Un système de classification de l'état des côtes, basé sur le pourcentage de recouvrement de végétation sur la ligne de rivage, a également été appliqué lors de la caractérisation in situ. Un pourcentage de végétation de plus de 75% de la ligne de rivage fait foi de côtes stables, alors qu'elles seront qualifiées actives si le recouvrement végétal n'atteint pas plus de 25%. L'état intermédiaire est considéré comme semi-végétalisé. Seules les côtes naturelles, c'est-à-dire sans présence d'ouvrages de protection, ont été qualifiées de la sorte.

Pour les côtes artificialisées, soit celles où se retrouve une structure de protection rigide, c'est l'état de l'infrastructure qui a été qualifié en fonction du degré de dégradation observé. Un ouvrage est considéré en bon état lorsque des signes de dégradation n'excèdent pas 25% de sa surface et partiellement endommagé s'il est jugé que 25 à 50% de la construction semble détériorée. Au-delà de ce pourcentage, l'ouvrage sera qualifié de très endommagé (50 à 75% de dégradation) ou complètement endommagé (75 à 100%). Il ne s'agit que d'une appréciation qualitative de la condition de la structure physique et non de son efficacité à limiter les risques d'érosion ou de submersion localement. L'ensemble de ces données qualitatives dresse le portrait actuel, complet et détaillé de la zone côtière de l'Anse-aux-Iroquois.

Arrière-côte	Trait de côte	Schorre supérieur (étage supérieur du marais salé, haut-marais)	Ligne de rivage	Schorre médian (étage moyen du marais salé)	Schorre inférieur (étage inférieur du marais salé, bas-marais)	Slikke (vasière maritime)	
Supralittoral		Zone de balancement des marées (zone intertidale)					
		Médiolittoral supérieur	Médiolittoral moyen			Médiolittoral inférieur	
Événements extrêmes		Embruns et vagues de tempête	Pleines mers supérieures de grandes marées	Pleines mers supérieures de marées moyennes	Hauts mers de morte-eau	Basses mers de morte-eau	Basses mers de marées moyennes
Prairie agricole ou friche	Marais salé à spartine (spartinaie ou herbaçaie salée) :					Vasière maritime à algues brunes	
	Pectinée	Étalée mixte	Alterniflore mixte		Alterniflore		
	Plage à élyme des sables d'Amérique		Érosion	Alterniflore			

Figure 20. Hydrosère littorale d'un marais salé (d'après Joubert, J.É. & F. Bruaux 2009. La baie de Rimouski : Des habitats côtiers en milieu urbain. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec, 167 p.)⁵

⁵ Sources : Couillard, L. et P. Grondin, 1986. *La végétation des milieux humides du Québec*. Les publications du Québec, 400 p. ; Centre Saint-Laurent (site internet). Glossaire. (En ligne) adresse URL : http://www.qc.ec.gc.ca/csl/glo/glo001_f.html ; CHABOT, R., et A., Rossignol. 2003. *Algues et faune du littoral du Saint-Laurent maritime : guide d'identification*. Rimouski : Université du Québec à Rimouski, Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER) ; Mont-Joli : Pêches et océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne. 113 p. ; Larousse. fr, (site internet). ; Wikipédia (site internet). Schorre, slikke, etc. (En ligne). Adresse url : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Schorre> ; Favreau. R. & P Lepage. 1982. Projet d'aménagement d'un sentier d'interprétation du littoral à Sacré-Cœur (Rimouski). Rapport d'inventaire et d'interprétation préliminaire biogéographique. 8 juillet 1982. 24 p. + carte ; Gauthier, J., Lehoux, D. et Rosa, J., 1980. *Les marécages intertidaux dans l'estuaire du Saint-Laurent*. Service canadien de la faune. Environnement Canada. ; Fleurbec, 1985. *Plantes sauvages du bord de la mer*. Guide d'identification. Fleurbec éditeur, Saint-Augustin (Portneuf), Québec. Dionne, J.-C. (2004). Âge et taux moyen d'accrétion verticale des schorres du Saint-Laurent estuarien, en particulier ceux de Montmagny et de Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 58 (1), 73–108. <https://doi.org/10.7202/013111ar>

2.2.2 Évolution historique de la côte

Afin de révéler de possibles modifications naturelles et anthropiques qu'aurait subies la côte antérieurement, un travail de photo-interprétation a été réalisé sur une série de photographies aériennes récentes (2015) et anciennes (1961, 1980, 1990). Chaque photographie ancienne a été numérisée à 600 DPI et géoréférencée à l'aide d'un système d'information géographique (SIG) sur l'orthophotographie récente de 2015. Ensuite, la ligne de rivage a été tracée sur toutes les images. Sur une côte à terrasse de plage, la ligne de rivage correspond à l'endroit atteint par les pleines mers supérieures de grandes marées et coïncide généralement avec la limite inférieure des plantes vasculaires terrestres halophiles (Ex. : élyme des sables d'Amérique) ou avec une microfalaise intimement liée à l'état de la côte (Figure 19). De façon plus concrète, la ligne de rivage peut être identifiée sur les photographies aériennes en se basant sur des changements de teinte, de ton (valeur de gris) et de texture. Son positionnement fut également validé lors des sorties terrain. L'interprétation chronologique permet de voir l'évolution historique de la côte en mesurant le déplacement (m/an) de la ligne de rivage directement sur la carte à l'aide du même SIG. Il est important de noter que le travail réalisé avec un SIG comporte une marge d'erreur liée à la manipulation et à la qualité des photographies. L'extension *DSAS 4.3* a ensuite permis de calculer les taux de déplacement entre les lignes de rivage sur des transects aux 10 m linéaire.

Une évolution surfacique du marais maritime a été réalisée sur les photographies de 1990 et 2015 afin de déterminer l'état de cet habitat côtier. L'analyse du marais fut divisée en deux parties, soit le schorre inférieur qui se situe sous le niveau des pleines mers supérieures de marées moyennes et le schorre supérieur, étage du marais maritime situé entre les pleines mers supérieures de grandes marées et le schorre inférieur (Figure 20). Les polygones du marais ont été importés dans *QGIS 3.2.1* afin d'utiliser les outils *Symmetrical difference* et *Intersection* qui ont permis de connaître les zones de gain, de perte et stables entre 1990 et 2015.

2.2.3 Levé d'imagerie aérienne

La plateforme; *Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude* (SIMBA) permet de prendre des photographies aériennes de grande résolution à basse altitude pour la caractérisation et le suivi des sites de restauration côtière. Ses avantages sont une rapidité de déploiement, une facilité de maniement sur le terrain, sans contrainte réglementaire, une autonomie de plusieurs heures et relativement peu coûteuse.

Son utilité est basée sur le *Structure from Motion* (SfM) permettant de générer des orthomosaïques et Modèles Numériques d'Élévation (MNEs) à une résolution similaire aux méthodes classiques (p. ex. LiDAR) grâce à la reconstitution en 3D d'une surface à partir de plusieurs photographies prises à différents points de vue (Crawford et coll., 2018, Westoby et coll., 2012).

Un seul opérateur est nécessaire pour manipuler le cerf-volant, auquel est attachée la plateforme SIMBA, pendant l'ensemble du levé (Figure 21).

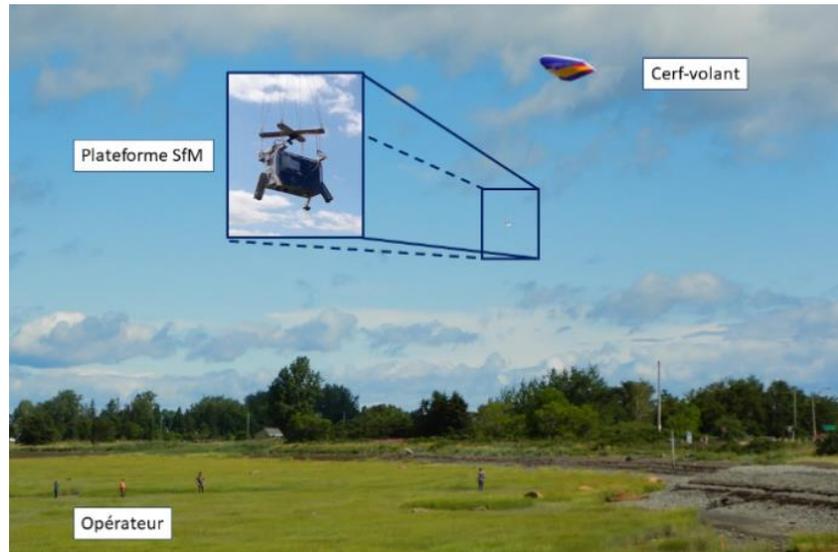


Figure 21. Représentation des composantes principales d'un levé de photographie aérienne par cerf-volant.

Selon les conditions de vent, il suffit de soulever la plate-forme à l'aide du cerf-volant le plus approprié. L'altitude idéale de la plate-forme est entre 20 et 30 mètres. L'opérateur doit marcher parallèlement à la côte en s'assurant que la plate-forme soit au-dessus de la plage. Idéalement, deux allers-retours sont nécessaires, un en haut de la plage et un en bas de celle-ci afin d'obtenir un nombre optimal de photos.

Lorsque le levé est terminé, il suffit de télécharger les données de la plateforme et utilisation du logiciel *Agisoft Metashape Professional 1.5.2* qui permet d'aligner la série de photos et de générer un nuage de points. Finalement, une mosaïque d'orthophotographies est générée et a été géoréférencée à partir d'éléments fixes (roches, arbres, etc.) sur une orthomosaïque géoréférencée de 2015. À partir de ces résultats, il est possible de tracer les limites des zones prévues des travaux et d'en calculer les dimensions.

2.2.4 Profils topographiques

Les profils topographiques ont été réalisés le 21 octobre 2019 dans la zone de restauration projetée à l'aide d'un D-GPS *Arrow Gold*. Cet appareil permet de faire des levés topographiques offre une précision de l'ordre du centimètre tant sur le plan planimétrique qu'altimétrique (Joyal et Morissette, 2013). L'amélioration de la précision de la position des points a été faite grâce à une connexion à la station de référence GNSS de Rivière-du-Loup lors du levé. Les 15 profils ont été réalisés à 10 m de distance en moyenne sur 10 à 15 m de longueur. Le début du profil commence sur le terrain agricole sur l'arrière-plage et se termine sur la plage. Ensuite, les points ont

été importés dans le logiciel ArcGIS 10.1 afin de générer une matrice d'altitude par l'outil d'interpolation « *Natural Neighbor* ».

2.2.5 Caméra de suivi

Une caméra de suivi fut installée sur un poteau de 10 pieds avec un panneau solaire et une batterie le 21 octobre 2019 (Figure 22). Celle-ci fut installée au nord-est du site de restauration, regardant vers le sud-ouest. Celle-ci prendra des images au 15 minutes ce qui permettra d'observer le comportement du site lors des évènements d'onde de tempête. La visualisation des photographies est faite à partir du logiciel *VirtualDub* 1.10.4. de manière à animer les images comme une vidéo. Cela permet ainsi de voir le mouvement des sédiments généré par l'énergie des vagues. Ces données seront analysées et traitées dans un rapport de suivi en 2020.



Figure 22. Caméra de suivi installée avec un panneau solaire et une batterie.

3 RÉSULTATS

3.1 CARACTÉRISATION BIOLOGIQUE

3.1.1 Inventaire floristique

Plus de 90 espèces de plantes identifiées sont présentés par tableaux différenciant les grandes communautés végétales du nord-est vers sud-ouest (Figure 24). Noter la présence du roseau commun (*Phragmites australis subsp. australis*), espèce exotique envahissante dans le schorre supérieur du marais salé dans le secteur du marais nord-est (Figure 24). Le roseau commun se retrouve à l'extérieur de la zone de restauration projetée et fait partie d'un futur projet de contrôle élaboré par la municipalité de Rivière-Ouelle.

3.1.1.1 Pointe rocheuse

Cet habitat est conditionné par un socle rocheux appalachien (d'Anglejan, 1981) aux formes érodées avec une plage à sa base. Quelques algues ochrophytes (surtout l'ascophylle noueuse, *Ascophyllum nodosum*) s'encrent dans les anfractuosités sur le bas-estran rocheux tandis que le plantain maritime (*Plantago maritima*) et la spergulaire des marais salés (*Spergularia salina*) les remplacent sur le haut de l'estran (Figure 23). Hors d'atteinte des niveaux d'eau maximaux, mais touchés par les embruns, une flore terrestre typique de la zone supralittorale s'y retrouve alors.



Figure 23. Spergulaire des marais salés (*Spergularia salina*) sur une laisse de marée piégée dans une anfractuosité des rochers.

Des espèces typiques de cette zone comme le genévrier commun (*Juniperus communis*), la potentille tridentée (*Sibbaldia tridentata*) et l'iris de Hooker (*Iris hookeri*) la caractérisent. La présence d'espèces moins courantes comme l'arabette de Drummond (*Boechea stricta*) et la woodsie d'Elbe (*Woodsia ilvensis*) retiennent l'attention. Des arbres, tels que l'épinette blanche (*Picea glauca*), le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et le bouleau à papier (*Betula papyrifera*) marquent la fin de la zone littorale.

De retour sur le bas des rochers, à l'endroit d'une plage, une flore plus typique du schorre supérieur de marais salé y pousse. La spartine pectinée (*Sporobolus michauxianus*) et d'autres espèces comme le troscart maritime (*Triglochin maritima*) ou la spartine étalée (*Sporobolus pumilus*) en témoignent (Tableau 2).

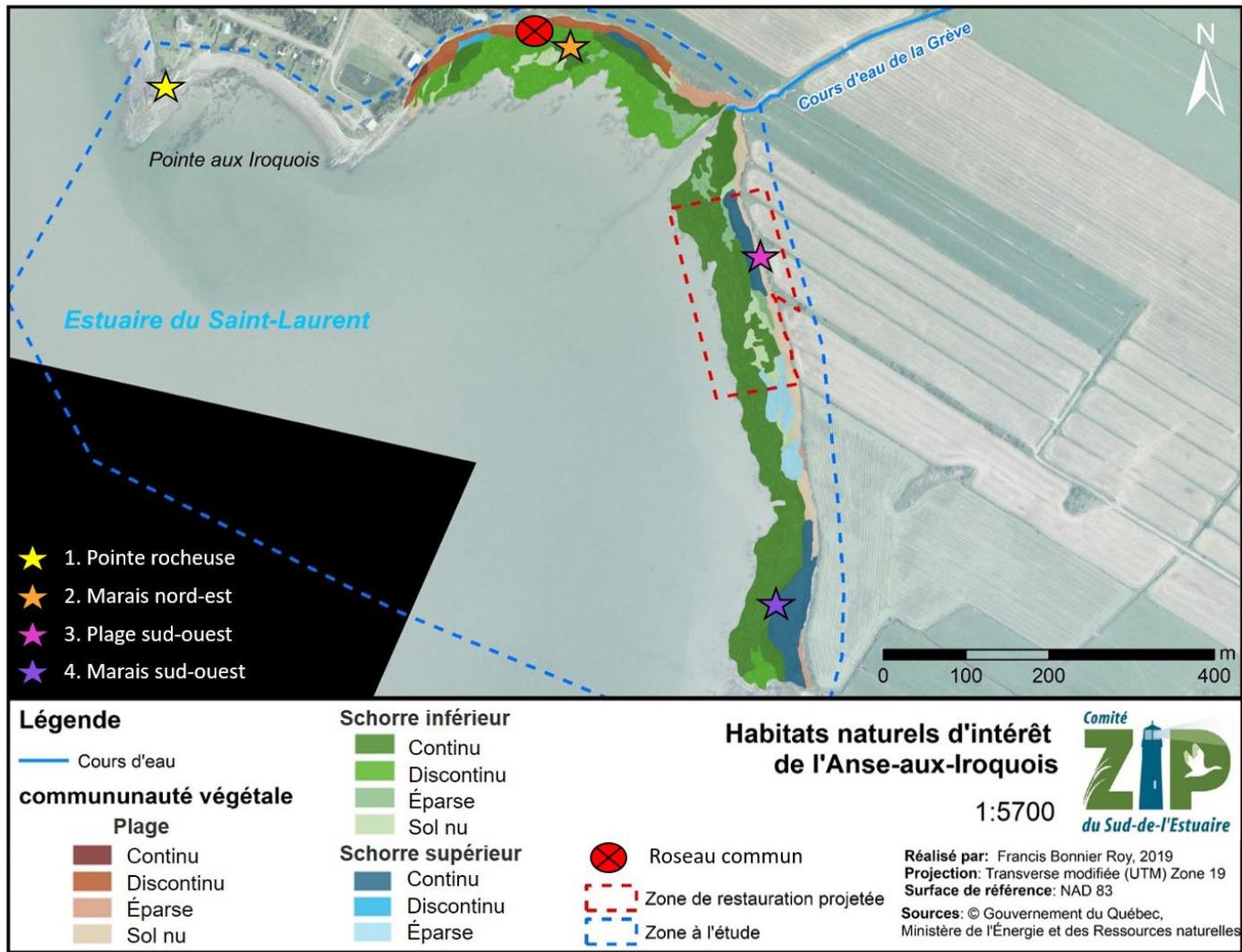


Figure 24. Habitats naturels d'intérêt pour la restauration à Rivière-Ouelle.

