

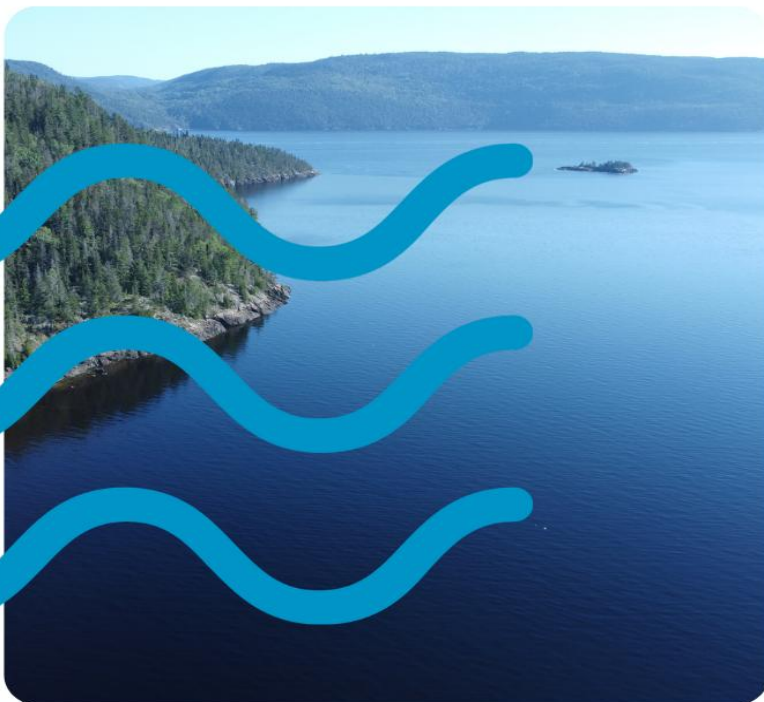
RAPPORT D'ACTIVITÉ

FRÉA - Activité 1



RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES MARAIS CÔTIERS DE L'ANSE SAINT-JEAN, L'ANSE SAINT-ÉTIENNE ET BAIE ÉTERNITÉ

MARS 2025



*Présenté à Pêches et Océans Canada dans le cadre du Fonds de
restauration des écosystèmes aquatiques*

Comité ZIP Saguenay-Charlevoix
401 rue Racine Est, Chicoutimi, QC
www.zipsaguenaycharlevoix.ca

Équipe de réalisation

Rédaction :

Olivia Cliche, Chargée de projet, B.Sc. Géographie (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Mathieu Cusson, professeur à l'UQAC, Ph. D. Biologie (Analyse comparative benthique)

Recherche documentaire :

Olivia Cliche, Chargée de projet, B.Sc. Géographie (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Kalou Imiza, Stagiaire, Technicienne de la faune (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Mathilde Angers, Stagiaire, B. Sc. Biologie (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Inventaires terrain :

Olivia Cliche, Chargée de projet, B.Sc. Géographie (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Philippe Gagné, Chargée de projet en environnement (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Philippe Robert, Chargée de projet en communication (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Monica Meyerhans, Technicienne en milieu naturel (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Kalou Imiza, Stagiaire, Technicienne de la faune (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Mathilde Angers, Stagiaire, B. Sc. Biologie (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Charles Bélanger, Stagiaire à la maîtrise à l'Université Laval, M. Sc. Biogéographie

Chloé Chartrand, Agente en gestion des ressources (Parc marin Saguenay-Saint-Laurent)

Corinne Trubiano, Technicienne en géomatique des écosystèmes (Parc marin Saguenay-Saint-Laurent)

Maxime Saunier, Technicien de la faune (SÉPAQ – Secteur Baie Éternité)

Géomatique et cartographies

Olivia Cliche, Chargée de projet, B.Sc. Géographie (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Mathilde Angers, Stagiaire, B. Sc. Biologie (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Philippe Bois, Technicien en géomatique (Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire)

Nathalie Thériault, Chercheuse en géomatique et spécialiste en acquisition de données (CGQ)

Révision :

Félix Audet-Robitaille, Directeur (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix)

Référence à citer :

Comité ZIP Saguenay-Charlevoix (2024) Rapport de caractérisation des marais côtiers de l'Anse Saint-Jean, l'Anse Saint-Étienne et Baie Éternité. Fonds de Restauration des écosystèmes aquatiques. Comité de la Zone d'intervention prioritaire (ZIP) Saguenay-Charlevoix. Baie-Saint-Paul. 61p.

Remerciements

Nous tenons à remercier le subventionnaire de ce projet, Pêches et Océans Canada dans le cadre du programme du *Fonds de restauration des écosystèmes aquatiques*, sans quoi le projet n'aurait pas été possible.

Nos remerciements vont également à l'ISMER, l'Université du Québec à Rimouski, la MRC du Fjord-du-Saguenay, les MRC de Charlevoix et Charlevoix-Est, l'Organisme de bassin versant du Saguenay, le Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes, le Conseil de la Première Nation des Innus Essipit, le Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, l'Association de gestion halieutique autochtone Mi'gmac et Wolastoqey, la municipalité de l'Anse Saint-Jean et la municipalité de Petit-Saguenay qui ont participé de près ou de loin au partage de connaissance et d'expertise technique, à la valorisation des données produites et à leur participation au comité de suivi.

Table des matières

1. Mise en contexte	1
2. Bilan des activités	2
2.1 Revue de la littérature	2
2.2 Comité aviseur scientifique et de suivi	2
2.3 Partage de connaissances et d'expertise	2
2.4 Collecte de données	3
3. Portrait biophysique du territoire du Saguenay-Lac-Saint-Jean	4
4. Inventaire ornithologique	5
4.1. Méthodologie	5
4.2. Résultats	6
5. Inventaire ichtyologique	10
5.1. Méthodologie	10
5.2 Résultats	11
6. Inventaire floristique	15
6.1. Méthodologie	15
6.2. Résultats	16
7. Inventaire benthique	20
7.1. Méthodologie	20
7.2. Résultats	21
8. Biomasse et densité	28
8.1. Méthodologie	28
8.2. Résultats	31
9. Caractérisation géomorphologique	34
9.1. Méthodologie	34
9.2. Résultats	36
9.2.1. Évolution historique de la côte	36
9.2.2. Évolution surfacique	43
9.2.3. Type de côte	45
9.2.4. Levés topographiques	48
10. Paramètres physico-chimiques (stations de mouillage)	53
10.1. Salinité	54
10.2. Température de l'eau	55

10.3. Luminosité	57
10.4. Hauteur d'eau	58
5. Conclusion	60
Bibliographie.....	60

Liste des figures

Figure 1. Composantes du Fjord du Saguenay @ Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent.....	5
Figure 2. Localisation des points d'écoute lors de l'inventaire ornithologique à l'Anse Saint-Étienne, juin 2024.....	6
Figure 3. Localisation des points d'écoute lors de l'inventaire ornithologique à l'Anse Saint-Jean, juin 2024.....	7
Figure 4. Localisation des points d'écoute lors de l'inventaire ornithologique à Baie Éternité, juin 2024.....	8
Figure 5. Localisation des engins de pêche lors des inventaires ichtyologiques, Anse Saint-Étienne, août 2024.	11
Figure 6. Localisation des engins de pêche lors des inventaires ichtyologiques, Anse Saint-Jean, juillet et août 2024.	12
Figure 7. Localisation des engins de pêche lors des inventaires ichtyologiques, Baie Éternité, août 2024.....	14
Figure 8. Illustration des trois types d'engins de pêche (A) bourolle ; (B) senne de rivage ; (C) verveux ; utilisés pour l'échantillonnage de poissons, et (D) installation du matériel.	15
Figure 9. Localisation des transects et quadrats de l'inventaire floristique à l'anse Saint-Étienne, juillet 2024.....	16
Figure 10. Localisation des transects et quadrats de l'inventaire floristique à l'anse Saint-Jean, juillet 2024.....	17
Figure 11. Localisation des transects et quadrats de l'inventaire floristique à la Baie Éternité, juillet 2024.....	19
Figure 12. Moyenne (et erreur type), par échantillons, des valeurs de A) richesse en taxon, B) biomasse totale, C) équitabilité de Pielou (J') et de D) diversité de Simpson (1-lambda') des régions échantillonnées.....	25
Figure 13. Cadrages multidimensionnels non métrique (nMDS) illustrant le positionnement de chacun des points d'échantillonnage sur la structure d'abondance en biomasse des assemblages des (A) différents sites (BE, ASE et ASJ) et (B) selon si les sites étaient végé végétalisés avec de la Spartine. Les nombres pour chacun des symboles renvoient au numéro d'échantillon (voir Table XX en annexe). Les vecteurs représentent l'abondance (A) des espèces selon les axes et (B) des racines et des feuilles, et des thalles de Fucus sp. dans les échantillons épibenthiques et endobenthiques. Les ressemblances ont été calculées sur la base des similitudes de Bray-Curtis de l'abondance transformée par $\log(x+1)$	26
Figure 14. Localisation des échantillons d'épibenthos et d'endobenthos à l'Anse Saint-Jean, Septembre 2024.	27
Figure 15. Localisation des échantillons d'épibenthos et d'endobenthos à l'Anse Saint-Étienne, Septembre 2024.	27