Tableau 2. Inventaire de la pointe rocheuse.

1. Pointe rocheuse	
Nom latin	Nom français
Bas estran rocheux	
Algues	
<i>Ascophyllum nodosum</i>	ascophylle noueuse
<i>Enteromorpha sp.</i>	entéromorphe sp.
<i>Fucus vesiculosus</i>	fucus vésiculeux
Plantes vasculaires	
<i>Salicornia sp.</i>	salicorne sp.
<i>Spergularia salina</i>	spergulaire des marais salés
<i>Sporobolus alterniflorus</i>	spartine alterniflore
Haut estran rocheux	
Plantes vasculaires	
<i>Plantago maritima</i>	plantain maritime
<i>Spergularia salina</i>	spergulaire des marais salés
Supralittoral	
Plantes vasculaires	
<i>Achillea millefolium</i>	achillée millefeuille
<i>Allium schoenoprasum</i> <i>var. sibiricum</i>	ciboulette commune
<i>Amelanchier sp.</i>	amélanchier sp.
<i>Anaphalis margaritacea</i>	immortelle blanche
<i>Artemisia stelleriana</i>	armoise de Steller
<i>Betula papyrifera</i>	bouleau à papier
<i>Boechera stricta</i>	arabette de Drummond
<i>Campanula gieseckeana</i>	campanule de Giesecke
<i>Carex crawfordii</i>	carex de Crawford
<i>Cerastium arvense</i>	céraiste des champs
<i>Cerastium fontanum</i> <i>subsp. vulgare</i>	céraiste vulgaire
<i>Chamaenerion</i> <i>angustifolium</i>	épilobe à feuilles étroites
<i>Elymus repens</i>	chiendent commun
<i>Fallopia convolvulus</i>	renouée liseron
<i>Festuca rubra</i>	fétuque rouge
<i>Iris hookeri</i>	iris de Hooker
<i>Juncus balticus</i>	jonc de la Baltique
<i>Juniperus communis</i>	genévrier commun
<i>Leucanthemum vulgare</i>	marguerite blanche
<i>Luzula acuminata</i>	luzule acuminée
<i>Lysimachia maritima</i>	glaux maritime
<i>Oenothera sp.</i>	onagre sp.
<i>Picea glauca</i>	épinette blanche

<i>Pilosella aurantiaca</i>	épervière orangée
<i>Pilosella caespitosa</i>	épervière des prés
<i>Polypodium virginianum</i>	polypode de Virginie
<i>Populus tremuloides</i>	peuplier faux-tremble
<i>Potentilla anserina</i>	potentille ansérine
<i>Potentilla argentea</i>	potentille argentée
<i>Potentilla recta</i>	potentille dressée
<i>Puccinellia pumila</i>	puccinellie naine
<i>Ribes hirtellum</i>	groseillier hérissé
<i>Rosa blanda</i>	rosier inerme
<i>Rosa rugosa</i>	rosier rugueux
<i>Rubus idaeus</i>	framboisier rouge
<i>Rumex acetosella</i>	petite oseille
<i>Sibbaldia tridentata</i>	potentille tridentée
<i>Silene vulgaris</i>	silène enflé
<i>Sisyrinchium sp.</i>	bermudienne sp.
<i>Sonchus asper</i>	laiteron rude
<i>Spiraea alba var. latifolia</i>	spirée à larges feuilles
<i>Tanacetum parthenium</i>	chrysanthème matricaire
<i>Vaccinium sp.</i>	bleuet sp.
<i>Vicia cracca</i>	vesce jargeau
<i>Viola sp.</i>	violette sp.
<i>Woodsia ilvensis</i>	woodsie d'Elbe
Plage	
Plantes vasculaires	
<i>Juncus balticus</i>	jonc de la Baltique
<i>Festuca rubra</i>	fétuque rouge
<i>Lysimachia maritima</i>	glaux maritime
<i>Plantago maritima</i>	plantain maritime
<i>Potentilla anserina</i>	potentille ansérine
<i>Puccinellia pumila</i>	puccinellie naine
<i>Salicornia sp.</i>	salicorne sp.
<i>Sibbaldia tridentata</i>	potentille tridentée
<i>Solidago sempervirens</i>	verge d'or toujours verte
<i>Sonchus asper</i>	laiteron rude
<i>Spergularia salina</i>	spergulaire des marais salés
<i>Sporobolus alterniflorus</i>	spartine alterniflore
<i>Sporobolus michauxianus</i>	spartine pectinée
<i>Sporobolus pumilus</i>	spartine étalée
<i>Triglochin maritima</i>	troscart maritime

3.1.1.2 Marais nord-est

Le marais nord-est est influencé par des lobes de sables et une plage qui s'y est installée entre les deux étages du marais (Figure 25). Cette plage module la composition floristique et permet à l'élyme des sables d'Amérique (*Leymus mollis subsp. mollis*) et à la gesse maritime (*Lathyrus japonicus*) d'y pousser.



Figure 25. Plage entre les deux étages du marais salé.

Le schorre supérieur du marais salé est peu développé, mais tout de même diversifié. Le schorre inférieur prend de l'expansion vers le sud-ouest de l'anse (Figure 26). Une autre particularité de ce cette section est que la présence du scirpe piquant (*Schoenoplectus pungens*) indique une certaine influence d'eau douce. Une occurrence intéressante de troscart de la Gaspésie (*Triglochin gaspensis*), hybride entre le troscart des marais (*Triglochin palustris*) et le troscart maritime (*Triglochin maritima*), a aussi été retrouvée (Tableau 3).



Figure 26. Schorre inférieur du marais salé.

Tableau 3. Inventaire du marais nord-est.

2. Marais nord-est	
Nom latin	Nom français
<i>Atriplex prostrata</i>	arroche hastée
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	scirpe maritime
<i>Bromus inermis</i>	brome inerme
<i>Calystegia sepium</i>	liseron des haies
<i>Carex paleacea</i>	carex paléacé
<i>Elymus repens</i>	chiendent commun
<i>Festuca rubra</i>	fétuque rouge
<i>Anthoxanthum nitens</i>	hiéochloé odorante
<i>Juncus balticus</i>	jonc de la Baltique
<i>Juncus gerardi subsp. gerardi</i>	jonc de Gérard
<i>Lathyrus japonicus</i>	gesse maritime
<i>Leymus mollis subsp. mollis</i>	élyme des sables d'Amérique
<i>Limonium carolinianum</i>	limonium de Caroline
<i>Lysimachia maritima</i>	glaux maritime
<i>Phragmites australis subsp. australis</i>	roseau commun
<i>Plantago maritima</i>	plantain maritime
<i>Potentilla anserina</i>	potentille ansérine
<i>Puccinellia pumila</i>	puccinellie naine
<i>Salicornia sp.</i>	salicorne sp.
<i>Schoenoplectus pungens</i>	scirpe piquant
<i>Solidago sempervirens</i>	verge d'or toujours verte
<i>Spergularia salina</i>	spergulaire des marais salés
<i>Sporobolus alterniflorus</i>	spartine alterniflore
<i>Sporobolus michauxianus</i>	spartine pectinée
<i>Sporobolus pumilus</i>	spartine étalée
<i>Triglochin martima</i>	troscart maritime
<i>Triglochin gaspensis</i>	troscart de la Gaspésie

3.1.1.3 Plage sud-ouest

Plusieurs taxons s'ajoutent à la composition végétale de la terrasse de plage qui connecte avec l'écoumène agricole d'arrière côte. Au-delà des dernières plantes indicatrices de l'influence de sel dans l'eau, telle que l'angélique brillante (*Angelica lucida*), des essences arborescentes comme le frêne rouge (*Fraxinus pennsylvanica*) poussent en haut de la terrasse de plage au début de l'arrière-côte (Figure 27) (Tableau 4).



Figure 27. Plage à l'ouest du cours d'eau de la Grève.

Tableau 4. Inventaire de la plage sud-ouest.

3. Plage sud-ouest	
Nom latin	Nom français
<i>Achillea millefolium</i>	achillée millefeuille
<i>Angelica lucida</i>	Angélique brillante
<i>Anthoxanthum nitens</i>	hiéochloé odorante
<i>Atriplex prostrata</i>	arroche hastée
<i>Bromus inermis</i>	brome inerme
<i>Cakile edentula</i>	caquillier édentulé
<i>Calystegia sepium</i>	liseron des haies
<i>Cerastium fontanum subsp. vulgare</i>	céraiste vulgaire
<i>Chenopodium album</i>	chénopode blanc
<i>Cirsium vulgare</i>	chardon vulgaire
<i>Echinocystis lobata</i>	concombre grim pant
<i>Elymus repens</i>	chiendent commun
<i>Equisetum arvense</i>	prêle des champs
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	frêne rouge
<i>Honckenya peploides</i>	honckénye faux-pourpier (sabline faux-péplue)
<i>Humulus lupulus</i>	houblon commun
<i>Leymus mollis subsp. mollis</i>	élyme des sables d'Amérique
<i>Lotus corniculatus</i>	lotier corniculé
<i>Lysimachia maritima</i>	glaux maritime
<i>Moehringia lateriflora</i>	sabline laté riflore
<i>Phalaris arundinacea</i>	alpiste roseau
<i>Phleum pratense</i>	fléole des prés
<i>Pilosella aurantiaca</i>	épervière orangée
<i>Poa pratensis</i>	pâ turin des prés
<i>Potentilla anserina</i>	potentille ansérine
<i>Raphanus raphanistrum</i>	radis sauvage
<i>Rosa rugosa</i>	rosier rugueux
<i>Rubus idaeus</i>	framboisier rouge
<i>Sanguisorba canadensis</i>	sanguisorbe du Canada
<i>Silene vulgaris</i>	silène enflé
<i>Solidago graminifolia</i>	verge d'or à feuilles de graminée
<i>Solidago sempervirens</i>	verge d'or toujours verte
<i>Sonchus arvensis</i>	laiteron des champs
<i>Sonchus asper</i>	laiteron rude
<i>Spiraea alba var. latifolia</i>	spirée à larges feuilles
<i>Sporobolus michauxianus</i>	spartine pectinée
<i>Taraxacum officinale</i>	pissenlit officinal
<i>Thalictrum pubescens</i>	pigamon pubescent
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	matricaire inodore
<i>Vicia cracca</i>	vesce jargeau
<i>Artemisia vulgaris</i>	armoise vulgaire
<i>Tussilago farfara</i>	tussilage pas-d'âne
<i>Arctium lappa</i>	grande bardane

3.1.1.4 Marais sud-ouest

Au niveau du marais sud-ouest, l'érosion côtière est moindre, le schorre supérieur (Figure 28) s'élargit et sa composition végétale augmente avec l'apparition d'un vestige de stage de transition avec l'étage inférieur (schorre médian). L'éléocharide uniglume (*Eleocharis uniglumis*) s'y retrouve d'ailleurs qu'à cet endroit (Tableau 5).



Figure 28. Schorre supérieur du marais salé à l'ouest du cours d'eau de la Grève.

Tableau 5. Inventaire du marais sud-ouest.

4. Marais sud-ouest	
Nom latin	Nom français
Algues	
<i>Enteromorpha sp.</i>	entéromorphe sp.
Plantes vasculaires	
<i>Atriplex prostrata</i>	arroche hastée
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	scirpe maritime
<i>Cakile edentula</i>	caquillier édentulé
<i>Carex paleacea</i>	carex paléacé
<i>Eleocharis uniglumis</i>	éléocharide uniglume
<i>Festuca rubra</i>	fétuque rouge
<i>Halerpestes cymbalaria</i>	renoncule cymbalaire
<i>Juncus balticus</i>	jonc de la Baltique
<i>Juncus gerardi subsp. gerardi</i>	jonc de Gérard
<i>Juncus sp.</i>	jonc sp.
<i>Limonium carolinianum</i>	limonium de Caroline
<i>Lysimachia maritima</i>	glaux maritime
<i>Phragmites australis subsp. australis</i>	roseau commun
<i>Plantago maritima</i>	plantain maritime
<i>Potentilla anserina</i>	potentille ansérine
<i>Salicornia sp.</i>	salicorne sp.
<i>Schoenoplectus pungens</i>	scirpe piquant
<i>Solidago sempervirens</i>	verge d'or toujours verte
<i>Sporobolus pumilus</i>	spartine étalée
<i>Spergularia salina</i>	spergulaire des marais salés
<i>Sporobolus alterniflorus</i>	spartine alterniflore
<i>Triglochin maritima</i>	troscart maritime

3.1.2 Inventaire ichthyologique

Lors de l'inventaire, un total de 3 337 poissons a été capturé. Il y a cinq espèces de poissons qui furent identifiées. Cet inventaire fut réalisé en août 2019 (Figure 29). Les inventaires à l'aide du verveux ont permis de capturer un très grand nombre de poissons avec un total de 2 636 poissons de cinq espèces différentes (Figure 30). En plus de la grande diversité d'espèces capturée, un très grand nombre d'éperlans arc-en-ciel fut inventorié à l'aide de cet engin. Les inventaires à l'aide de la senne ont également permis de capturer une belle diversité d'espèce (4) et c'est dans ce type d'engin que le plus grand nombre de bar rayé et d'épinoche (*Gasterosteus* sp.) fut capturé.



Figure 29. Espèces de poisson capturées durant l'inventaire à Rivière-Ouelle.

L'éperlan arc-en-ciel fut l'espèce retrouvée en plus grand nombre de l'inventaire 2019 avec un total de 2 577 poissons (Figure 30). Cette présence en grand nombre est intéressante puisque ces poissons font partie de la population du sud de l'estuaire (espèce vulnérable selon le MFFP⁶). Il est aussi intéressant de noter que les éperlans arc-en-ciel qui furent capturés étaient des juvéniles (Tableau 6) utilisant

⁶ MFFP : ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs.

probablement l'anse et le marais pour se nourrir et se cacher des prédateurs (Figure 31). Cette population d'éperlan est suivie de près par l'équipe du Comité de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec ; 2008).

Tableau 6. Données sur la taille des poissons capturés lors de l'inventaire.

Espèce	Moyenne (cm)	Écart Type	Taille min (cm)	Taille max (cm)
Bar rayé	4,6	0,9	2,6	6,5
Éperlan arc-en-ciel	5,4	3,1	2,6	16,5
<i>Coregonus sp.</i>	10,1	1,5	7,6	12,0
<i>Gasterosteus sp.</i>	2,8	0,4	2,0	3,5
Poulamon atlantique	15,2	5,0	6,5	23,5

L'inventaire a également permis de capturer un grand nombre de bars rayés juvéniles (Tableau 6) avec un total de 694 individus (Figure 30). La capture de cette espèce est également intéressante puisque celle-ci est disparue selon le LEP⁷ et en voie de disparition selon la COSEPAC⁸. Une équipe du MFFP suit la population de bar rayé depuis sa réintroduction dans le fleuve Saint-Laurent en 2002 (Pelletier et coll. 2011) et la rivière Ouelle est l'une des rivières où l'espèce se reproduit.

L'inventaire a également permis de dénombrer des poulamons de taille variable à l'aide du verveux (Figure 31). Ces données sont intéressantes puisque l'embouchure de la rivière Ouelle est un site important pour suivre le recrutement de l'espèce (Bourget et coll. 2015).

Il est également important de mentionner que lors de cet inventaire, aucune espèce exotique envahissante ne fut capturée.

⁷ LEP : Loi sur les espèces en péril.

⁸ COSEPAC : Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.

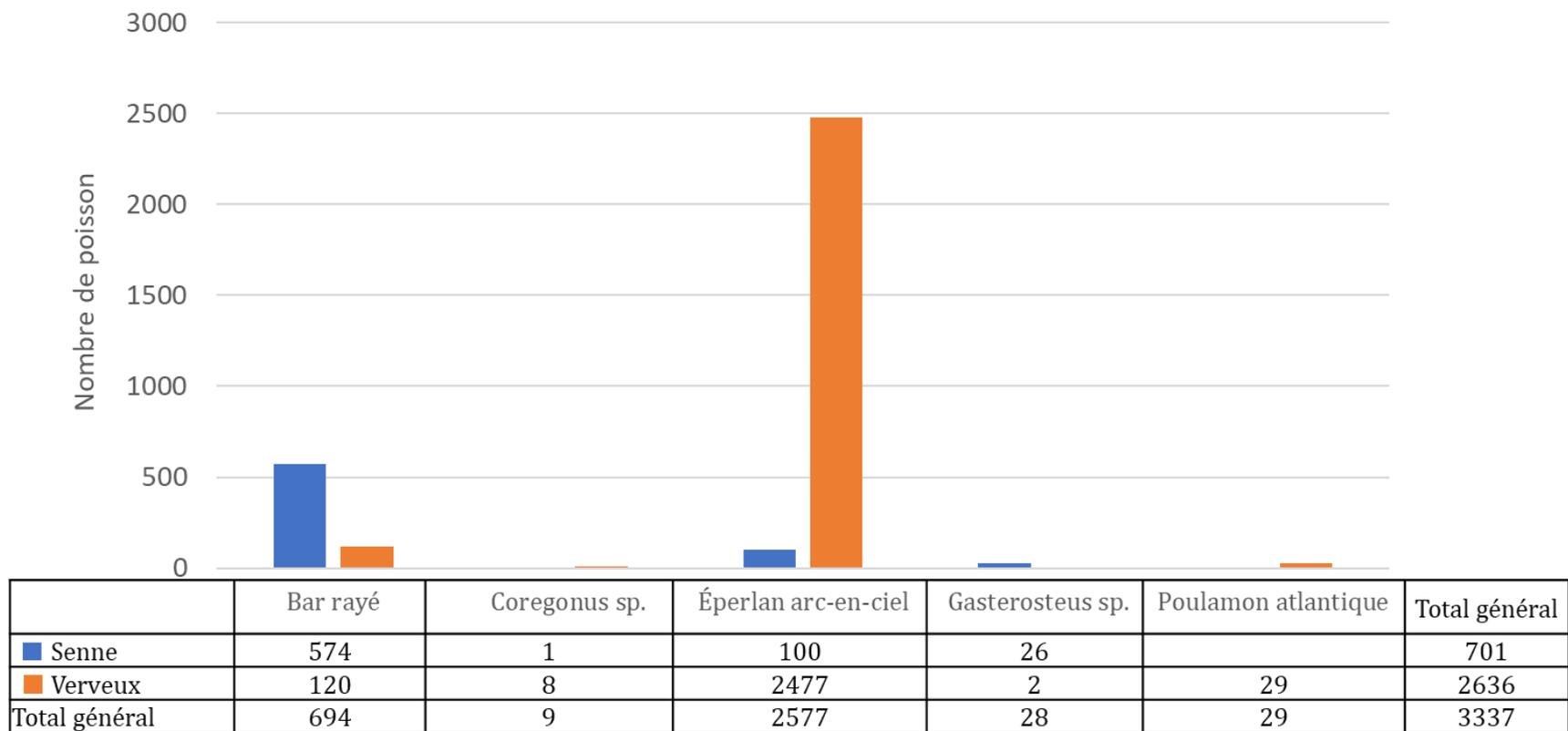


Figure 30. Diversité et quantité de poissons capturés lors de l’inventaire d’août 2019.

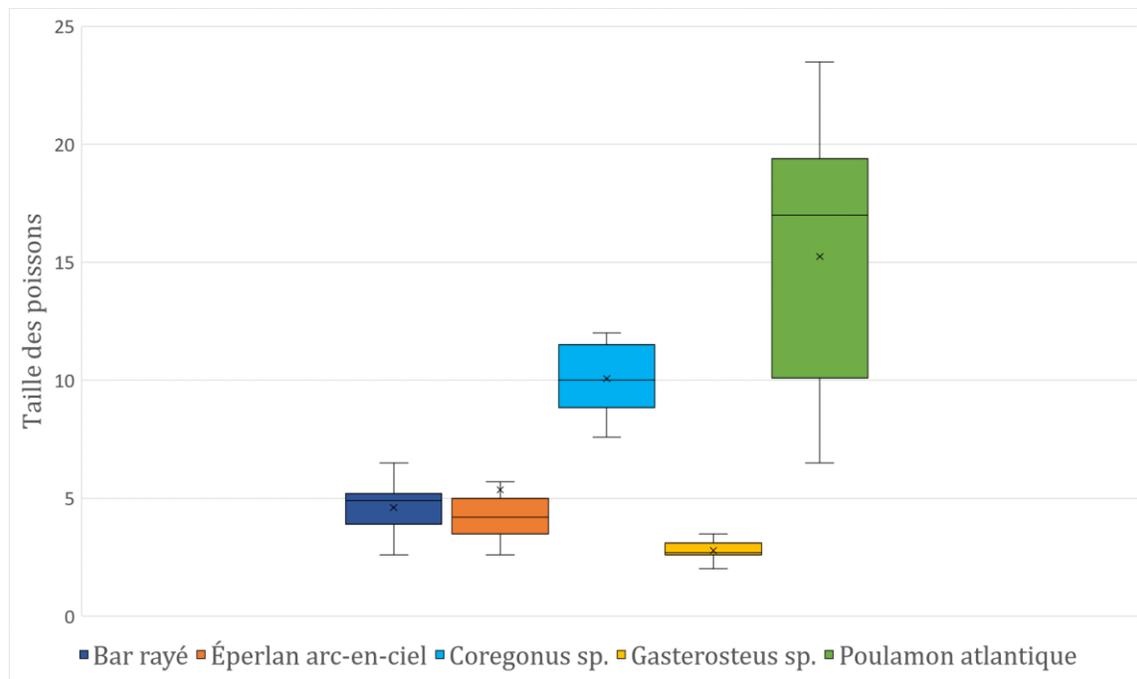


Figure 31. Taille moyenne des espèces de poissons capturés tous engins confondus.

3.1.3 Inventaire ornithologique

Lors des relevés ornithologiques de juin 2019, un total de 40 espèces d'oiseaux ont été observées (Tableau 7). Cependant, un total de 174 espèces a déjà été observé depuis le début du 20^e siècle à aujourd'hui à la pointe de Rivière-Ouelle (eBird.org, 2019). De ce nombre on retrouve 21 espèces de limicoles et 25 d'anatidés (canards et oies) et une dizaine d'autres espèces d'oiseaux aquatiques. Parmi les espèces relevées par eBird, c'est plus de 30 % du total qui seraient potentiellement favorisés par des travaux de restauration de l'habitat du poisson. Une espèce en péril retient particulièrement l'attention sur le site : l'hirondelle de rivage (*Riparia riparia*) qui niche dans la microfalaise d'érosion active (Figure 32) de part et d'autre du cours d'eau de la Grève (Figure 33).



Figure 32. Site de nidification de l'hirondelle de rivage

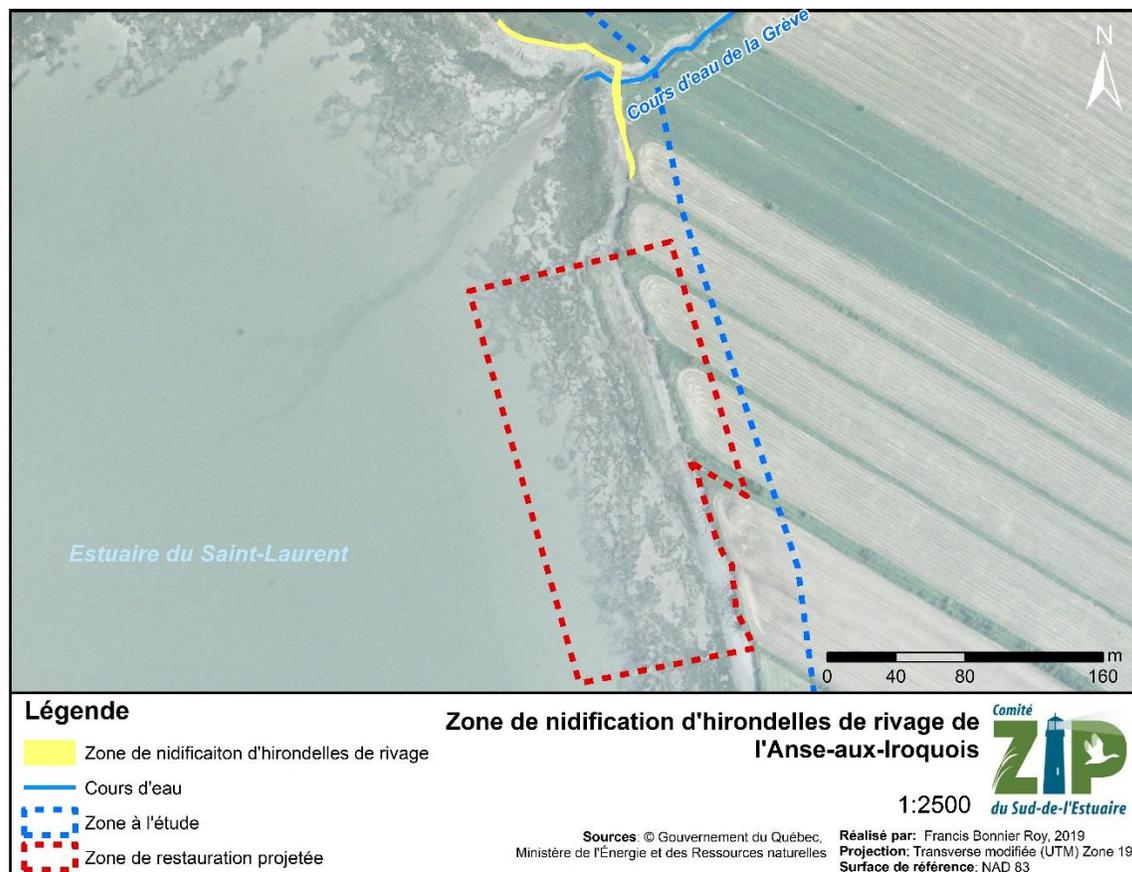


Figure 33. Localisation de la zone de nidification des hirondelles de rivage dans l'Anse-aux-Iroquois.

Les travaux de restauration projetés pourraient aussi favoriser le bruant de Nelson (*Ammodramus nelsoni*), une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (MFFP) qui se retrouve à la Pointe de Rivière-Ouelle à moins d'un kilomètre du site de restauration (SOS-POP, 2008⁹). Finalement, l'observation d'un couple de grues du Canada (*Antigone canadensis*) relève de l'étonnement, puisque la date de cette observation serait plutôt relative à sa nidification qu'à sa migration. À de très rares endroits au Bas-Saint-Laurent la grue du Canada est nicheuse (Robert et coll., 2019).

⁹ SOS-POP, Suivi des populations d'oiseaux en péril, Regroupement QuébecOiseaux, (François Shaffer, comm. pers., 2008)

Tableau 7. Liste des espèces d'oiseaux observés dans l'Anse-aux-Iroquois (les espèces en caractère gras sont à statuts particuliers ou rares).

ESPÈCES D'OISEAUX OBSERVÉS EN JUIN 2019 — L'ANSE-AUX-IROQUOIS, RIVIÈRE-OUELLE					
Espèces		Dates		Statut ¹⁰	Emplacement/Habitat
Nom français	Nom latin	17/06/19	18/06/19		
Oie des neiges	<i>Chen caerulescens</i>	4	3	Estivant	Marais salé
Bernache du Canada	<i>Branta canadensis</i>	4	13	Visiteur	Survol
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>		1	Visiteur	Estuaire Saint-Laurent
Canard chipeau	<i>Mareca strepera</i>		2	Nicheur probable	Estuaire Saint-Laurent
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>		5	Nicheur probable	Estuaire Saint-Laurent
Canard noir	<i>Anas rubripes</i>	6	6	Nicheur probable	Survol dans les prés et en alimentation dans le schorre inférieur
Eider à duvet	<i>Somateria mollissima</i>	3	3	Visiteur	Estuaire Saint-Laurent
Tourterelle triste	<i>Zenaida macroura</i>		1	Nicheur possible	Forêt côtière
Grue du Canada	<i>Antigone canadensis</i>		2	Visiteur rare (nicheur régional?)	Survol et prés
Goéland à bec cerclé	<i>Larus delawarensis</i>	4		Visiteur	Bas-marais salé
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	12	8	Visiteur	Schorre inférieur
Plongeon huard	<i>Gavia immer</i>		4	Visiteur	Estuaire Saint-Laurent
Cormoran à aigrettes	<i>Phalacrocorax auritus</i>	2		Visiteur	Estuaire Saint-Laurent
Grand héron	<i>Ardea herodias</i>	1	7	Visiteur	Schorre inférieur et prés
Urubu à tête rouge	<i>Cathartes aura</i>	6		Visiteur	Survol
Busard des marais	<i>Circus hudsonius</i>	2		Nicheur possible	Prés
Pygargue à tête blanche	<i>Haliaeetus leucocephalus</i>	2		Visiteur en péril : Vulnérable (MFFP)	Survol
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>		1	Visiteur	Survol
Moucherolle des aulnes	<i>Empidonax alnorum</i>	2	4	Nicheur probable	Arbustes dans les prés
Viréo aux yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>		3	Nicheur possible	Forêt côtière

¹⁰ Statut des espèces : Registre public des espèces en péril au Canada. 2011; Robert et coll. 2019 et MFFP, 2019

Corneille d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>		6	Visiteur	Partout
Hirondelle bicolor	<i>Tachycineta bicolor</i>		1	Visiteur	Survol
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	10	6	Nicheur en péril confirmé : Menacée (LEP Canada)	10 nids occupés dans la microfalaise entre les deux étages du marais
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>		1	Visiteur en péril : Menacée (LEP Canada)	Survol, prés et marais salé
Mésange à tête noire	<i>Poecile atricapillus</i>		2	Nicheur possible	Forêt côtière et arbustes
Grive fauve	<i>Catharus fuscescens</i>		2	Nicheur possible	Forêt côtière
Merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>		3	Nicheur possible	Forêt côtière
Jaseur d'Amérique	<i>Bombycilla cedrorum</i>		1	Visiteur	Survol
Chardonneret jaune	<i>Spinus tristis</i>	1	6	Nicheur possible	Arbustes dans les prés
Bruant familier	<i>Spizella passerina</i>		1	Nicheur possible	Forêt côtière
Bruant des prés	<i>Passerculus sandwichensis</i>	4	4	Nicheur probable	Prés
Bruant chanteur	<i>Melospiza melodia</i>	6	9	Nicheur confirmé	Arbustes dans les prés
Bruant à gorge blanche	<i>Zonotrichia albicollis</i>		1	Nicheur possible	Forêt côtière
Goglu des prés	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	5	4	Nicheur probable en péril : Menacée (LEP Canada)	Prés
Carouge à épaulettes	<i>Agelaius phoeniceus</i>		7	Nicheur probable	Prés
Quiscale bronzé	<i>Quiscalus quiscula</i>		1	Nicheur probable	Prés
Paruline masquée	<i>Geothlypis trichas</i>	1	4	Nicheur probable	Arbustes dans les prés
Paruline flamboyante	<i>Setophaga ruticilla</i>		3	Nicheur probable	Forêt côtière
Paruline jaune	<i>Setophaga petechia</i>	1	3	Nicheur probable	Arbustes dans les prés
Paruline à croupion jaune	<i>Setophaga coronata</i>		1	Nicheur possible	Forêt côtière

3.2 CARACTÉRISATION GÉOMORPHOLOGIQUE

3.2.1 Segmentation de la zone côtière

3.2.1.1 Type de côte

Le littoral de la zone à l'étude de l'Anse-aux-Iroquois totalise 1 624 m de linéaire côtier. Les côtes de nature meuble sont majoritaires tandis que les côtes rocheuses ne font partie que d'une petite portion du paysage. En effet, les côtes de nature meuble, représentée par les terrasses de plage et les marais maritimes comptent pour 83 % du domaine côtier alors que les côtes de nature rocheuse totalisent 14 %. Le reste est constitué de quelques courts tronçons de côtes mixtes. La description du site est présentée en suivant le sens de la dérive littorale principale, c'est-à-dire du nord vers le sud.

La Pointe aux Iroquois est entrecoupée de plages et d'affleurements rocheux qui avancent vers l'estuaire sous forme de deux pointes rocheuses. Les côtes rocheuses sans falaise sont représentées en bleu sur la carte (Figure 34) et ne totalisent que 137 m (9 %). Le segment de côte basse rocheuse (trait mauve) est quant à lui situé près d'une habitation constituant la partie de l'affleurement rocheux le plus escarpé de cette pointe. À chaque extrémité de la Pointe aux Iroquois, deux petits tronçons de côte mixte de 64 m (trait jaune) sont présents sous forme d'une terrasse de plage à base rocheuse. Ils témoignent d'une zone de transition entre la côte rocheuse et meuble. Les 360 mètres de côte à terrasse de plage (trait rouge) sont situés pour le premier segment entre les deux crans rocheux, qui sont d'ailleurs exposés aux vagues et le deuxième dans la portion septentrionale de l'anse. Les arrière-plages de la Pointe aux Iroquois sont anthropisées et plusieurs murets en bois ont été installés, totalisant 33 % d'artificialisation des côtes à terrasse de plage. Ensuite, tout le reste de la côte est constitué de marais maritime où se trouve parfois un cordon sableux d'à peine quelques mètres de largeur près de la microfalaise en érosion.