Figure 16. Localisation des échantillons d'épibenthos et d'endobenthos à la Baie Éternité, Septembre 2024.	28
Figure 17. Localisation des échantillons de spartine alterniflore à l'Anse Saint-Étienne en juin et août 2024.	30
Figure 18. Localisation des échantillons de spartine alterniflore à l'Anse Saint-Jean en juin et août 2024.	30
Figure 19. Localisation des échantillons de spartine alterniflore à la Baie Éternité en juin et août 2024.	31
Figure 20. Comparaison de la biomasse par transects en juin et en août 2024 à l'Anse Saint-Étienne.	31
Figure 21. Comparaison de la densité par transects en juin et en août 2024 à l'Anse Saint-Étienne.	32
Figure 22. Comparaison de la biomasse par transects entre juin et août 2024 à l'Anse Saint-Jean.	32
Figure 23. Comparaison de la densité par transects entre juin et août 2024 à l'Anse Saint-Jean.	33
Figure 24. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Étienne Nord entre 1994 et 2020.	36
Figure 25. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Étienne Nord entre 1994, 2012 et 2023.	37
Figure 26. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Jean Nord entre 1994 et 2020.	38
Figure 27. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Jean Sud entre 1994 et 2020.	39
Figure 28. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Jean Sud entre 1994, 2016 et 2023.	39
Figure 29. Évolution de la zone côtière de la baie Éternité est entre 1994 et 2020.	41
Figure 30. Évolution de la zone côtière de la baie Éternité ouest entre 1994 et 2020.	41
Figure 31. Évolution de la zone côtière de la Baie Éternité Ouest entre 1994, 2015 et 2023.	42
Figure 32. Évolution de la superficie du schorre inférieur du marais de l'Anse Saint-Étienne entre 2012 et 2024.	43
Figure 33. Évolution de la superficie du schorre inférieur du marais de l'Anse Saint-Jean entre 2002 et 2024.	44
Figure 34. Évolution de la superficie du schorre inférieur du marais de la Baie Éternité. entre 2015 et 2024.	45
Figure 35. Analyse du type de côte de l'Anse Saint-Étienne, 2023.	46
Figure 36. Analyse du type de côte de l'Anse Saint-Jean, 2024.	47
Figure 37. Analyse du type de côte de la Baie Éternité, 2023.	48
Figure 38. Localisation des transects pour la réalisation des profils de plage à l'aide de données d'altitude à l'Anse Saint-Étienne, 2024.	49
Figure 39. Différents types de profils de plage (A, B, C et D) à l'Anse Saint-Étienne, 2024.	50
Figure 40. Localisation des transects pour la réalisation des profils de plage à l'aide de données d'altitude à l'Anse Saint-Jean, 2024.	50
Figure 41. Différents types de profils de plage (A, B, C et D) à l'Anse Saint-Jean, 2024.	51
Figure 42. Localisation des transects pour la réalisation des profils de plage à l'aide de données d'altitude à la Baie Éternité, 2024.	52
Figure 43. Différents types de profils de plage (A, B et C) à la Baie Éternité, 2024.	52
Figure 44. Station de mouillage et emplacement des différentes sondes.	53
Figure 45. Localisation des stations de mouillage à l'Anse Saint-Jean, l'Anse Saint-Étienne et la Baie Éternité, 2024.	53

Figure 46. Variation du niveau de salinité (ppt) à l'Anse Saint-Jean entre le 24 juillet et le 10 septembre 2024.	54
Figure 47. Variation du niveau de salinité (ppt) à l'Anse Saint-Étienne entre le 25 juillet et le 9 septembre 2024.	54
Figure 48. Variation du niveau de salinité (ppt) à la Baie Éternité entre le 26 juillet et le 11 septembre 2024.	55
Figure 49. Variation de la température de la surface de l'eau et de fond à marée haute à l'Anse Saint-Jean entre le 24 juillet et le 10 septembre 2024.	56
Figure 50. Variation de la température de la surface de l'eau et de fond à marée haute à l'Anse Saint-Étienne entre le 25 juillet et le 9 septembre 2024.	56
Figure 51. Variation de la température de la surface de l'eau et de fond à marée haute à la Baie Éternité entre le 26 juillet et le 11 septembre 2024.	57
Figure 52. Variation de l'intensité lumineuse de surface et de fond à marée basse et haute à l'Anse Saint-Jean entre le 24 juillet et le 10 septembre 2024.	57
Figure 53. Variation de l'intensité lumineuse de surface et de fond à marée basse et haute à l'Anse Saint-Étienne entre le 25 juillet et le 9 septembre 2024.	58
Figure 54. Variation de l'intensité lumineuse de surface et de fond à marée basse et haute à la Baie Éternité entre le 26 juillet et le 11 septembre 2024.	58
Figure 55. Variation de la hauteur de l'eau à l'Anse Saint-Étienne entre le 25 juillet et le 9 septembre 2024.	59
Figure 56. Variation de la hauteur de l'eau à l'Anse Saint-Jean entre le 25 juillet et le 10 septembre 2024.	59
Figure 57. Variation de la hauteur de l'eau à la Baie Éternité entre le 27 juillet et le 11 septembre 2024.	60

Liste des tableaux

Tableau 1. Espèces aviaires inventoriées lors de des inventaires ornithologique à l'anse Saint-Étienne, l'anse Saint-Jean et la Baie éternité le 6,7, 27 et 28 juin 2024.	8
Tableau 2. Ichtyofaune capturée à l'Anse Saint-Étienne, août 2024.	12
Tableau 3. Ichtyofaune capturée à l'Anse Saint-Jean, juillet 2024.	13
Tableau 4. Ichtyofaune capturée à l'Anse Saint-Jean, août 2024.	13
Tableau 5. Ichtyofaune capturée à Baie Éternité, août 2024.	14
Tableau 6. Espèces recensées lors de l'inventaire floristique à l'Anse Saint-Étienne en juillet 2024, par type de schorre.	16
Tableau 7. Espèces recensées lors de l'inventaire floristique à l'Anse Saint-Jean en juillet 2024, par type de schorre.	18
Tableau 8. Espèces recensées lors de l'inventaire floristique à la Baie Éternité en juillet 2024, par type de schorre.	19

Liste des acronymes

CRRNT	Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire
DGPS	Differential Global Positioning System
FRÉA	Fonds de Restauration des Écosystèmes Aquatiques
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et des Forêts
MPO	Ministère des Pêches et Océans
MRC	Municipalité régionale de comté
OGSL	Observatoire globale du Saint-Laurent
PMSSL	Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent
SÉPAQ	Société des établissements de plein air du Québec
ZIPSC	Zone d'intervention prioritaire Saguenay-Charlevoix
ZIPSE	Zone d'intervention prioritaire du Sud-de-l'Estuaire

Glossaire

Benthique : les organismes vivants à la surface ou dans le substrat des cours et plans d'eau tant marin que dulcicole.

Bourolle : engin de pêche, sans aile ni guideau, fabriqué de fil à mailler ou de treillis métallique ou de plastique, monté sur des cerceaux ou des cadres.

Chenal : Canal qui amène l'eau de mer à l'intérieur du marais. Il est aussi appelé étier.

Hydrogéomorphologie : approche géographique appliquée qui étudie le fonctionnement naturel des cours d'eau en analysant la structure des vallées. Elle est issue de la géomorphologie.

Invertébré : Désigne un animal qui n'a pas de colonne vertébrale (insectes, crustacés et mollusques).

Marais littoral : Zone littorale, submergée quotidiennement par les marées. Les marais de la rive nord de l'estuaire maritime présentent un étagement typique des marais littoraux. Ils sont relativement uniformes, sur des sols à pente faible, à sédiments fins et divisés en trois étages : slikke, schorre inférieur et schorre supérieur. Le marais littoral est communément appelé marais maritime ou marais côtier.

Schorre inférieur (bas marais) : Étage du marais se situant entre la limite des niveaux moyens des mers et des pleines mers supérieures à marée moyenne. Il est soumis aux submersions journalières des marées et colonisé par une végétation halophile (plante tolérante aux variations de salinité).