La Figure 35 présente un visuel des différents types de côtes observés durant le terrain de caractérisation côtière du 17 et 18 juin 2019.

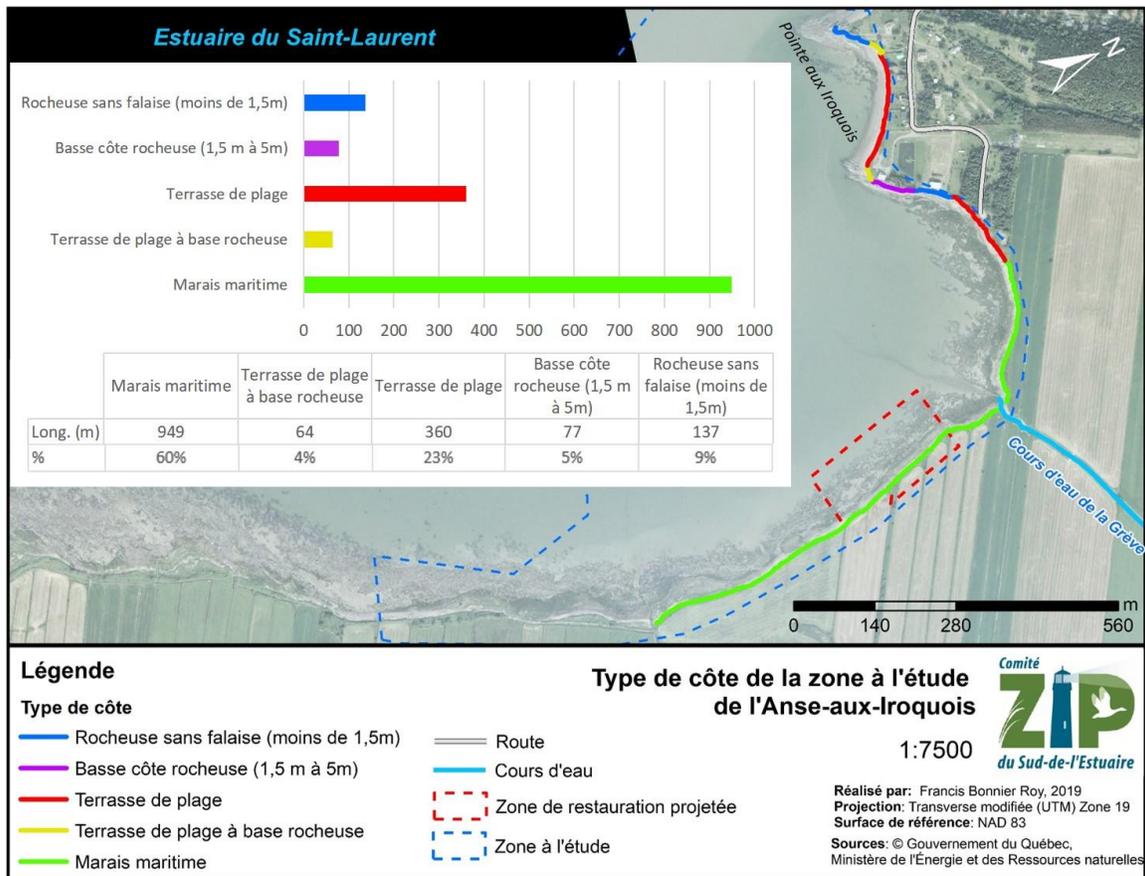


Figure 34. Caractérisation côtière et graphique synthèse des systèmes côtiers de la zone à l'étude de l'Anse-aux-Iroquois.



Figure 35. Différents types de côte rencontrés dans l'Anse-aux-Iroquois.

3.2.1.2 Artificialité

Sur l'ensemble des côtes caractérisées, environ 20 % sont artificialisées, soit un total de 321 m sur les 1 586 m composant la zone à l'étude de l'Anse-aux-Iroquois. De ce nombre, 96 % s'appliquent aux côtes de nature meuble, c'est-à-dire aux côtes à terrasse de plage, alors que 4 % s'appliquent aux côtes de nature mixte (Figure 36).

La présence d'artificialité nous intéresse pour deux choses. D'une part, la présence d'ouvrages de protection à la côte évoque le besoin de se prémunir face aux dégâts causés par l'érosion et la submersion marine. Ainsi, les côtes qui sont munies d'infrastructures de protection témoignent de l'activité passée des processus côtiers, et ce, tant pour les côtes meubles que rocheuses. Cependant, ce n'est pas toutes les côtes touchées par l'érosion qui sont systématiquement protégées. Ainsi, pour avoir un meilleur portrait de la dynamique côtière, nous regarderons aussi l'état de la côte au point suivant.

D'autre part, l'artificialisation des côtes meubles est préoccupante parce qu'elle perturbe l'équilibre sédimentaire à l'intérieur de l'anse. En effet, l'érosion est un phénomène naturel qui contribue à mettre en circulation des sédiments nourrissant les plages et les écosystèmes en aval de la dérive littorale. L'artificialisation des côtes vient colmater les foyers d'érosion et ses effets peuvent aller, dans des cas extrêmes, jusqu'à condamner le transit sédimentaire ou créer de l'effet de bout sur les secteurs adjacents. Dans le cas de l'Anse-aux-Iroquois, les terres situées derrière le marais maritime sont agricoles et 180 m linéaires de côtes ont été protégés par des blocs déversés issus de l'excavation par les agriculteurs lors du labourage de leurs terres. Ce type d'ouvrage de protection peut aussi engendrer un effet appelé le coincement côtier (*coastal squeeze*) en empêchant le talus d'être érodé par les vagues de tempête et ainsi avec le temps, limiter fortement la migration naturelle des habitats côtiers vers les terres et même dans certains cas causer leur perte (Bernatchez *et coll.*, 2016).

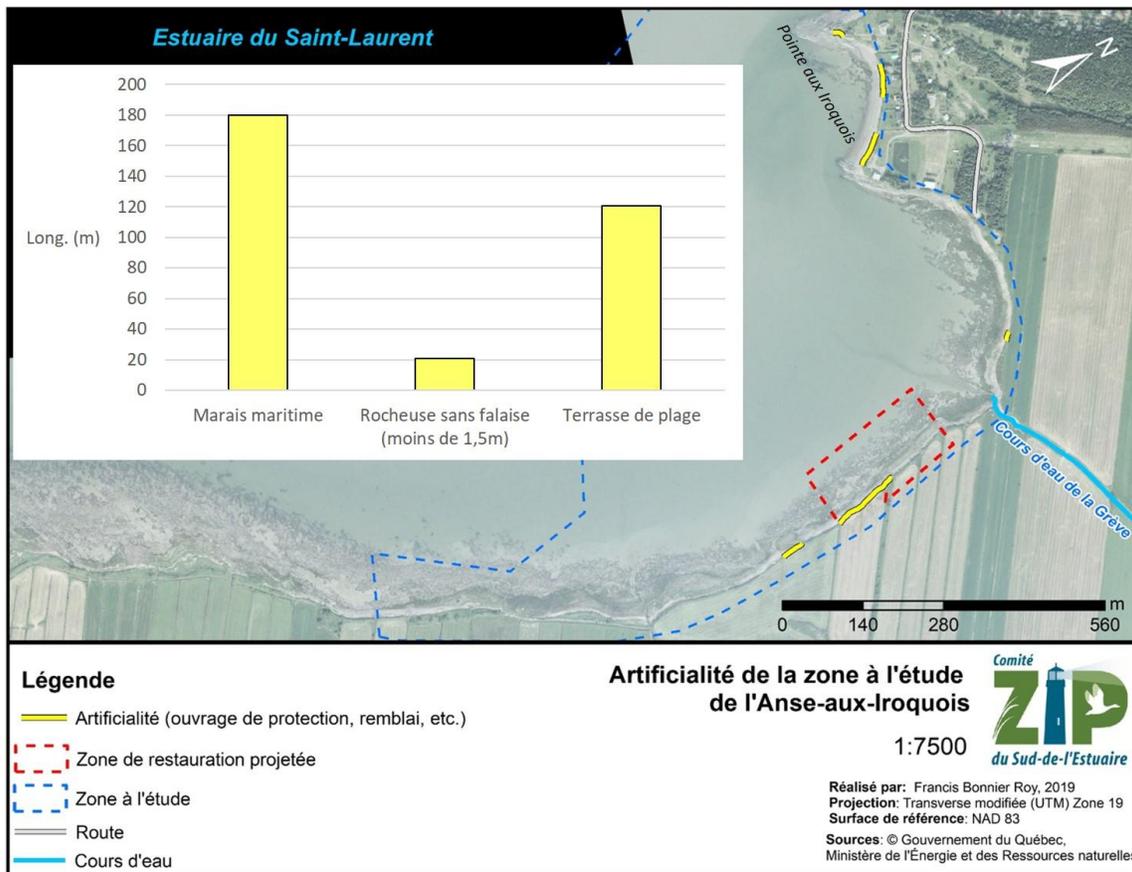


Figure 36. Synthèse de l'artificialisation du littoral de la zone à l'étude de l'Anse-aux-Iroquois.

3.2.1.3 État de la côte

Dans l'Anse-aux-Iroquois, l'état de la côte nous renseigne sur la dynamique littorale. Quatre états ont été identifiés à la côte, soit stable ou végétalisée, semi-végétalisée, active et stabilisée (avec un ouvrage de protection) (Figure 37). L'état de la côte permet d'identifier les zones sensibles où les processus d'érosion et de submersion ont marqué la rive. On constate que les ouvrages de protection sont majoritairement installés sur les côtes meubles (terrasse de plage et marais maritime) que les côtes rocheuses (sans falaise). D'après l'état de la côte actuelle (perte d'habitats et recul de la ligne de rivage), les phénomènes d'érosion et de submersion sont des aléas bien présents dans cette anse.

Les segments de côtes stables ou végétalisées sont situés principalement sur des côtes mixtes ou rocheuses, ce qui est normal puisqu'elles sont bien plus résilientes aux vagues de tempête. Dans son ensemble, la côte à marais maritime de l'Anse-aux-Iroquois est active, principalement à proximité de l'embouchure du cours d'eau de la Grève qui crée une zone d'entonnoir préférentielle où les vagues viennent s'engouffrer et générer de l'affouillement. De plus, lors de la fonte des neiges au printemps, l'augmentation du débit du cours d'eau doit probablement jouer un rôle

important dans l'érosion des berges de l'embouchure. Plusieurs tronçons de côtes meubles ont été caractérisés comme semi-végétalisés, ce qui indique que des épisodes de tempête récents ont mis à vif la microfalaïse d'érosion et que celui-ci a été recolonisé par de la végétation plus ou moins densément. Ceci révèle que ces portions du littoral sont moins vulnérables à l'érosion que les portions actives (en rouge).

En somme, une tendance semble se dégager sur ces côtes orientées vers l'ouest — sud-ouest où l'érosion s'avère sévère, principalement dans le fond de l'anse près du cours d'eau de la Grève, ce qui concorde avec la direction et la fréquence des vents les plus forts observés historiquement à La Pocatière (voir section les conditions de vents).

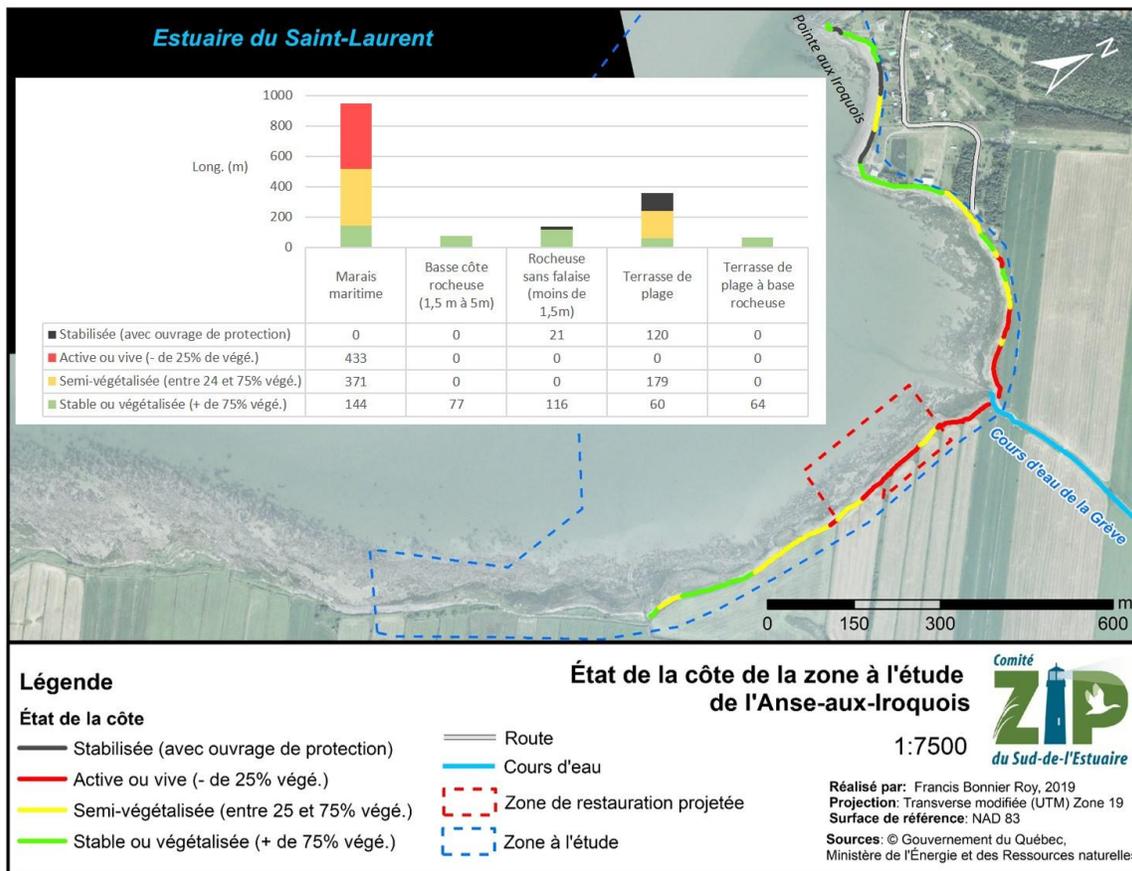


Figure 37. Synthèse de l'état de la côte de la zone à l'étude de l'Anse-aux-Iroquois.

3.2.2 Évolution historique de la côte

3.2.2.1 Déplacement de la ligne de rivage

Dans l'Anse-aux-Iroquois, le déplacement de la ligne de rivage a été ponctué par des événements d'érosion et d'accrétion selon les tempêtes des décennies passées. Il est intéressant de noter que la dérive littorale principale se fait à partir de la Pointe aux Iroquois vers le sud-ouest. Entre 1961 et 2015, l'ensemble du secteur à l'étude est en érosion si on regarde la moyenne de $-0,16 \text{ m/an} \pm 0,23 \text{ m/an}$. Cependant, comme les extrêmes le démontrent (taux maximum de $0,57 \text{ m/an}$ et taux minimum de $-2,35 \text{ m/an}$), l'évolution de la côte ne se fait pas à un rythme constant et homogène sur l'ensemble de ce territoire. Plusieurs facteurs expliquent cela, comme l'orientation de la côte, la présence d'un exutoire de cours d'eau, la proximité d'affleurements rocheux (écran naturel aux vagues), le type de côte (rocheux ou meuble), l'anthropisation de la côte et les apports sédimentaires, etc.

Une matrice représente les trois intervalles de temps des taux de déplacement de la ligne de rivage obtenu entre 1961 et 2015 par la photo-interprétation ainsi qu'une carte de l'évolution de la ligne de rivage pour l'intervalle le plus récent (1990 à 2015) (Figure 38). L'intérêt de cette figure réside dans la capacité d'interprétation spatiale (163 transects) et temporelle (3 intervalles de déplacement de la ligne de rivage sur 54 ans). De cette manière, il est possible de déceler des tendances et comprendre comment la côte de ce secteur évolue à travers le temps.

L'analyse historique de la côte à l'intérieur de l'anse a permis de mettre en lumière une période d'érosion importante entre 1961 et 1980 où le taux de recul moyen de la ligne de rivage était de $-0,44 \text{ m/an}$ (Tableau 8). Cette érosion fut très sévère au niveau de l'embouchure du cours d'eau de la Grève avec un recul moyen de $-1,31 \text{ m/an}$ pour cet intervalle de 19 ans. Vers la Pointe aux Iroquois, un petit secteur à terrasse de plage en accumulation a été ciblé tandis que le reste de la pointe est plutôt stable.

Entre 1980 et 1990, l'ensemble de l'anse est en accrétion avec un taux moyen de $0,16 \text{ m/an}$ et un taux moyen de $0,43 \text{ m/an}$ pour la zone d'intervention projetée. Durant cette période, le climat de vague et les tempêtes ont dû être moins intenses pour que la reprise végétale se fasse sur les talus en érosion des deux décennies précédentes. En effet, il est visible sur les images aériennes historiques qu'une accumulation sableuse plus importante au pied de la microfalaise d'érosion a favorisé l'apparition d'une haute plage végétalisée à plusieurs endroits, particulièrement dans la zone du marais maritime, mais aussi sur la Pointe aux Iroquois. D'ailleurs, l'érosion au niveau de l'embouchure du cours d'eau de la Grève fut la moins importante de l'analyse historique.

Pour le dernier intervalle de 1990 à 2015, le taux moyen de l'anse affichait $-0,08 \text{ m/an}$, soit une érosion légère similaire à la zone d'intervention projetée avec -

0,05 m/an. L'embouchure du cours d'eau est la zone la plus active de cette période tandis que la terrasse de plage au nord de l'anse est la seule partie en accrétion légère. En effet, l'embouchure d'un cours d'eau peut avoir le même effet qu'un canal de drainage agricole puisque ce sont des brèches dans le littoral pour les vagues et courants de marée, créant ainsi des points de faiblesse où l'érosion est accélérée.

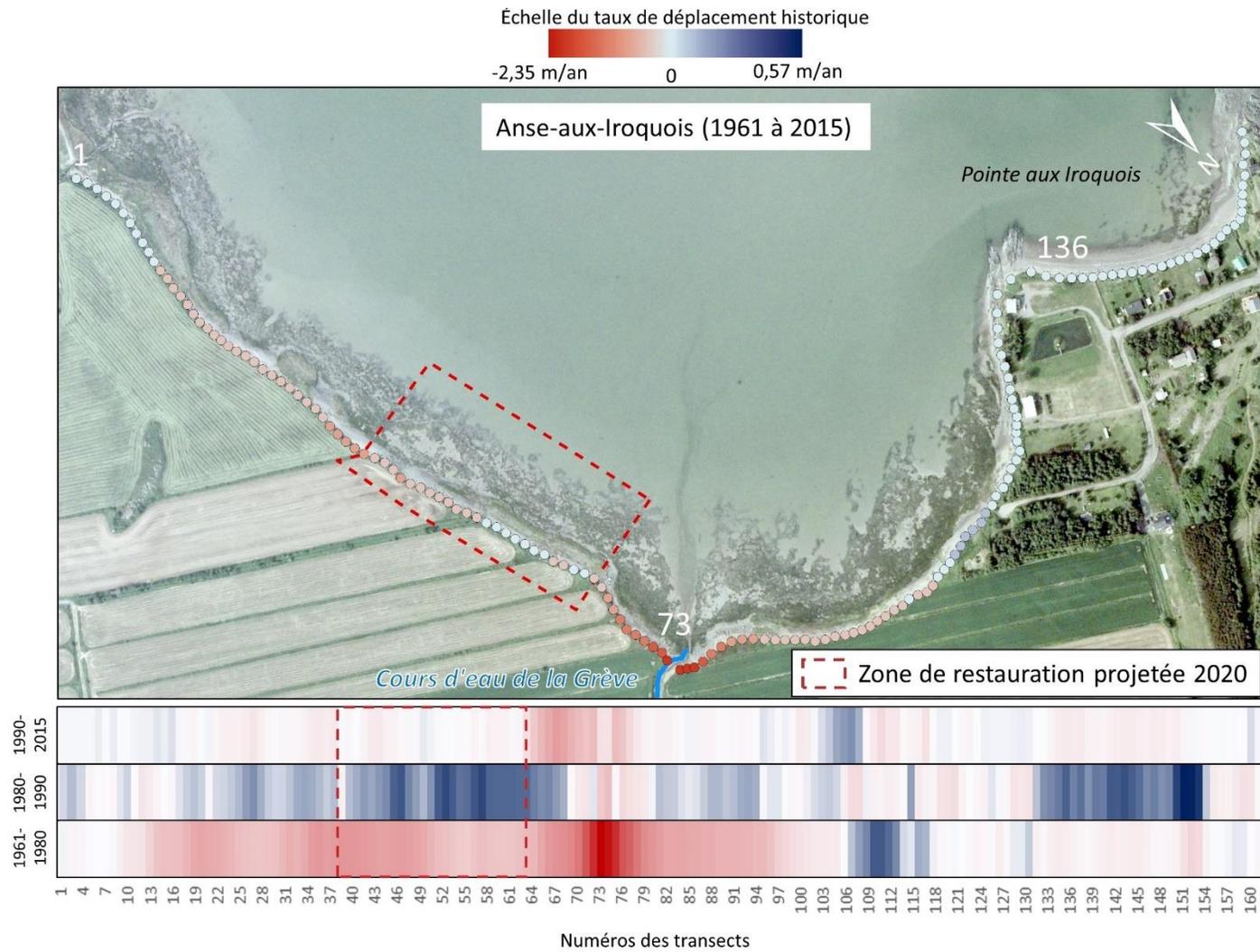


Figure 38. Évolution historique de la ligne de rivage de l'Anse-aux-Iroquois entre 1961 et 2015.

Tableau 8. Taux de déplacement historiques moyens de l'Anse-aux-Iroquois et de la zone de restauration projetée.

	1961 à 1980	1980 à 1990	1990 à 2015
Anse-aux-Iroquois	-0,44 m/an	0,16 m/an	-0,08 m/an
Zone de restauration projetée	-0,69 m/an	0,43 m/an	-0,05 m/an

3.2.2.2 *Évolution surfacique du marais maritime*

Afin d'approfondir l'évolution historique de la côte, une analyse de la superficie du marais maritime entre 1990 et 2015 a été faite. En effet, cet habitat côtier est important pour le poisson et l'intégrité biologique de l'ensemble de l'anse. Une analyse des étages principaux du marais est exposée, soit l'évolution du schorre inférieur et supérieur.

Malgré une ligne de rivage relativement stable entre 1990 et 2015, le schorre inférieur a beaucoup évolué dans cet intervalle de temps (Figure 39). On constate que les plantes typiques du schorre inférieur ont colonisé la frange supérieure et ont laissé place à la vasière sur la portion inférieure du marais. C'est donc une migration vers les terres de cet habitat. Au final, c'est une perte de 4 % (3 307 m²) de la superficie totale du schorre inférieure en 25 ans.

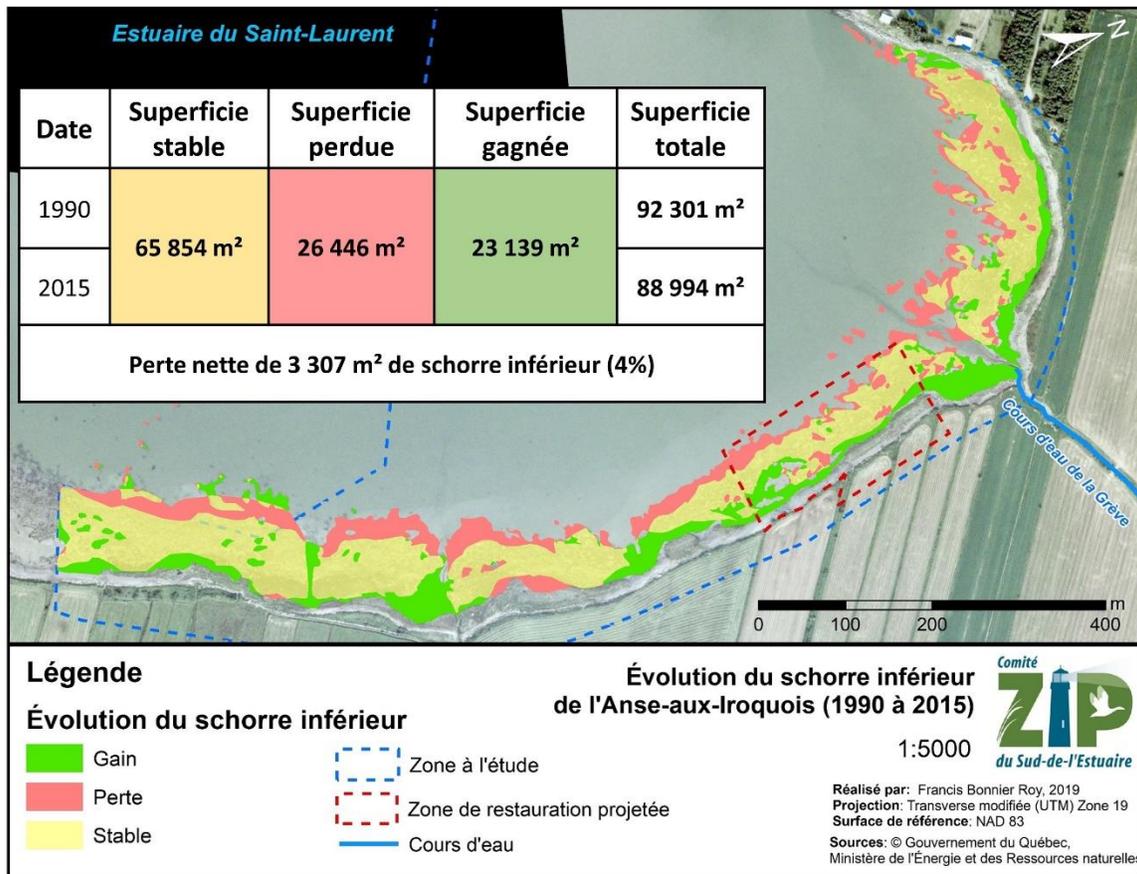


Figure 39. Évolution de la superficie du schorre inférieur de l'Anse-aux-Iroquois entre 1990 et 2015. Au niveau du schorre supérieur, les gains et les pertes ont été spatialement différents. L'érosion de cet habitat fut surtout présente près du cours d'eau de la Grève tandis que la colonisation de la plage par cet étage fut surtout présente au sud de l'anse. Néanmoins, le bilan reste négatif puisqu'il y a une perte nette de 24 % comparativement à la superficie de 1990.

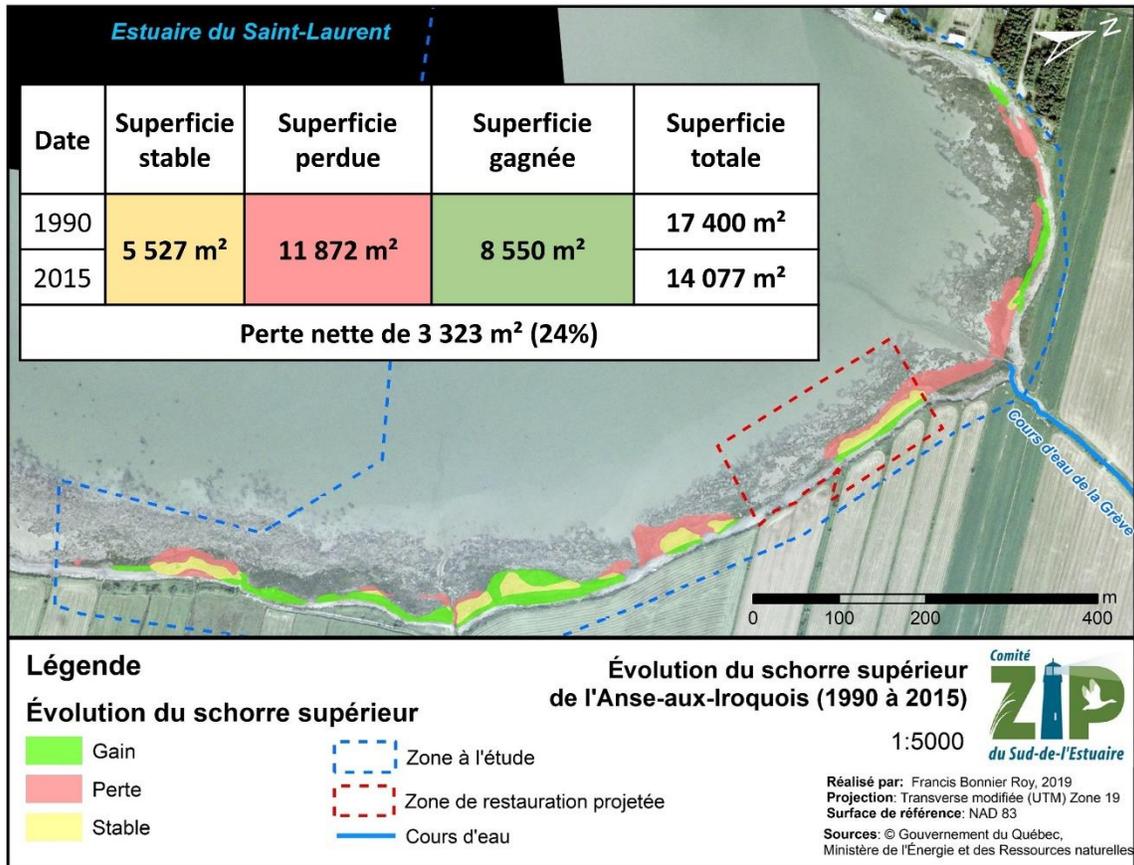


Figure 40. Évolution de la superficie du schorre supérieur de l'Anse-aux-Iroquois entre 1990 et 2015.

Cette analyse met en lumière une migration des habitats. En effet, en 2015, c'était 8 753 m² de schorre inférieur qui avait colonisé l'espace où le schorre supérieur était présent en 1990. Inversement, ce n'était que 1 215 m² de schorre supérieur qui avait colonisé l'étagement où était présent le schorre inférieur en 1990.

En somme, la côte meuble de l'Anse-aux-Iroquois est en érosion dans son ensemble, et plus particulièrement près de l'embouchure du cours d'eau de la Grève. Cette érosion libère de l'espace pour que les plantes des deux schorres colonisent ces superficies disponibles à travers les années. Ainsi, c'est une migration des habitats qui se fait vers l'intérieur des terres, par l'érosion des terres agricoles du secteur.

3.2.3 Levé d'imagerie aérienne

L'orthomosaïque a été générée dans l'Anse-aux-Iroquois sur 1 km linéaire et 130 m de large. Elle couvre la zone de restauration projetée et la majeure partie du marais maritime dans la zone à l'étude (Figure 41).

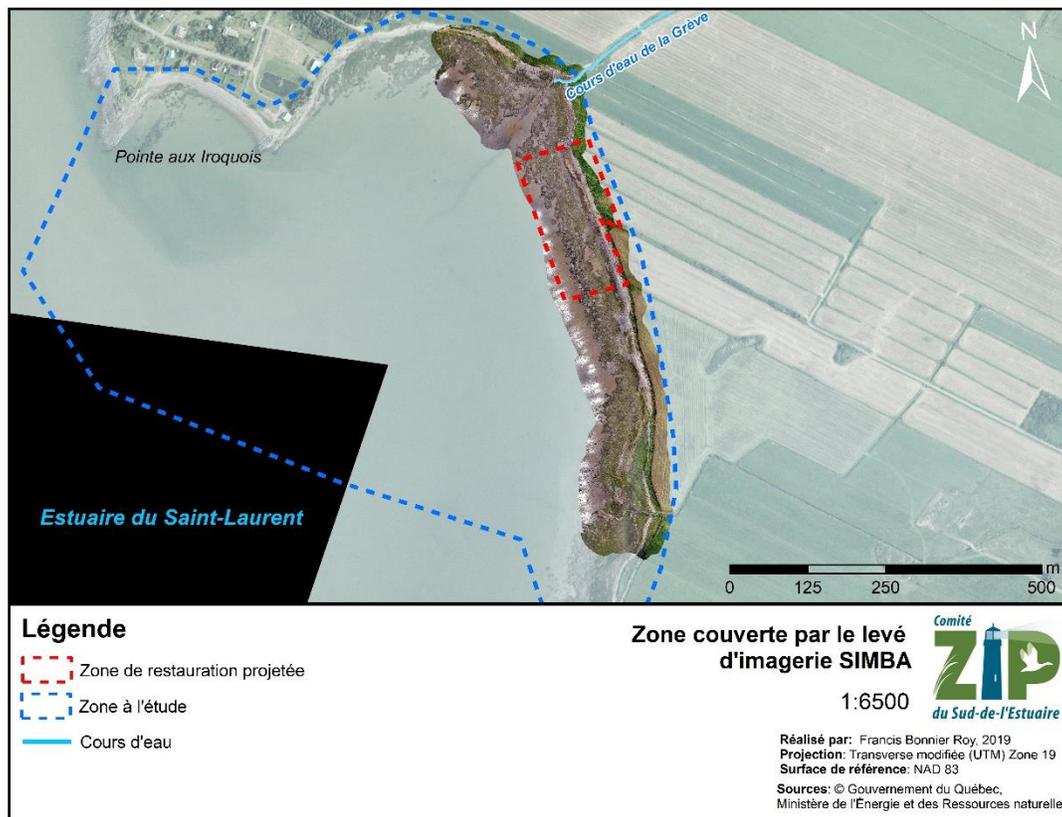


Figure 41. Zone couverte par le levé d'imagerie aérienne SIMBA du 18 juin 2019 dans l'Anse-aux-Iroquois.