Schorre supérieur (haut marais) : Étage du marais se situant au-dessus de la limite Pleine mer supérieure, marée moyenne, non-soumis aux actions quotidiennes des marées, densément colonisé par des communautés végétales.

Senne de rivage : filet de pêche encerclant et traînant, mis à l'eau à partir d'une embarcation la plupart du temps, et manœuvré soit du rivage, soit à partir du bateau lui-même. La traction se fait avec lenteur et régulièrement de façon que les deux extrémités arrivent au bord de la plage en même temps.

Slikke (Vasière) : Étage du marais constitué de matériaux sédimentés fins non sableux, souvent dénudé et situé sous le niveau moyen des mers.

Verveux : nasse en filet, généralement de forme conique et comportant plusieurs compartiments, disposée au fond des cours d'eau, l'ouverture généralement en amont, et qui sert à piéger des poissons et de petits crustacés.

1. Mise en contexte

Grâce au *Fonds de restauration des écosystèmes aquatiques*, le Comité ZIP Saguenay-Charlevoix a saisi l'opportunité de combler les lacunes de connaissances ayant été identifiées dans le portrait des écosystèmes côtiers du Saint-Laurent actuel. Il s'agit également d'une opportunité de travailler étroitement avec quatre autres Comités ZIP du réseau marin (Côte-Nord du Golfe, Gaspésie, Rive-Nord de l'Estuaire, Sud-de-l'Estuaire), de même que les différents partenaires régionaux. Ce projet permet aussi de bâtir une expertise en restauration de marais côtiers en vue de projets futurs.

Au printemps 2023 a donc débuté le projet de *Caractérisation et restauration des marais côtiers et herbiers dans le Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent (PMSSL) dans le contexte des changements climatiques*. Ce projet sur quatre ans vise à acquérir des connaissances et à réhabiliter des sites d'intérêt du PMSSL, afin d'en augmenter la résilience vis-à-vis des effets des changements climatiques et des pressions exercées par les activités humaines. Plus spécifiquement, le projet a pour objectifs de :

- 1) Documenter l'état des herbiers et des marais côtiers, et les problématiques ou perturbations qui les affectent en faisant la caractérisation sommaire de 10 sites du PMSSL (2023-2024).
- 2) Réaliser une caractérisation complète des sites propices à des actions de restauration. La diversité écologique, les conditions physico-chimiques, la géomorphologie, ainsi que les perturbations anthropiques et naturelles environnantes seront évaluées dans ces sites (2024-2025).
- 3) Réaliser des interventions de restauration pérenne adaptées à la dynamique naturelle du site, sur un minimum de trois sites, pour un minimum total de 5 000 mètres carrés d'herbier et de marais côtiers restaurés (2025-2026).
- 4) Effectuer des suivis de ces trois sites restaurés (2026-2027).

Des activités de transfert de connaissances et de sensibilisation (tenue de kiosque, participation à des forums, dépliant informatif sur l'importance des herbiers et marais côtiers, organisation d'un forum interZIP pour présenter ces projets de restauration, partage des données avec l'Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL)) seront réalisées en parallèle au cours des 4 années du projet.

Ce document constitue ainsi un des rapports finaux de la deuxième année de ce grand projet, soit le rapport de caractérisation des trois. Cette caractérisation complète effectuée durant l'été 2024 pour les sites ciblés aux fins de restauration vient compléter les portraits sommaires réalisés à l'été 2023, et permet de répondre à l'un des objectifs du projet, soit de combler les lacunes de connaissances identifiées dans le portrait des écosystèmes côtiers du Saint-Laurent actuel. Il s'agit de la deuxième étape vers l'objectif de la restauration de trois marais côtiers d'une superficie totale approximative de 5000 m². Il présente ainsi le bilan des activités réalisées au cours de la deuxième année ainsi que les résultats associés à ces objectifs.

2. Bilan des activités

2.1 Revue de la littérature

Une revue de la littérature a été réalisée afin de regrouper les informations disponibles sur le portrait biophysique du territoire à l'étude, soit la région du Saguenay et du Fjord en général, ainsi que plus précisément sur les trois marais côtiers ciblés du PMSSL. Une recherche a également été orientée vers l'aspect géomorphologique des sites et la revue de la littérature réalisée pour la caractérisation sommaire dans la première année du projet a été étoffée entre temps.

Ainsi, le *Plan de conservation des écosystèmes du Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent* (Dionne, 2001) a permis d'acquérir des informations sur plusieurs sites à l'étude, dont des données sur les faunes aquatique et aviaire. La Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT) du Saguenay-Lac-Saint-Jean et un portrait territorial ont permis de récolter des données sur le cadre écologique de la région, dont ses composantes écologiques, les domaines et sous-domaines bioclimatiques, les unités homogènes de végétation, la géomorphologie et le climat. D'autres rapports techniques visaient plutôt les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du Saguenay.

2.2 Comité aviseur scientifique et de suivi

Le Comité aviseur scientifique est formé de professionnels issus du milieu scientifique, possédant des expertises en biologie, ichtyologie, écotoxicologie, gestion des ressources marines et géographie, entre autres. Ceux-ci agissent en tant que conseillers aux diverses étapes d'élaboration du projet. Le Comité de suivi a été créé, quant à lui, dans un but de partage de connaissances et de concertation avec les communautés locales. Ce dernier est formé de Municipalités régionales de comté (MRC), de municipalités et de communautés autochtones.

Le Comité aviseur scientifique s'est donc rencontré le 29 février 2024 pour valider les critères de priorisation et la pondération associée dans le choix des trois sites ayant fait l'objet d'une caractérisation approfondie pendant la saison estivale 2024. Une seconde réunion s'est tenue le 19 novembre 2024 afin de discuter des techniques et présenter les zones potentielles qui pourraient être sujettes à une restauration. Le Comité de suivi s'est quant à lui rencontré le 5 février 2025 dans un but de suivi du projet.

Des rencontres de concertation ont également été organisées à l'Anse Saint-Étienne en visioconférence le 12 mars 2024 et en présentiel le 13 mars 2024 avec les acteurs de l'Anse Saint-Jean. Nous souhaitions concerter des acteurs ciblés du milieu, dont les citoyens, afin d'avoir un portrait global et sélectionner les sites de restauration en conséquence.

2.3 Partage de connaissances et d'expertise

Deux employées du Comité ZIPSC ont pu passer une journée avec le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire (ZIPSE) afin d'avoir une formation sur la méthode du GPS Différentiel (DGPS). Elles ont pu apprendre à installer cet outil, le configurer et prendre des données sur le terrain. Le Comité ZIPSE a également été très disponible pour répondre à diverses questions en lien avec le DGPS et les analyses géomatiques au courant de l'année.

Un employé de la SÉPAQ a pu participer à l'inventaire ichtyologique le 20 août 2024 à la Baie Éternité. L'équipe du Comité ZIPSC a pu partager ses connaissances sur les différents engins de

pêche ainsi que comment et où les installer. Il a pu participer à l'installation du verveux ainsi qu'à la réalisation de traits de senne et, par la suite, à l'identification des poissons capturés.

Deux employées du PMSSL ont également pu participer à une journée d'inventaire ichtyologique le 27 août 2024 à l'Anse Saint-Jean. L'équipe du Comité ZIPSC a pu répondre à leurs questions et elles ont pu participer à l'identification des espèces capturées dans une bourolle et un verveux ainsi qu'à la désinstallation de ce dernier.

Le Comité ZIPSC a de plus accueilli sur le terrain à l'été 2024 un étudiant à la maîtrise en Biogéosciences de l'environnement de l'Université Laval. Son projet repose sur une étude du milieu biophysique de l'Anse Saint-Étienne. Il a ainsi pu participer avec l'équipe aux divers inventaires et récolter des données nécessaires à son projet de maîtrise.

Malheureusement et malgré une invitation à participer aux divers inventaires terrain, aucune communauté autochtone n'a pu participer cette année par manque de ressources humaines ou de temps.

Les données de caractérisation récoltées ont également été traitées afin de les partager sur la plateforme de données ouvertes de l'OGSL.

2.4 Collecte de données

Les sites sélectionnés ont fait l'objet d'une caractérisation complète incluant des vols de drone, des inventaires ornithologiques, ichtyologiques, floristiques et benthiques, ainsi qu'une caractérisation géomorphologique et une analyse des biomasse et densité végétales de spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) dans le cadre du projet de doctorat de Brigitte Légaré de l'UQAR. Un protocole standardisé et commun aux autres Comités ZIP récipiendaires du FRÉA a été utilisé pour la récolte de végétaux et leurs mesures de biomasse et de densité. Le Comité ZIPSC a également participé au printemps 2024, conjointement avec quatre autres Comités ZIP du réseau marin mentionnés ci-haut, à l'élaboration d'un protocole commun d'acquisition de données benthiques dans un but de standardisation et d'uniformisation des données. Ainsi, ces données récoltées par les Comités ZIP seront également comparables le long du Saint-Laurent.

Un drone, plus spécifiquement un DJI Mavic mini, a également été utilisé dans le but de réaliser une orthophotographie de l'Anse Saint-Jean. Un plan de vol déterminé sur le logiciel Dronelink a été préalablement réalisé et le drone a volé au-dessus des marais maritimes, à marée basse, afin d'effectuer la prise de photographies pour la production d'une orthophotographie. Le drone a ainsi volé à 90 mètres d'altitude pendant environ deux heures. Ces photographies aériennes ont ensuite permis de créer une orthomosaïque du marais de l'Anse Saint-Jean à l'aide du logiciel WebODM.

Des permis de recherche et de collecte ont été délivrés préalablement aux activités, dont le permis *Scientifique, Éducation et Gestion* (SEG) du MELCCFP, le permis de *Pêche à des fins scientifiques* de Pêches et Océans Canada, le permis de *Recherche et de collecte* de Parcs Canada ainsi que les permis *d'Autorisation de recherche scientifique et de récolte et une autorisation de tournage* pour l'utilisation du drone de la SÉPAQ. Cette période de collecte de données a été réalisée entre le 3 juin 2024 et le 11 septembre 2024. Lors des visites sur le terrain, des fiches d'observations étaient remplies selon le type d'inventaire réalisé.

Plusieurs partenaires ont également participé à la collecte de données en fournissant des informations et données sur les sites sélectionnés et lors du choix de protocoles

pertinents aux inventaires. Le Comité ZIPSC s'est également arrimé avec les travaux du PMSSL pour éviter la redondance des efforts sur le terrain et s'échangeront par la suite les données récoltées. Par exemple, l'équipe du PMSSL a réalisé la prise d'orthophotos de l'Anse Saint-Étienne et de la Baie Éternité, laissant à l'équipe du Comité ZIPSC le site de l'Anse Saint-Jean.

3. Portrait biophysique du territoire du Saguenay-Lac-Saint-Jean

La région du Saguenay-Lac-Saint-Jean se situe dans la province géologique de Grenville et fait principalement partie du bassin versant de la rivière Saguenay. Cette dernière prend sa source du lac Saint-Jean et vient s'écouler dans l'estuaire Saint-Laurent (Valin, 2007) et il s'agit du deuxième affluent majeur du Saint-Laurent. Comprenant une rivière et un fjord, le Saguenay coule sur une longueur d'environ 170 kilomètres (Gratton et al, 1994, dans Sévigny et Couillard, 1994). Ces composantes hydrogéomorphologiques font en sorte que les eaux froides et salées de l'estuaire pénètrent les profondeurs du fjord à marée montante, et que les eaux douces et chaudes en surface provenant des rivières affluentes s'écoulent vers l'estuaire (Figure 1). Cette stratification des masses d'eau est également due aux densités distinctes de celles-ci. Le fjord occupe également un fossé d'effondrement appelé graben du Saguenay. Au nord de celui-ci se trouvent les massifs du Mont Valin et au sud, les Laurentides (Fortin et Pelletier, 1995). Il s'agit d'une ancienne vallée glaciaire et, tandis que ses parois escarpées peuvent atteindre plus de 450 mètres d'altitude (Valin, 2007), la profondeur du fjord est d'environ 275 mètres (PMSSL, 2024). Le fjord est divisé en trois sections selon ses caractéristiques physico-chimiques et hydrodynamiques, soit : le Haut-Saguenay, ses limites étant les barrages de l'île-Maligne et de Shipshaw (40 km) ; le Moyen-Saguenay entre Shipshaw et Saint-Fulgence (25 km) et finalement le Bas-Saguenay, de Saint-Fulgence jusqu'à l'embouchure du Saguenay (105 km) (Dionne, 2001). Le Bas-Saguenay, plus particulièrement, correspond à la partie fjord de la rivière Saguenay. Les eaux de cette section sont salées, saumâtres et douces, et sous l'influence des marées. Ils s'y trouvent bon nombre d'anses et de baies et plusieurs marais intertidaux, dont ceux à l'étude soit l'Anse Saint-Jean, l'Anse Saint-Étienne et la Baie Éternité.

Le sol de la région est principalement composé de dépôts glaciaires et argileux hérités de la période postglaciaire, lorsque la mer de Goldthwait s'est installée au Saguenay. Les sédiments fins se sont déposés au fond des bassins du Saguenay, tandis que des deltas se sont formés à l'embouchure de certaines rivières avec l'accumulation des sédiments produits par l'érosion des dépôts meubles lors de la régression marine. Certains de ces deltas se sont plus ou moins développés avec le temps (Fortin et Pelletier, 1995).

La région du Saguenay-Lac-Saint-Jean possède également l'un des plus grands couverts forestiers du Québec, soit environ 85 688 km², représentant 17% des forêts québécoises. Ce territoire fait partie de quatre domaines bioclimatiques soit : la sapinière à bouleau jaune, la sapinière à bouleau blanc, la pessière à mousses et la pessière à lichens (CRRNT, 2011). La végétation de la région est influencée par l'altitude variant entre les plateaux et les bords des cours d'eau. Les hautes terres sont caractérisées par un climat plus aride favorisant la présence d'une forêt boréale, alors que les basses terres sont caractérisées par un climat plus doux qui favorise plutôt la présence d'une forêt laurentienne (Comité ZIP de la Rive-Nord de l'estuaire, 2003).

En ce qui concerne les faunes aquatique et aviaire du fjord (Bas-Saguenay), celles-ci regroupent autant des espèces marines que dulcicoles : les poissons d'eau douce en représentent 16%, les

espèces diadromes 22% et les espèces marines 62% (Dionne, 2001). Ensuite, les battures et les marais regroupent une grande variété d'oiseaux en raison de la présence de nourriture et d'abris, contrairement aux parois escarpées du fjord. Enfin, quelques mammifères marins tels que le phoque commun, le phoque gris, le petit rorqual et le béluga fréquentent régulièrement le fjord. On y retrouve des échoueries de phoques, des aires d'alimentation, de mise à bas et de mue, par exemple. Il y aurait également une grande variété d'invertébrés benthiques marins, soit 410 espèces connues au fjord (Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire, 2003).

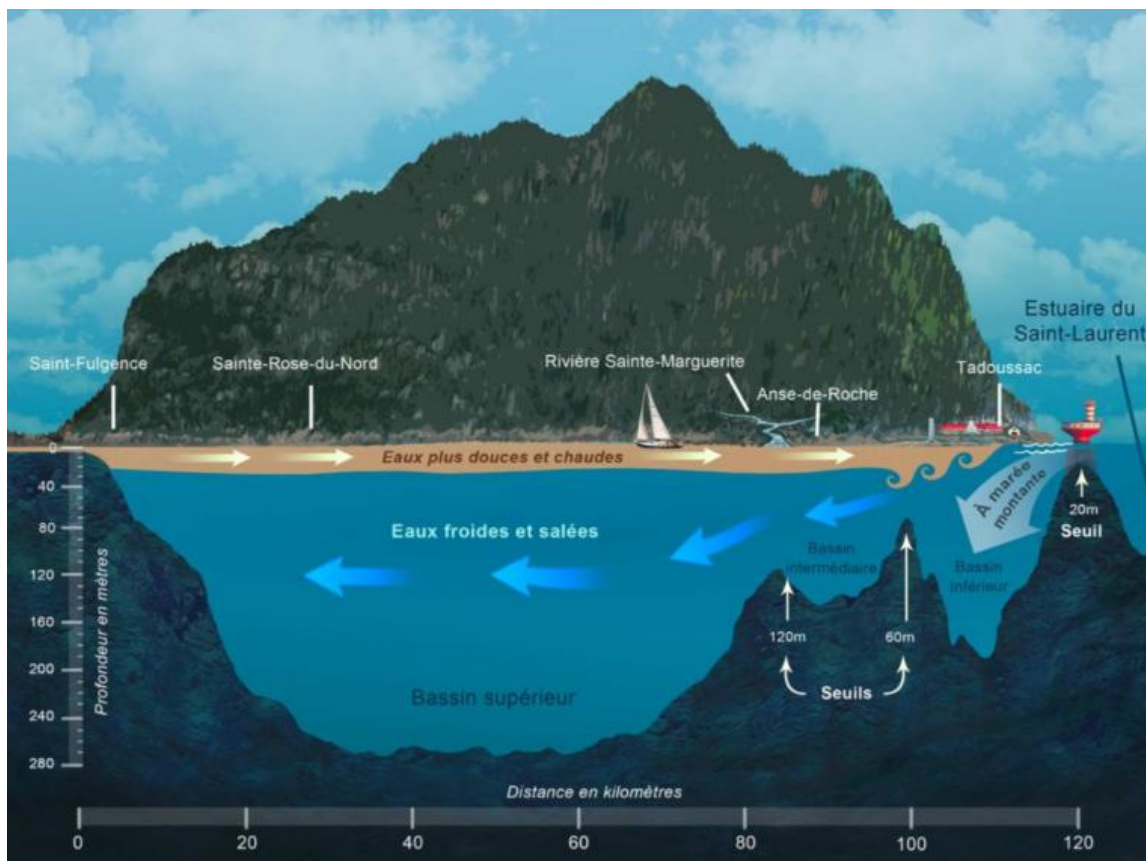


Figure 1. Composantes du Fjord du Saguenay @ Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent

4. Inventaire ornithologique

4.1. Méthodologie

L'inventaire ornithologique a été réalisé les 6 et 7 juin ainsi que les 27 et 28 juin 2024, lorsque les communautés d'oiseaux sont généralement stables, une fois la migration du printemps terminée. La période privilégiée de la journée s'étendait du lever du soleil jusqu'à 5 à 6 heures après celui-ci. La méthode d'inventaire consistait en un point d'écoute d'environ 5 minutes, suivi d'un transect parallèle à la berge à marche lente et terminée par un deuxième point d'écoute. Chaque point d'écoute étant espacé de 500 m, un seul point était suffisant si le marais mesurait moins de 500 m. Cette méthode permettait de prendre le temps d'identifier les espèces visuellement et par le chant.

L'application d'identification Merlin a été utilisée sur le terrain et l'application Ebird a également été consultée avant et à la suite de l'inventaire aux fins de validation. Enfin, une feuille terrain était remplie au fur et à mesure de l'inventaire. Celle-ci permettait de prendre en note les conditions météorologiques lors des inventaires, les espèces, le nombre d'individus si possible, le type de contact, l'habitat, le comportement et toutes autres remarques pertinentes.

4.2. Résultats

Anse Saint-Étienne

Un premier inventaire ornithologique s'est déroulé le 6 juin 2024 à l'Anse Saint-Étienne entre 7h48 et 8h45 et les points d'écoute ont été réalisés à marée basse (Figure 2). Au total, 27 espèces ont été inventoriées, la majorité par la reconnaissance du chant et quelques observations visuelles. Sur ce nombre, seulement cinq survolaient le marais côtier tandis que la majorité des oiseaux entendus venaient des arbustes et du boisé en lisière du marais (Tableau 1). Le second inventaire s'est déroulé le 27 juin 2024 entre 8h36 et 9h52 à marée descendante, mais les conditions météorologiques étaient peu propices à l'inventaire. Au total, 17 espèces ont été inventoriées, la majorité par la reconnaissance du chant. Sur ce nombre, six ont été visuellement observées dans le marais côtier (Tableau 1).



Figure 2. Localisation des points d'écoute lors de l'inventaire ornithologique à l'Anse Saint-Étienne, juin 2024.

Anse Saint-Jean

Un premier inventaire ornithologique s'est déroulé le 6 juin 2024 à l'Anse Saint-Jean entre 9h50 et 10h47 et les points d'écoute ont été réalisés à marée basse (Figure 3). Au total, 13 espèces ont été

inventoriées par reconnaissance du chant ou par observation visuelle, et ce, dans le marais côtier ou à la lisière de celui-ci. Le second inventaire s’est déroulé le 28 juin 2024 entre 7h20 et 8h20 à marée haute. Au total, 13 espèces ont été observées ou identifiées avec leur chant (Tableau 1).

Cinq autres espèces ont été inventoriées en dehors de la période d’inventaire ichtyologique. Le 23 juillet 2024, un plongeon huard (*Gavia immer*), un balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*), un faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), un urubu à tête rouge (*Cathartes aura*) et un faucon émerillon (*Falco columbarius*) ont été observés ou entendus lors d’autres activités terrain à l’Anse Saint-Jean, de même qu’une crécerelle d’Amérique (*Falco tinnunculus*) le 29 août 2024 (Tableau 1).



Figure 3. Localisation des points d'écoute lors de l'inventaire ornithologique à l'Anse Saint-Jean, juin 2024.

Baie Éternité

Un premier inventaire ornithologique s’est déroulé le 7 juin 2024 à la Baie Éternité entre 7h50 et 8h50 à marée basse (Figure 4). Au total, 25 espèces ont été recensées majoritairement par chant et à la lisière de la forêt. Le second inventaire s’est déroulé le 28 juin 2024 entre 7h30 et 8h41 à marée montante et les espèces ont également été reconnues par leur chant et à la lisière de la forêt. Lors de cet inventaire, trois espèces observées n’ont pas pu être identifiées dont des

canetons jaunes et noirs, possiblement des canards barboteurs ainsi que des canards plongeurs pouvant potentiellement être des garrots à œil d'or juvéniles (Tableau 1).



Figure 4. Localisation des points d'écoute lors de l'inventaire ornithologique à Baie Éternité, juin 2024.

Tableau 1. Espèces aviaires inventoriées lors des inventaires ornithologiques à l'anse Saint-Étienne, l'anse Saint-Jean et la Baie éternité le 6, 7, 27 et 28 juin 2024.

Espèces	Nom scientifique	Type de contact	Comportement	Sites
Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>	Vue	Alimentation et observation visuelle	Anse Saint-Jean
Bernache du Canada	<i>Branta canadensis</i>	Vue/Chant	Survol de l'habitat, observation visuelle et alimentation	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Bruant à gorge blanche	<i>Zonotrichia albicollis</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean ; Baie Éternité
Bruant chanteur	<i>Melospiza melodia</i>	Vue/Chant	Survol et observation visuelle	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean ; Baie Éternité
Bruant des prés	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Chant	-	Anse Saint-Jean
Bruant familier	<i>Spizella passerina</i>	Chant	-	Anse Saint-Jean
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Vue + Chant	Survol de l'habitat et observation visuelle	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean
Canard noir	<i>Anas rubripes</i>	Vue	Observation visuelle	Baie Éternité
Chardonneret jaune	<i>Carduelis tristis</i>	Vue/Chant	Survol de l'habitat et observation visuelle	Anse Saint-Jean ; Baie Éternité
Cormoran à aigrettes	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Vue	Observation visuelle	Anse Saint-Étienne
Corneille d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>	Vue/Chant	Survol de l'habitat et observation visuelle	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean ; Baie Éternité

Crécerelle d'Amérique	<i>Falco tinnunculus</i>	Vue	Survol de l'habitat et observation visuelle	Anse Saint-Jean
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>	Chant	-	Anse Saint-Jean ; Baie Éternité
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	Vue/Chant	Nourriture et observation visuelle	Anse Saint-Jean
Garrot à œil d'or	<i>Bucephala clangula</i>	Vue	Nourriture, survol et observation visuelle	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean ; Baie Éternité
Geai bleu	<i>Cyanocitta cristata</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean ; Baie Éternité
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	Vue	Survol de l'habitat	Anse Saint-Étienne
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>	Vue + Chant	Survol de l'habitat	Anse Saint-Jean ; Baie Éternité
Grand héron	<i>Ardea herodias</i>	Vue	Survol de l'habitat	Baie Éternité
Grand pic	<i>Dryocopus pileatus</i>	Chant	-	Baie Éternité
Grive à dos olive	<i>Catharus ustulatus</i>	Chant	-	Baie Éternité
Grive fauve	<i>Catharus fuscescens</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Grive solitaire	<i>Catharus guttatus</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Hirondelle à front blanc	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Vue	Survol de l'habitat, observation visuelle et alimentation	Anse Saint-Jean
Hirondelle bicolore	<i>Tachycineta bicolor</i>	Vue	Survol de l'habitat, observation visuelle et alimentation	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	Vue	Survol de l'habitat, observation visuelle et alimentation	Anse Saint-Jean
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Vue	Survol de l'habitat, observation visuelle et alimentation	Anse Saint-Jean
Jaseur d'Amérique	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Vue/Chant	Survol de l'habitat	Baie Éternité
Merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean ; Baie Éternité
Mésange à tête noire	<i>Poecile atricapillus</i>	Vue/Chant	Observation visuelle	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Moucherolle Phébi	<i>Sayornis phoebe</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Moucherolle Tchébec	<i>Empidonax minimus</i>	Chant	-	Baie Éternité
Oies des neiges	<i>Chen caerulescens</i>	Vue	Alimentation et observation visuelle	Anse Saint-Étienne
Paruline à collier	<i>Parula americana</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Paruline à croupion jaune	<i>Dendroica coronata</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Paruline à gorge noire	<i>Dendroica virens</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Paruline à gorge orangée	<i>Dendroica fusca</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Paruline à joues grises	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Paruline à tête cendrée	<i>Dendroica magnolia</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean ; Baie Éternité
Paruline bleue	<i>Dendroica caerulescens</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Paruline couronnée	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Paruline du Canada	<i>Wilsonia canadensis</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Paruline flamboyante	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Paruline masquée	<i>Geothlypis trichas</i>	Chant	-	Baie Éternité
Paruline noir et blanc	<i>Mniotilta varia</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne

Paruline obscure	<i>Vermivora peregrina</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Pic chevelu	<i>Picoides villosus</i>	Chant/Tambo urinage	-	Anse Saint-Étienne ; Baie Éternité
Pic flamboyant	<i>Colaptes auratus</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Pic mineur	<i>Picoides pubescens</i>	Chant	-	Baie Éternité
Plongeon huard	<i>Gavia immer</i>	Chant	-	Anse Saint-Jean
Roitelet à couronne dorée	<i>Regulus satrapa</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne, Baie Éternité
Roitelet à couronne rubis	<i>Regulus calendula</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Roselin pourpré	<i>Carpodacus purpureus</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Sittelle à poitrine rousse	<i>Sitta canadensis</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne
Urubu à tête rouge	<i>Cathartes aura</i>	Vue	Survol de l'habitat	Anse Saint-Jean
Viréo à tête bleue	<i>Vireo solitarius</i>	Chant	-	Baie Éternité
Viréo aux yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>	Chant	-	Anse Saint-Étienne ; anse Saint-Jean ; Baie Éternité

5. Inventaire ichtyologique

5.1. Méthodologie

Dans le cadre du projet, trois engins de pêche ont été utilisés soit le verveux, les bourolles et la senne de rivage. Les bourolles avaient un format de 12 pouces de diamètre par 24 pouces de long et des mailles de 2 mm, la senne de rivage avait un format de 50 pi x 6 pi et des mailles de ¼ po étirés et finalement, le verveux n'avait qu'une chambre, des ailes de 25 pi et des mailles de ¼ po également.

Une fois installés, ceux-ci étaient relevés aux 24h, et ce pendant deux cycles de marées. Tous les engins étaient identifiés à l'aide d'une bouée, ainsi que les étiquettes des permis *Scientifique, Éducation et Gestion* (SEG) auprès du MELCCFP et le permis de *Pêche scientifique* auprès du Ministère Pêches et Océans Canada. Ces instances étaient de plus avisées avant les inventaires par courriel, de même que les municipalités.

Ainsi, les inventaires ichtyologiques ont été réalisés en suivant le protocole d'échantillonnage du Comité ZIPSE (Noël, Pothier et Joubert, 2020). À l'étape de l'identification des poissons, les spécimens capturés avec le verveux étaient priorisés, puis ceux des bourolles. Quelques mesures étaient également prises lors de l'identification afin d'éviter un stress supplémentaire sur les spécimens capturés. Tout d'abord, lors du dénombrement des poissons capturés, les espèces les plus sensibles étaient traitées d'abord, de même que les gros poissons afin de limiter la prédation. S'il y avait de nombreuses captures, les poissons étaient répartis dans différents contenants. Des bulleurs ont également été ajoutés aux réservoirs de rétention pour augmenter l'oxygénation, et des sachets réfrigérants étaient ajoutés au besoin pour éviter le réchauffement de l'eau.

Lors de l'identification, les petits spécimens étaient mis dans un récipient étroit et transparent avec une règle pour faciliter la prise de mesures et l'identification. Les plus gros spécimens étaient mesurés à la main, au besoin. Les mesures étaient prises sur 30 individus par espèces lorsque possible, et toutes les espèces ont été identifiées et dénombrées. Les poissons étaient ensuite relâchés dès que l'échantillonnage était terminé.

Des traits de senne ont également été réalisés lorsque le vent était inférieur à 28 km/h et juste avant la marée haute, ou encore 3-4 heures avant la marée basse. La technique utilisée consistait en des traits de senne droits où deux personnes déployaient la senne face au courant et avançaient à contrecourant, tandis qu'une troisième personne restait en retrait derrière la senne afin de s'assurer que le filet ne reste pas coincé. La distance parcourue pour chacun des traits était de 15 m au minimum. Les deux personnes aux extrémités du filet se rejoignaient une fois la distance du trait parcourue afin de former une poche avec le filet et se dirigeaient vers la rive. Le fond du filet restait enfin en eau peu profonde le temps de récupérer les poissons et les déposer dans un bac pour l'étape d'identification.

5.2 Résultats

Anse Saint-Étienne

L'inventaire ichthyologique s'est déroulé du 12 au 14 août. Un verveux a été installé dans un chenal du marais de l'anse Saint-Étienne et son inventaire a été réalisé le 13 et le 14 août à un intervalle de 24h. De plus, deux traits de senne ont été effectués le 14 août à marée descendante (Figure 5). Au total, 37 éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) ont été capturés par le verveux, tandis que seulement deux éperlans arc-en-ciel et deux épinoches (*Gasterosteus sp.*) ont été capturés par la senne. Plusieurs centaines de gammarus (*Gammarus sp.*) et de mysis (*Mysis sp.*) ont également été observés et leur nombre estimé, de même que 13 crangons (*Crangon sp.*) (Tableau 2).

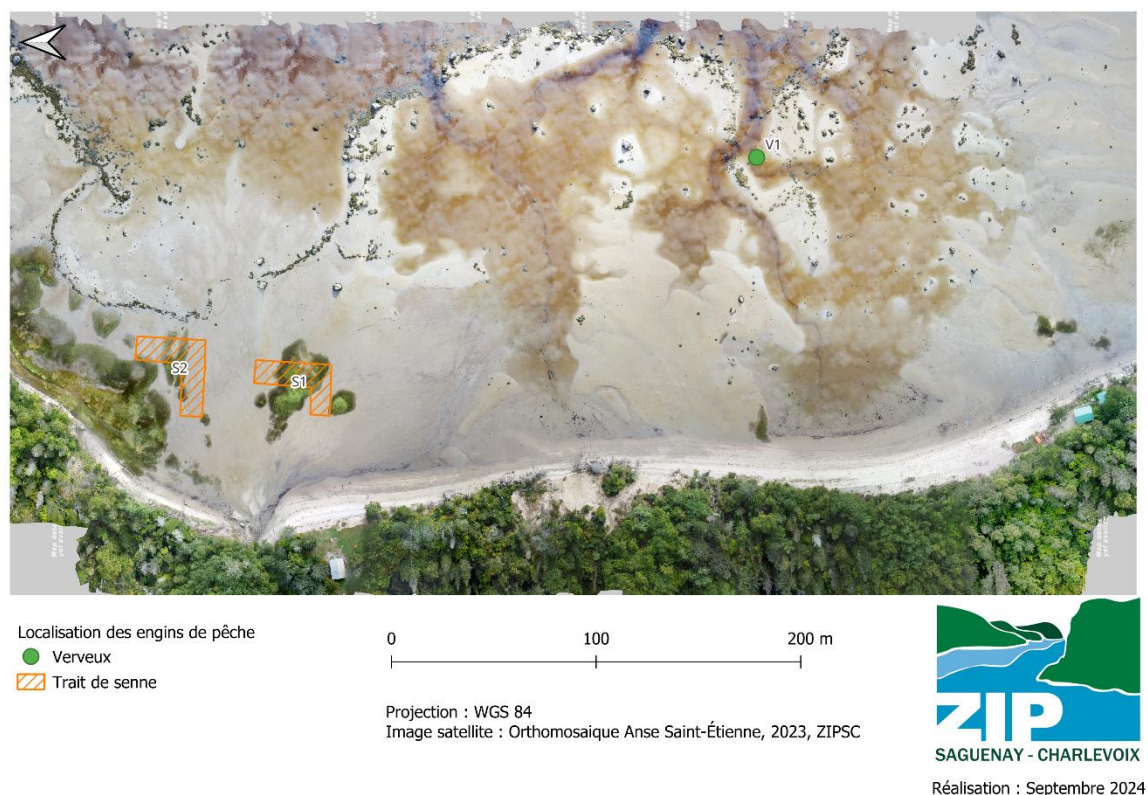


Figure 5. Localisation des engins de pêche lors des inventaires ichthyologiques, Anse Saint-Étienne, août 2024.