L'avantage qu'offre cette image géoréférencée réside dans sa grande résolution de 1,5 cm/pixel (Figure 42). En effet, cela permet de planifier avec une grande précision les plans et devis des travaux qui auront lieu à l'été 2020, mais aussi d'obtenir un cliché de l'état des lieux avant les interventions de restauration côtière, servant d'état de référence. Un autre intérêt majeur de cette technique est que les orthomosaïques serviront aux différents suivis après les travaux.

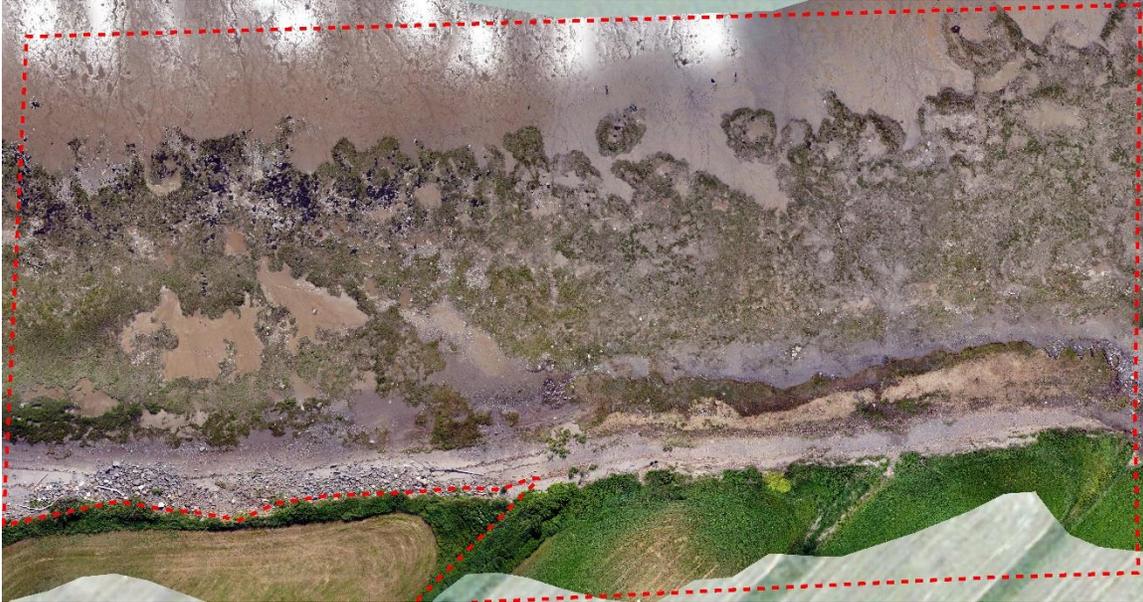


Figure 42. Orthomosaique de la zone de restauration projetée.

3.2.4 Profils topographiques

Les profils topographiques ont permis de générer une matrice d'élévation (Figure 43). Puisque les points des profils ont été pris assez près les uns des autres, cela a été suffisant pour générer une matrice sur la zone projetée du reprofilage de la microfalaise. Cette dernière se situe entre 5 et 5,5 m d'altitude et le bas de la plage se retrouve à 4 m. Grâce aux profils topographiques et cette surface d'élévation, les plans des travaux pourront être calibrés en fonction du relief.

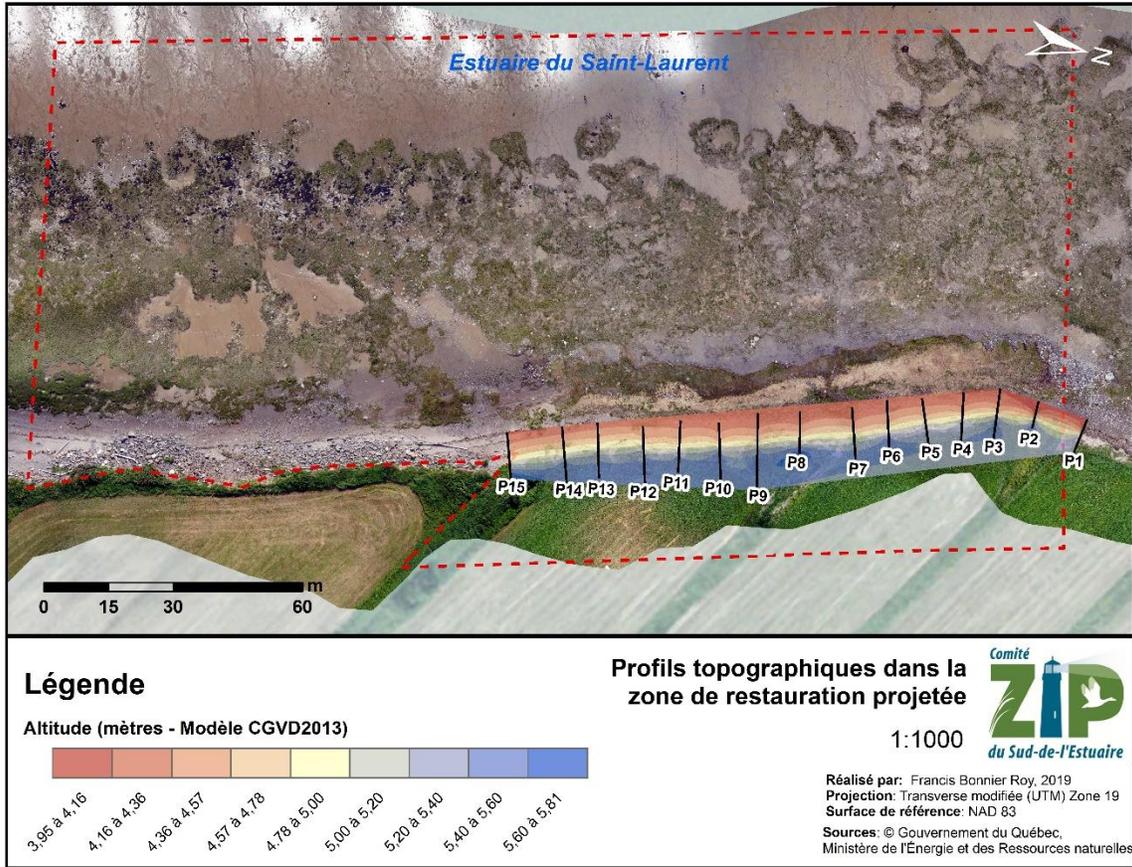


Figure 43. Profils topographiques de la zone de restauration projetée dans l'Anse-aux-Iroquois.

4 SYNTHÈRE DES RÉSULTATS

Les résultats de la caractérisation côtière de l'Anse-aux-Iroquois démontrent que le site est un milieu très riche au niveau de la flore et de la faune. On retrouve une belle diversité d'habitats qui sont d'intérêt pour celles-ci. Par contre, ces habitats sont sensibles aux perturbations créées par les changements climatiques et les activités humaines. À la suite des résultats de la caractérisation côtière, on remarque plusieurs signes de dégradations de la zone de restauration projetée :

- Schorre inférieur et supérieur du marais discontinu,
- Microfalaise en érosion,
- Plage avec végétation absente ou discontinue.

Le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire recommande donc des actions de restauration dites douces dans la zone d'intervention projetée. Premièrement, dans l'objectif de favoriser la reprise végétale naturelle dans les zones du schorre inférieur du marais discontinu, une transplantation à partir d'un banc donneur est recommandée. Ce type d'intervention, dans un marais, favorise une reprise végétale rapide. De plus, un marais en santé et bien végétalisé forme un premier obstacle aux vagues qui arrivent sur la côte puisque l'énergie des vagues est dissipée par le contact avec les feuilles des plantes du marais (Owen, 1984). Ce processus permet de diminuer le potentiel d'érosion et de submersion de la côte.

Deuxièmement, un reprofilage avec une pente de 1 dans 3 (33%) d'une partie de la microfalaise en érosion à l'ouest de l'embouchure du cours d'eau de la Grève sera réalisée accompagner d'une végétalisation à l'aide de différentes espèces indigènes.

5 CONCEPTION ET AMÉNAGEMENT

5.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES TRAVAUX

À partir du printemps 2020 commenceront les travaux de restauration sur une superficie totale de 2 066 m². Ceux-ci débiteront avec une transplantation dans le schorre inférieur du marais maritime sur une portion d'environ 843 m². Les unités de plantation proviendront directement du milieu dans des secteurs du marais où la végétation est continue. La deuxième étape sera la réalisation du reprofilage de la microfalaise en érosion sur environ 51 m. Pour terminer, une végétalisation de la plage et du talus sera réalisée à l'aide de plantes indigènes pour couvrir une surface totale d'environ 1 224 m² (Figure 44).

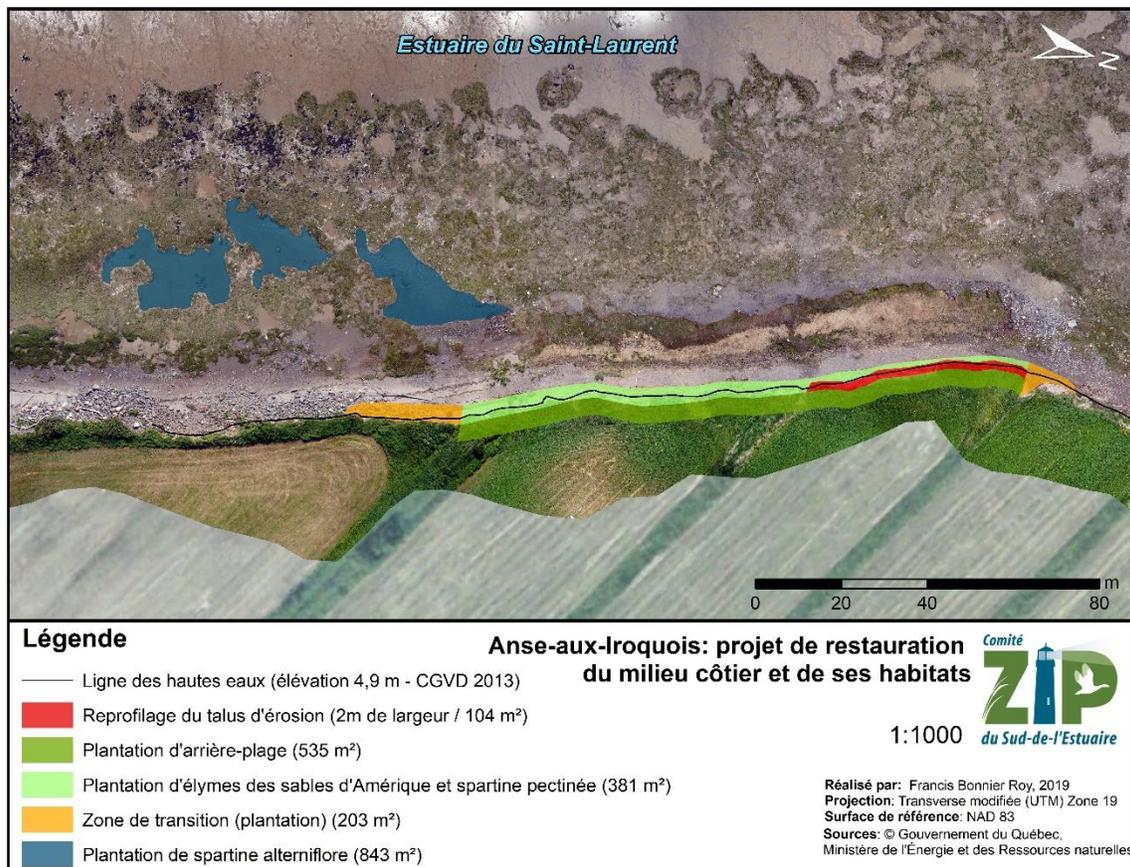


Figure 44. Carte de la restauration des habitats côtiers à Rivière-Ouelle.

5.2 TRANSPLANTATION DE SPARTINE ALTERNIFLORE

La revégétalisation d'un secteur épars du schorre inférieur du marais de l'Anse-aux-Iroquois sera réalisée à l'aide d'un banc donneur se situant non loin du site de restauration. Lors de la caractérisation, un secteur, au sud-ouest de la zone à restaurer, où la végétation était dense et continue fut choisi comme site de prélèvement (Figure 45).

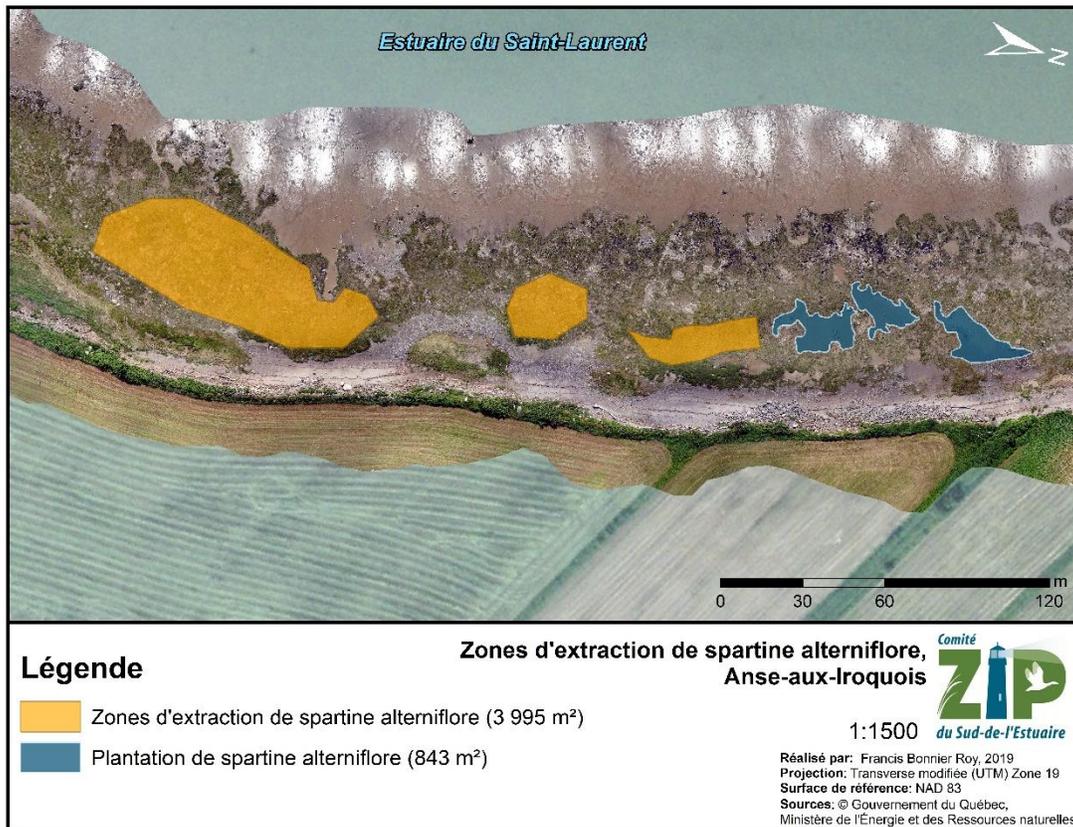


Figure 45. Zone d'extraction de spartine alterniflore dans l'Anse-aux-Iroquois.

La plantation de spartine alterniflore se fera sur une superficie d'environ 843 m². Pour ce faire environ 2 529 unités (3 unités/m²) de plantation seront extraites du banc donneur se trouvant à proximité du site (Figure 46). Des unités de plantation seront coupées dans la zone de prélèvement du marais en respectant une distance d'un mètre entre deux unités. Les unités seront par la suite déposées dans des bacs (5/bacs) pour être déplacées à l'aide de brouettes et de chariots, en passant par la plage, jusqu'au site de plantation. Afin de limiter le piétinement sur le site, les mêmes sentiers seront utilisés. La plantation des unités sera réalisée la même journée que leur extraction, pendant la marée basse (Annexe 1).

La superficie de restauration choisie n'est pas complètement dénudée de végétation, celle-ci contient déjà des zones de spartine naturelle discontinue ou éparses

(Figure 46). La plantation sera réalisée entre la végétation déjà présente. L'étendue des plants en place sera quantifiée quelques jours avant le début des travaux de restauration et la superficie réelle de plantation sera ainsi déterminée.