Tableau 2. Ichtyofaune capturée à l'anse Saint-Étienne, août 2024.

Nom français	Nom latin	Nombre	Longueur moyenne (cm)
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>	37	2,25
Épinoche <i>sp.</i>	<i>Gasterosteus sp.</i>	2	3,76
Total		39	3,01

Anse Saint-Jean

Un premier inventaire s'est déroulé du 16 au 18 juillet. Un verveux a été installé dans un chenal de la rivière et l'inventaire a été réalisé 12h plus tard en raison des conditions peu propices. Une grande quantité de pluie a augmenté le débit de la rivière, ne laissant aucun survivant parmi les poissons capturés. Le verveux a donc été désinstallé pour éviter plus de mortalité. De plus, quatre bourolles ont été installées dans les marelles du schorre inférieur le 16 juillet (Figure 6). Un premier inventaire a été réalisé le 17 juillet, soit 24h plus tard, ainsi que le 18 juillet. Au total, 404 individus ont été capturés, confirmant la présence de deux espèces. La bourolle est l'engin de pêche ayant capturé le plus grand nombre d'individus, mais peu de diversité étant donné que seuls les fondules barrés ont été identifiés. Sur le nombre d'individus capturés, seulement 14 ont été capturés par le verveux, le restant par les bourolles (Tableau 3).

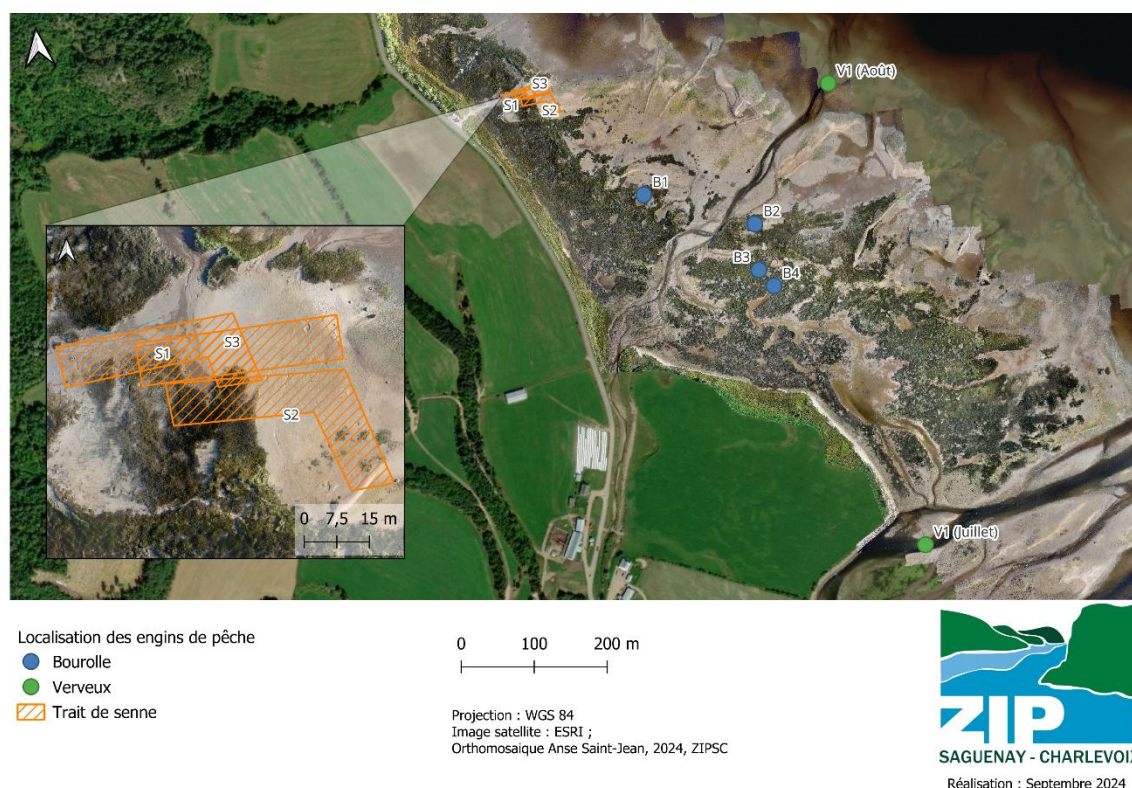


Figure 6. Localisation des engins de pêche lors des inventaires ichthyologiques, Anse Saint-Jean, juillet et août 2024.

Tableau 3. Ichtyofaune capturée à l'anse Saint-Jean, juillet 2024.

Nom français	Nom latin	Nombre	Longueur moyenne (cm)
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	400	5,4
Épinoche tachetée	<i>Gasterosteus wheatlandi</i>	3	-
Épinoche sp.	<i>Gasterosteus sp.</i>	1	3
Total		404	4,2

Un second inventaire s’est déroulé du 26 au 29 août. Quatre bourolles ont été placées dans les mêmes marelles du schorre inférieur de l’inventaire de juillet (Figure 6). Elles ont été relevées aux 24h le 27 et 28 août. Le verveux a cette fois-ci été placé dans un chenal plus profond de la slikke. L’inventaire de celui-ci a été réalisé le 27 août seulement. Trois traits de senne ont également été faits dans le marais le 29 août. Au total, 865 poissons ont été capturés et dénombrés tandis qu’environ 400 *Crangons sp.*, 31 gammarus et des milliers de *mysis* ont été estimés. L’inventaire a permis de confirmer cinq espèces. La bourolle était encore dans ce cas-ci l’engin de pêche le plus performant quant au nombre de prises. Sur le nombre total d’individus capturés, 41 proviennent de la senne, 107 proviennent du verveux et 717 proviennent des bourolles. Les bourolles montrent que les fondules barrés sont très présents dans le marais et ses marelles (Tableau 4).

Tableau 4. Ichtyofaune capturée à l'anse Saint-Jean, août 2024.

Nom français	Nom latin	Nombre	Longueur moyenne (cm)
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	719	3,5
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>	107	3,9
Gaspereau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	31	4,1
Épinoche sp.	<i>Gasterosteus sp.</i>	7	3,4
Épinoche à neuf épines	<i>Pungitius pungitius</i>	1	5
Total		865	3,98

Baie Éternité

L’inventaire ichthyologique s’est déroulé du 19 au 21 août 2024. Deux traits de senne ont été réalisés le 19 août lors de la marée descendante et un verveux a été installé le 20 août. Le site n’était pas propice à l’installation de bourolle, et le courant de la rivière était trop fort pour l’installation du verveux dans son chenal. Ce dernier a donc été installé dans une dépression un peu à l’écart de l’embouchure de la rivière. Lors de l’installation, un spécimen mort de plie commune (*Pleuronectes platessa*) a été trouvé dans le marais à marée basse, possiblement amené par les courants (Figure 7).

La récolte des espèces capturées s’est faite 24h plus tard, de même que la désinstallation des engins de pêche. Au total, 96 individus ont été pêchés et dénombrés tandis qu’une centaine de *Mysis sp.* et de *Crangon sp.* ont été estimés. Seulement les 30 premiers individus de chaque espèce ont été mesurés. L’inventaire a permis de confirmer la présence de cinq espèces, tandis que trois individus vraisemblablement d’espèces distinctes n’ont pas pu être identifiés. Le Tableau 5

présente la somme des espèces capturées, tout engin de pêche confondu. C'est le verveux qui a permis de capturer une plus grande quantité et diversité d'espèces. En effet, sur le nombre total, seulement quatre individus ont été capturés par les traits de senne.