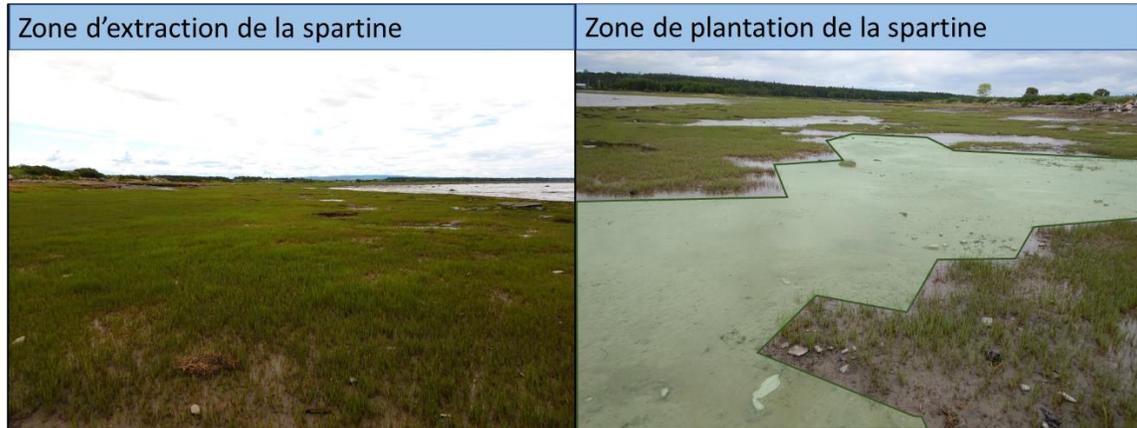


Figure 46. Zone d'extraction et de plantation dans le marais de l'Anse-aux-Iroquois.

5.3 REPROFILAGE DE LA MICROFALAISE ET PLANTATION DE VÉGÉTAUX

Dans l'objectif de donner un coup de pouce à la plage au sud-ouest du cours d'eau de la Grève, un secteur perturbé par l'érosion côtière, un reprofilage de la microfalaïse est proposé accompagné d'une végétalisation de la haute-plage et de l'arrière-plage. Le reprofilage d'une microfalaïse en érosion consiste à modifier la pente qui est verticale vers une pente de 1 dans 3 (33 %). Les principaux objectifs en diminuant la pente sont de faciliter la croissance de végétaux sur le talus ainsi que de réduire l'énergie des vagues qui se rend jusqu'à celui-ci (Bernier et coll. 2013, Juneau et coll. 2012). Il faudra tenir compte de la localisation de la petite colonie de cette hirondelle terricole afin de ne pas intervenir sur son site de nidification.

À la suite du reprofilage de la microfalaïse, une variété de végétaux seront plantés afin de diminuer la perte de sédiment. Ces végétaux ont un système racinaire développé, la combinaison de plusieurs espèces de plantes, et donc de racines, permet de créer un filet racinaire qui stabilise la haute-plage et l'arrière-plage. Les feuilles des végétaux auront, elles, comme effet de retenir les grains de sable qui pourraient partir avec le vent ou les vagues. Les espèces retenues pour la revégétalisation sont des espèces indigènes et résistantes aux aléas côtiers tels l'élyme des sables (*Leymus mollis subsp. mollis*) (Sowers, 2008), la spartine pectinée (*Sporobolus michauxianus*), le rosier inerme (*Rosa blanda*), l'aulne crispé (*Alnus viridis*), le saule discoloré (*Salix discolor*), le saule de l'intérieur (*Salix interior*) ainsi que la spirée à feuille large (*Spiraea latifolia*). Ces végétaux ont pour la plupart été utilisés dans de nombreux travaux de restauration, avec succès, par le Comité ZIPSE comme à Sainte-Flavie (Bachand, 2013), Rivière-Ouelle (Bachand, 2012), Notre-Dame-du-Portage (Comtois

et coll., 2015, Quintin et coll. 2019), Montmagny (Joubert et coll. 2019) et Notre-Dame-des-Neiges (Bonnier Roy et coll. 2018).

5.3.1 Préparation du site

5.3.1.1 Détails techniques du reprofilage

Les plans et devis pour la conception du reprofilage de la microfalaie furent réalisés par l'ingénieur Guillaume Bouchard. Les travaux auront lieu sur la haute-plage au sud-ouest du cours d'eau de la Grève, dans l'Anse-aux-Iroquois à Rivière-Ouelle. Les travaux s'étendront sur 51 mètres linéaires et recouvriront une superficie totale d'environ 1 224 m². La largeur du nouveau talus sera d'environ 2 mètres et le pied de celui-ci sera positionné au-dessus du niveau de la ligne des hautes eaux.

Les travaux seront réalisés en quelques jours au début de l'été lors des périodes de marée basse. Il sera important de réaliser les travaux de manière à minimiser la circulation sur la rive et informer les ouvriers du caractère sensible du site. Il y aura une trousse d'urgence environnementale en cas de déversement sur le site. L'agriculteur sera informé des horaires de travail, soit aux heures normales de travail entre 8 h 30 et 18 h. Il y aura au moins un membre du Comité ZIPSE toujours sur place durant la réalisation de l'ensemble des travaux. Voir le devis de l'ingénieur pour de plus amples détails en annexe à la demande de certificat d'autorisation.

5.3.1.2 Équipement

Pour le reprofilage de la microfalaie, une pelle mécanique sera utilisée afin de remanier les sédiments afin d'obtenir la pente voulue, sous la supervision d'un membre de la ZIPSE. Les sédiments déplacés seront étendus directement sur le haut de la pente afin de diminuer toute évacuation des sédiments du site. Lorsqu'il ne serait pas possible de les laisser en place, les buissons de rosiers rugueux déjà présents pourraient être retirés lors des travaux de reprofilage et remis en place par la suite.

5.3.1.3 Estimation des coûts approximatifs

Les travaux de reprofilage de la microfalaie seront réalisés en deux jours. Les coûts liés à l'exécution du reprofilage (sans compter la revégétalisation, voir la section 5.3.1.4) ont été représentés dans le Tableau 9. L'estimation des coûts fut réalisée par l'ingénieur Guillaume Bouchard.

Tableau 9. Estimation des coûts des travaux de reprofilage de la microfalaise.

	Pelle mécanique (150\$/h)	Manœuvre (70\$/h)	Camion (90\$/h)	Total
Jour 1	10h	10h	10h	3 100\$
Jour 2	10h	NA	NA	1 500\$
Total	20h	10h	10h	4 600\$

5.3.1.4 Végétalisation de la haute-plage et de l'arrière-plage

La végétalisation de la haute-plage et de l'arrière-plage sera exécutée manuellement, aucune machinerie ne sera nécessaire pour cette étape de la restauration. La plantation sera réalisée à la fin des travaux de reprofilage. Sept espèces de plantes et arbuste seront plantés dans trois zones du site de restauration (Figure 47).

Pour la zone de plantation de spartine pectinée et d'élyme des sables d'Amérique, une superficie de 218 m² sera plantée à l'aide de ses deux espèces. Afin de conserver les proportions observées lors de la caractérisation biophysique, un ratio de 40 % d'élyme des sables d'Amérique et de 60 % de spartine pectinée sera respecté. Les plants seront plantés en quinconce à une densité de plantation de 15 plants/m².

Ensuite, la zone de plantation de rosier couvrira une superficie de 268 m². Dans cette zone, les rosiers rugueux déjà en place seront conservés et de nouveaux plants de rosiers inermes seront ajoutés. Les nouveaux plants seront plantés entre les massifs de rosiers matures suivant une densité de plantation de 1 plant/m². Il est important de préciser que les rosiers inermes ajoutés risquent fort probablement de s'hybrider avec les rosiers rugueux déjà en place (Mercure et coll. 2008). De plus, par le passé le comité ZIPSE a fait affaire avec différents fournisseurs et à notre grande surprise les plants envoyés s'avéraient être des rosiers inermes hybridés avec le rosier rugueux en pépinière (présence d'aiguillons sur la tige alors que l'inermes n'en a pas ou de très petites acicules). Afin de préserver les caractéristiques de l'espèce du rosier inermes, il serait préférable de transplanter du rosier rugueux. Cependant, cette espèce a le statut d'espèces introduites ainsi que le statut d'espèce naturalisé au Canada.

La dernière zone de plantation, celle se retrouvant sur l'arrière-plage, couvrira une superficie de 535 m². Cinq espèces seront plantées dans cette zone en plus de semences d'arbustes et de plantes qui y seront semées. La zone fut divisée en 12 sections ayant chacune un des quatre patrons suivants : ARA, SRS, CBC, SS (Figure 47). Chaque patron contient un nombre et une diversité de plantes différentes dans l'objectif de recréer, le plus possible, un habitat et une diversité qui ressemble à celle qui est présente naturellement dans la zone à l'étude.

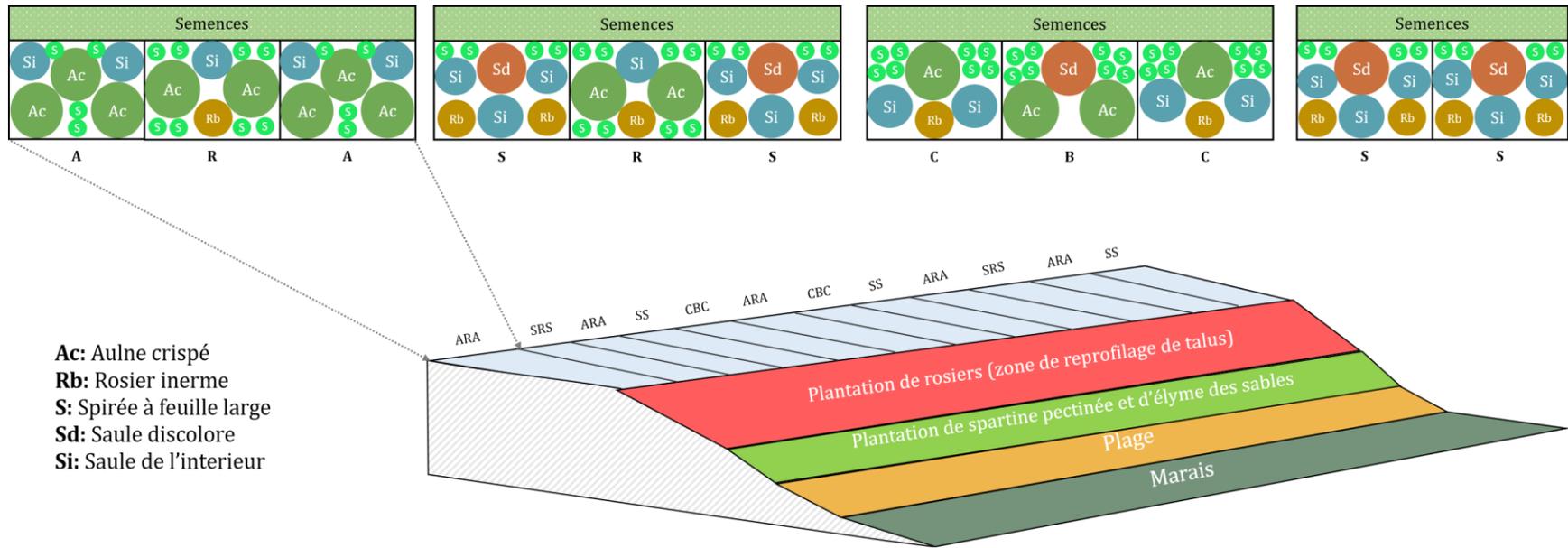


Figure 47. Croquis des patrons de plantation dans la zone de plantation d'arrière-plage.

Le Tableau 10 indique une estimation des coûts reliés à la plantation des différentes espèces de végétaux sur le site de restauration. Ces montants ne comprennent pas les frais de main-d'œuvre et ces coûts associés (hébergement, etc.).

Tableau 10. Description de la tarification des travaux de végétalisation prévus.

Espèces	Superficie à végétaliser (m²)	Habitats	Nombre de plants	Coûts \$
Élyme des sables	481	Plage	2 286	1 715
Spartine pectinée			3 429	3 429
Rosiers inermes	203	Microfalaise	90	270
Aulne crispé	535	Arrière-plage	38	1 777
Saule discolore			155	
Saule de l'intérieur			256	
Spirée à feuille large			64	
Rosiers inermes			122	
Semences			1 kg	
Total	1 223		6 440	7 191

6 CALENDRIER DES TRAVAUX ET DU SUIVI

L'ensemble des travaux de reprofilage, de plantation de végétaux dans le marais et sur la plage ont été planifiés dans un calendrier provisoire en indiquant le temps estimé requis pour les étapes à réaliser (Tableau 11). Les délais ont été évalués en fonction de l'expérience que le Comité ZIPSE possède d'après les travaux précédents de type semblable.

Tableau 11. Calendrier de réalisation des travaux de reprofilage et de plantations.

À réaliser	Avril-Mai	Juin-Juillet	Août-Septembre	Octobre-Novembre
Reprofilage de la microfalaise	2 jours			
Transplantation spartine	1 semaine			
Plantation haute-plage et arrière-plage		1 semaine		
Suivi plantation		1 jour/mois	1 jour/mois	
Suivi reprofilage		1 jour	1 jour	1 jour

CONCLUSION

Le territoire de la zone à l'étude de l'Anse-aux-Iroquois est majoritairement constitué de marais maritime tandis que la pointe aux Iroquois est composée d'une terrasse de plage entre deux pointes rocheuses. Ce secteur ne fait pas exception au phénomène d'érosion avec un taux de déplacement moyen qui varie entre -0,08 m/an et -0,44 m/an entre 1961 et 2015. Cela dit, l'embouchure du cours d'eau de la Grève est la portion de l'anse la plus touchée par cet aléa avec des taux de recul allant jusqu'à -2,35 m/an. Quelques riverains ont ainsi décidé d'enrocher ou d'emmurer la microfalaise d'érosion afin de se protéger des assauts de la mer, totalisant 20 % du littoral total de la zone d'étude. Une grande partie de l'anse est active ou semi-active, ce qui se traduit par une microfalaise à vif, témoin de l'activité des vagues, courants de marée et glaces dans ce secteur.

La caractérisation du secteur à l'étude a permis de démontrer la grande diversité biologique de l'Anse-aux-Iroquois. Un grand nombre d'espèces furent identifiées lors de l'inventaire floristique, dont certaines plutôt rares pour le secteur. La faune aviaire est également abondante et plusieurs espèces ayant un statut particulier furent observées dans la zone à l'étude. Notons également l'abondance au niveau des quantités et de la diversité des poissons capturés lors de l'inventaire ichthyologique. Par contre, il a également été possible de noter de l'érosion au niveau du schorre supérieur et de la plage dans différents secteurs.

Un secteur d'intérêt fut révélé grâce aux analyses des données de caractérisation, soit la plage en érosion au sud-ouest du cours d'eau de la Grève. Ce secteur s'étend sur 135 mètres linéaires. Pour restaurer ce site perturbé, un reprofilage partiel de la microfalaise ainsi qu'une végétalisation de la haute-plage et de l'arrière-plage à l'aide de la spartine pectinée, de l'élyme des sables, du rosier inerme, du saule de l'intérieur et discoloré, de l'aulne crispé ainsi que de la spirée à feuille large sera réalisé au printemps et à l'été 2020. Il y aura également une transplantation de spartine alterniflore dans des secteurs dénudés au niveau du schorre inférieur du marais. La combinaison de ses deux interventions va permettre à ce secteur d'être plus résistant aux divers aléas côtiers. Elle va également permettre de reconnecter des habitats complémentaires et donc faciliter les déplacements de la faune et de la flore qui les fréquentent.

Au final, ces efforts de restauration d'habitats côtiers vont permettre :

- De connecter des habitats par la revégétalisation,
- D'améliorer la qualité de l'eau par une revégétalisation,
- D'augmenter la capacité de résilience des habitats par un reprofilage de la microfalaise et d'une plantation.

Les actions de restauration proposées à Rivière-Ouelle vont permettre de diminuer les pertes dans l'habitat côtier du poisson ainsi que d'augmenter la biodiversité en préservant et restaurant des habitats naturels perturbés, qui sont essentiels pour les espèces fourragères du Saint-Laurent comme l'éperlan arc-en-ciel, le hareng ou encore le capelan.

Notons que des suivis terrain seront également réalisés à la suite des travaux de restauration dans l'objectif de suivre la progression des travaux dans le temps. Les suivis géomorphologiques seront réalisés à l'aide de la plateforme SIMBA afin de suivre le déplacement des sédiments sur la plage et d'observer les changements au niveau de la pente du reprofilage. Les suivis biologiques seront réalisés à l'aide de parcelles qui seront installées à la fin des travaux de restauration dans les différents dispositifs de plantation. Des inventaires ichtyologiques seront également réalisés, suite aux travaux, au même endroit et à la même période de l'année que celui de la caractérisation pour suivre les populations de poisson qui sont présentes dans le secteur des travaux de restauration pendant les deux prochaines années (2020-21).

RÉFÉRENCES

- d'Anglejan, B. 1981. Évolution post-glaciaire et sédiments récents de la plate-forme infra-littorale, baie de Sainte-Anne, estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, vol 35 (2), p. 253–260.
- Arsenault, M., G. H. Mittelhauser, D. Cameron, A. C. Dibble, A. Haines, S. C. Rooney & J. E. Weber. 2013. *Sedges of Maine. A field guide to Cyperaceae*. The University of Maine Press. Orono, Maine. U.S.A.
- Bachand, E. 2012. Restauration de la plage des Jésuites, Rivière-Ouelle. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec, 26 p.
- Bachand, E. 2013. Restauration de la plage de la halte marine du Gros-Ruisseaux, Sainte-Flavie. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec, 25 p.
- Bazoges, A., D. Lachance & C. Villeneuve. 2015. Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional. Les publications du Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques, Direction de l'expertise en biodiversité et Direction de l'aménagement et des eaux souterraines, 64 p. + annexes.
- Bernatchez, P., Jolicoeur, S., Quintin, C., Savard, J-P., Corriveau, M., O'Carroll, S., Bérubé, D., Garneau, M., Chmura, G.L., Nguyen-Quang, T., Lieou, C.K., Torio, D., Van Ardenne, L., Sammari, H., Saint-Pierre, M. 2016. Impacts des changements climatiques et des contraintes physiques sur le réajustement des écosystèmes côtiers (*coastal squeeze*) du golf et de l'estuaire du Saint-Laurent (GESL) et évaluation des mesures d'atténuation de ces impacts. Rapport de recherche remis à Ouranos et Ressources naturelles Canada, mars 2016, 189p. + annexes.
- Bernier, J.-S., Bolduc, J., Boulet, G., Bussièrès, E., Dumont, B., Edelmann, P., Gosselin, A., Légaré, M., Mergl, M., Michaud, C., Rousseau, M., Verville, A. & Lauzier, R. 2013. Guide de bonnes pratiques aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines. Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec, 115p.
- Bonnier Roy, R., Noël, R., Pothier, J., Junneau, M-N., Joubert, J-É., Quintin, C. & Bachand, É. 2018. Caractérisation biophysique de Notre-Dame-des-Neiges (secteur des Grèves). Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec. 66 p. + annexes.
- Bourget, G., A. Marquis, M. Bélanger, K. Belzile et M. Tremblay. 2015. Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire (RIPE) — Bilan des années 2009-2013. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune du Bas-St-Laurent. 3 p.
- Boyer-Villemare, U., J.-P. Savard et P. Roy. 2016. Évaluation des niveaux d'eau extrêmes causant des dommages de submersion en zone côtière au Québec. Ouranos, Montréal. 30 p.
- Brouillet, L., F. Coursol, S. J. Meades, M. Fravreau, M. Anions, P. Bélisle & P. Desmet. 2010. VASCAN, la Base de données des plantes vasculaires du Canada. <http://data.canadensys.net/vascan/>
- Centre Saint-Laurent. 1996. Rapport-synthèse sur l'état du Saint-Laurent. Volume 1 : L'écosystème du Saint-Laurent. Environnement Canada — région du Québec; Conservation de l'environnement et Éditions MultiMondes, Montréal. Coll. 'Bilan Saint-Laurent'.

Comité Flore québécoise de FloraQuebeca. 2009. Plantes rares du Québec méridional. Guide d'identification produit en collaboration avec le centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Les Publications du Québec, Québec. 406 p. ISBN 978-2551 — 19842-9.

Comtois, S., E. Bachand et J.-É. Joubert. 2015. Caractérisation du système côtier de l'Anse-du-Portage. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec, 55 p.

Crawford, A., Mueller, D., Joyal, G. 2018. Surveying Drifting Icebergs and Ice Islands: Deterioration Detection and Mass Estimation with Aerial Photogrammetry and Laser Scanning. *Remote sensing*, 10, 575.

Cyr, A. et J. Larivée. 1995. Atlas saisonnier des oiseaux du Québec. Presses de l'université de Sherbrooke et Société de loisir ornithologique de l'Estrie, Sherbrooke. 711 p. +1 200 cartes

David, N. 1996. Liste commentée des oiseaux du Québec. Association québécoise des groupes d'ornithologues. 169 p.

Dionne, J.C. 1973. La notion de pied de glace (Icefoot), en particulier dans l'Estuaire du Saint-Laurent. *Cahiers de géographie du Québec*, vol. 17 (41) : 221-250.

Dionne, J-C. 1977. « La mer de Goldthwait au Québec ». *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 31, p. 61-80.

Dionne, J-C. 1997. Observations sur le delta juxta-glaciaire de Saint-Fabien, côte sud du Saint-Laurent estuarien. Actes de colloque du 10^e Congrès annuel de l'Association professionnelle des géologues et des géophysiciens du Québec. 60 p.

Dionne, J-C. 2002. Une nouvelle courbe du niveau marin relatif pour la région de Rivière-du-Loup (Québec). *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 56 (1) p.33-44.

Dionne, J-C. 2002. État des connaissances sur la ligne de rivage Micmac de J. W. Goldthwait (estuaire du Saint-Laurent). *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 56 (1) p.97-121.

Dionne, J.-C. 2004. Âge et taux moyen d'accrétion verticale des schorres du Saint-Laurent estuarien, en particulier ceux de Montmagny et de Saint-Anne-de-Beaupré, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 58 (1), p. 73-108. <https://doi.org/10.7202/013111ar>

Douville, J. 2017. La pêche à l'anguille sur la Côte-du-Sud. *Rabaska*, 15, p. 43-64.

Drapeau, G. 1992. « Dynamique sédimentaire des littoraux de l'estuaire du Saint-Laurent. » *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 46 (2), p. 233-242.

Drejza, S., Friesinger, S. et Bernatchez, P. 2014. Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Caractérisation des côtes, dynamique hydrosédimentaire et exposition des infrastructures routières à l'érosion et à la submersion, Est du Québec, Volume I, Projet X008.1. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Remis au ministère des Transports du Québec, mars 2014, 226 p. + annexes.

eBird. 2019. Liste des espèces d'oiseaux observées pour le secteur de la Pointe de Rivière-Ouelle de 1900 à 2019. Histogramme d'observation d'oiseaux en ligne. <https://ebird.org/barchart?r=L3974350&yr=all&m=>

eFlora. 2004. Flora of North America, Liste taxonomique et recherche d'espèces [en ligne]. Adresse URL : http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=1

Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec. 2008. Plan de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) au Québec, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent — mise à jour 2008-2012. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec. 48 p.

Etongué Mayer, R., Y. Roche & D. Moufao. 2002. Dictionnaire des termes géographiques contemporains. Guérin éditeur.

Fleurbec. 1985. Plantes sauvages du bord de la mer (guide d'identification), Fleurbec éditeur.

Fleurbec. 1987. Plantes sauvages des lacs, des rivières et des tourbières (guide d'identification), Fleurbec éditeur.

FloraQuebeca. 2019. Clés d'identification. AdresseURL : <http://www.floraquebeca.qc.ca/florefamille/cles-didentification/>

Galbraith, P.S., J. Chassé, C. Caverhill, P. Nicot, D. Gilbert, B. Pettigrew, D. Lefavre, D. Brickman, L. Devine et C. Lafleur. 2017. Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2016. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/044. v + 91 p.

Gauthier, B. 2000. L'estuaire du Saint-Laurent : synthèse phytogéographie. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Québec. 33 p.

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2019. IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems, 41p.

Gratton, L., B. Gauthier, J-Y. Goupil et J. Labrecque. 2007. Délimitation de la ligne des hautes eaux. Méthode botanique simplifiée. Les publications du Québec. 56 p.

González, Lester Trujillo. 2017. Reconstruction de l'enrochement au chemin de la Pointe. Norda Stelo, Québec. 115 p.

Hétu, B. 1994. Géologie et géomorphologie du Bas-Saint-Laurent. Dans: Parcours historique de la région touristique du Bas-Saint-Laurent. Groupe de recherche interdisciplinaire en développement de l'Est-du-Québec, Université du Québec à Rimouski. p. 359-395.

Joubert, J.-É. et É. Bachand. 2019. Caractérisation biophysique du marais intertidal de Montmagny et restauration d'habitats côtiers vulnérables. Rapport de suivi de restauration 2018. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rapport final. Rimouski, 61p.

Joyal, G. et Morissette, A. 2013. Évolution côtière micro-échelle et mise au point d'un Indice de sensibilité géomorphologique des plages (ISGP). Géomorphologie : relief, processus, environnement, vol. 3, p. 353-368.

Juneau, M-N., Bachand, É. & Lelièvre-Mathieu, A. 2012. Restauration et aménagement du littoral ; Guide de bonnes pratiques du Bas-Saint-Laurent, Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec, 40 p.

Landry, L.-M. 2013. Les espèces floristiques typiques des milieux humides du Québec, répertoire photographique des principales espèces. Publié sur le site internet de FloraQuebeca, mai 2013.

Lapointe, M. 2014. Plantes de milieux humides et de bord de mer du Québec et des Maritimes. Guide d'identification. Éditions Michel Quintin. ISBN 9 782 894 359 693

Larivée, J. 1993. Chronobiologie des oiseaux du Bas-St-Laurent, migration et reproduction. Club des Ornithologues du Bas-St-Laurent. 160 p. (Liste annotée seulement)

Marie-Victorin, F. 2001. La flore laurentienne, Presses de l'Université de Montréal.

Ministère de la Faune des Forêts et des Parcs du Québec (MFFP). 2019. Gouvernement du Québec. Liste des espèces désignées comme menacées ou vulnérables au Québec : <https://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>

Mercure, M. et Bruneau, A. 2008. Hybridization between the escaped *Rosa rugosa* (rosaceae) and native *R. Blanda* in Eastern America. *American journal of Botany*, 95 (5) : 597-607

Noël, R., J. Pothier et J.-É. Joubert. 2018. Protocole d'échantillonnage ichtyologique 2018-2022. Comité ZIP du Sud-de-L'Estuaire. Rimouski, Québec. 18 p.

Neumeier, U., B. Ruest, A. Lambert, E. Bismuth, D. Dumont, D. Jacob, J.P. Savard et S. Joly. 2013. Modélisation du régime des vagues du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent pour l'adaptation des infrastructures côtières aux changements climatiques. Rapport final présenté au ministère des Transports du Québec. Institut des sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, 253 p.

Newcomb, L. 1983. Guide des Fleurs sauvages du Québec et de l'Est de l'Amérique du Nord. Broquet.

Owen, M. W. 1984. Effectiveness of saltings in coastal defense. Actes du colloque MAFF Conference of River and Coastal Engineers, Crandfield.

Pelletier, A.-M., Bourget, G., Legault, M. & Verreault, G. 2011. Réintroduction du Bar rayé (*Morone saxalitis*) dans le fleuve Saint-Laurent : bilan du rétablissement de l'espèce. *Le Naturaliste Canadien*, 135, 1, p. 79-85.

Quintin, C., Noël, R., Bonnier Roy, F., Bachand, É. & Pothier, J. 2019. Restauration des habitats côtiers de l'Anse-du-Portage : Description des actions de restauration et des suivis réalisés en 2018. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec. 53 p. + annexes

Registre public des espèces en péril au Canada. 2011. Gouvernement du Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada : https://faune-especes.canada.ca/registre-especes-peril/sar/index/default_f.cfm

Robert, M., M.-H., Hachey, D. Lepage & A. R. Couturier. 2019. Deuxième atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Regroupement QuébeOiseaux, Service canadien de la faune (Environnement et Changement climatique Canada) et Études d'Oiseaux Canada. Montréal xxv + 694 p.

Senneville, S., S. St-Onge Drouin, D. Dumont, A. C. Bihan-Poudec, Z. Belemaalem, M. Corriveau, P. Bernatchez, S. Bélanger, S. Tolszczuk Leclerc et R. Villeneuve. 2014. Rapport final : Modélisation des

glaces dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent dans la perspective des changements climatiques. ISMER-UQAR, Rapport final présenté au ministère des Transports du Québec, 384 p.

Sibley, D.-A. 2016. The Sibley Field Guide to Birds of Eastern North America: Second Edition.

Sowers, P. 2008. Plant propagation protocol for *leymus mollis* spp. Mollis, ESRM 412 – Native plant production, 8 p.

Van-Wiersts, S., P. Bernatchez et R. Certain. 2016. Effet de protection du pied de glace sur une côte basse sablonneuse en contexte de changements climatiques en milieu tempéré-froid. Colloque sur les risques naturels au Québec, ACFAS, Montréal, Québec.

Veillette, J.J., Cloutier, M., Paradis, S.J., Héту, B., Cloutier, C.-A., Houde-Poirier, M. et Buffin-Bélanger, T. 2017. Géologie des formations en surface et histoire glaciaire, Bas-Saint-Laurent, Québec; Commission géologique du Canada, Carte géoscientifique du Canada 279 (préliminaire), échelle 1/250 000. Doi :10.4095/299135

Westoby, M.J., Brasington, J., Glasser, N.F., Hambrey, M.J., Reynolds, J.M. 2012. 'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179, 300-314.

ANNEXES

Annexe 1. Protocole de plantation de spartine alterniflore.

Protocole de plantation de spartine alterniflore

Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire

Novembre 2018



CONTEXTE

Les travaux de transplantation seront réalisés au printemps 2020, dans le marais de l'Anse-aux-Iroquois. Les travaux ont pour objectif de planter environ 2 529 mottes d'environ 20 cm² de spartine en quinconce nous permettant d'obtenir une superficie totale d'approximativement 843 m² restaurés.

LISTE DE MATÉRIELS

- Pelles carrées
- Gants
- Bacs plastiques
- Brouettes

ÉTAPES À SUIVRE

L'extraction ainsi que la plantation doivent être réalisées à marée basse. L'équipe sera divisée en deux groupes, le groupe 1 sera affecté à l'extraction des mottes alors que le groupe 2 sera affecté à la plantation de celles-ci.

EXTRACTION (SPARTINE)

- Identifier les radeaux de spartine à l'avance (de préférence non loin de la zone de transplantation) ;
- Lors de la journée de transplantation, diviser les radeaux en motte de 20X20cm (s'assurer d'avoir aussi le système racinaire/rhizome) ;

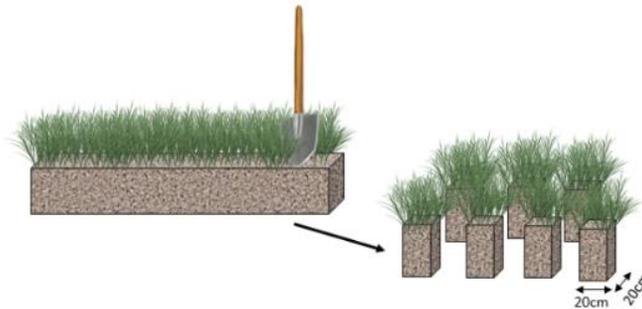


Figure 1. Exemple d'extraction de mottes de spartine.

- Déposer les mottes dans les bacs de plastique (environ 5 par bac) ;
- Transporter les bacs au site de plantation en suivant le même sentier afin de diminuer le piétinement du marais.

PLANTATION

- Délimiter les zones de plantation avec des piquets pour pouvoir les repérer plus facilement ;
- Creuser des trous en quinconce avec une distance d'environ 45 cm entre les trous, avoir des trous suffisamment profonds pour que le système racinaire ainsi qu'une petite partie des plants soient complètement couverts par la vase (environ 3 mottes/m²) ;

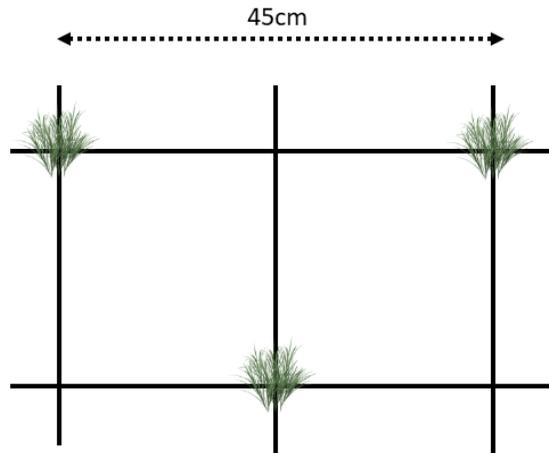


Figure 3. Exemple de plantation de motte pour la spartine.

- Planter les mottes dans les trous et combler les espaces vides avec la vase (s'assurer qu'il ne reste pas de poche d'air) en pressant fermement les mottes avec les mains ou les pieds pour expulser l'air et créer un effet de succion ;
- Installer les parcelles de suivi en prenant des points avec le GPS différentiel.



Partenaires :



**Pêches et Océans
Canada**



Rivière-Ouelle



PREMIÈRE NATION
MALÉCITE DE VIGER