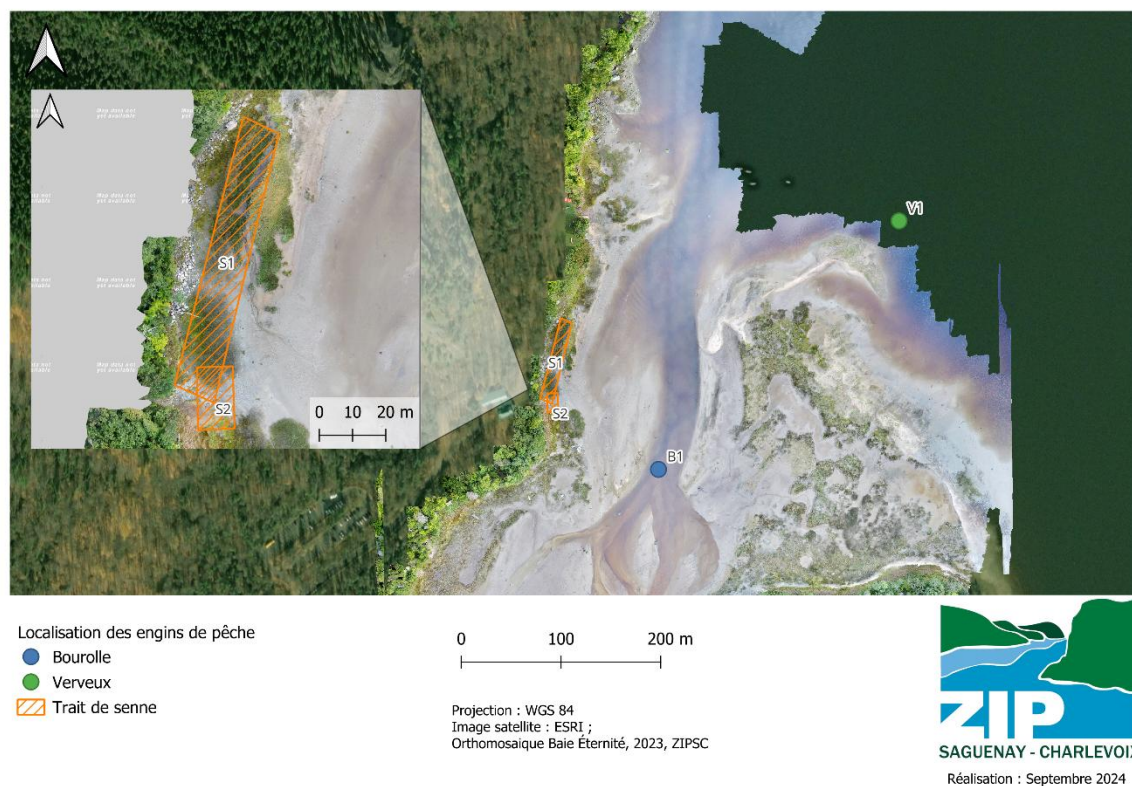


Figure 7. Localisation des engins de pêche lors des inventaires ichthyologiques, Baie Éternité, août 2024.

Tableau 5. Ichtyofaune capturée à Baie Éternité, août 2024.

Nom français	Nom latin	Nombre	Longueur moyenne (cm)
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>	87	4,66
Gaspareau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	3	4,17
Bar rayé	<i>Morone saxatilis</i>	1	48
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	1	4
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	1	5,5

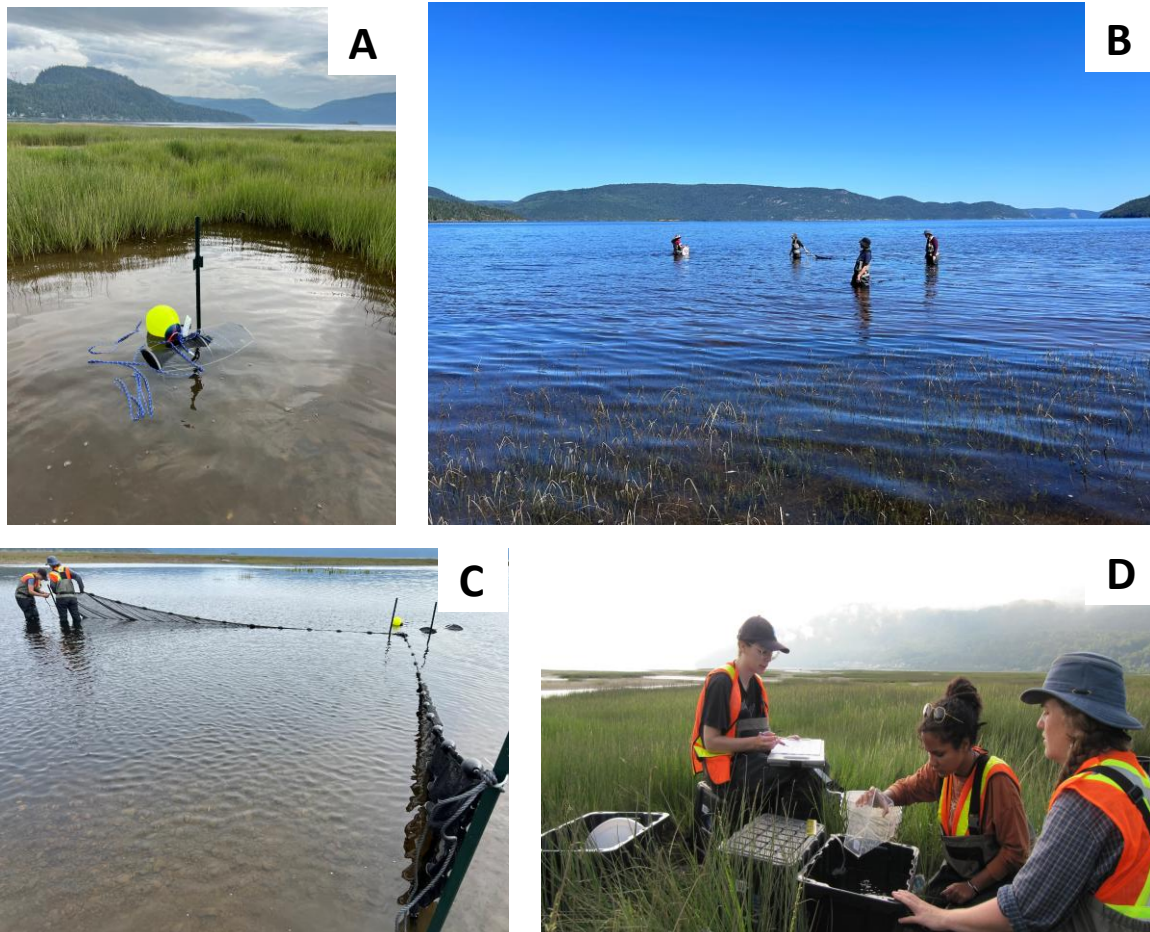


Figure 8. Illustration des trois types d'engins de pêche (A) bourolle ; (B) senne de rivage ; (C) verveux ; utilisés pour l'échantillonnage de poissons, et (D) installation du matériel.

6. Inventaire floristique

6.1. Méthodologie

Le protocole d'inventaire floristique correspond à celui utilisé par le PMSSL lors de leur suivi sur la végétation. La méthodologie est également très similaire au protocole proposé dans le *Guide d'échantillonnage pour la caractérisation des herbiers aquatiques*. Le positionnement des transects perpendiculaires à la rive est donc le même pour ces deux inventaires, en débutant dans le schorre supérieur afin d'inventorier la végétation selon les étages du marais. Ainsi, les transects étaient distancés de 250 m entre eux et les stations d'échantillonnage, faites le long des transects, étaient réparties à une distance de 10 m pour l'anse Saint-Étienne ainsi qu'une distance de 25 m pour l'anse Saint-Jean et la Baie Éternité. La distance a ainsi été ajustée selon la longueur du schorre inférieur des marais côtiers afin de récolter le plus de données. À chaque station, un quadrat de 50 cm x 50 cm permettait d'évaluer le recouvrement des classes de végétations et d'observer les espèces présentes. Les espèces non inventoriées dans le quadrat, mais aperçues à proximité de la station, ont également été notées afin d'affiner l'inventaire floristique. Des photos étaient prises pour identification ultérieure des espèces et les paramètres physico-chimiques de

température, salinité, pH et oxygène dissout ont également été mesurés à chaque site à l'aide d'une sonde YSI Proquatro.

6.2. Résultats

Anse Saint-Étienne

L'inventaire floristique s'est déroulé à l'anse Saint-Étienne le 24 juillet 2024. Il y avait quatre transects perpendiculaires à la rive afin d'inventorier les espèces présentes sur les différents étages du marais côtier, totalisant 15 quadrats (Figure 9). Au total, 21 espèces ont été observées (Tableau 6).



Figure 9. Localisation des transects et quadrats de l'inventaire floristique à l'anse Saint-Étienne, juillet 2024.

Tableau 6. Espèces recensées selon l'étage littoral lors de l'inventaire floristique à l'anse Saint-Étienne en juillet 2024.

Étage littoral	Espèces	Nom scientifique
Schorre supérieur	Potentille anserine (argentine)	<i>Argentina anserina</i>
Schorre Supérieur	Arroche hastée	<i>Atriplex prostrata</i>
Schorre Supérieur	Carex sp.	<i>Carex sp.</i>
Schorre Supérieur	Chiendent commun	<i>Elymus repens</i>
Schorre Supérieur	Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>
Schorre Supérieur	Élyme des sables d'Amérique	<i>Leymus mollis</i>
Schorre Supérieur	Verge d'or toujours verte	<i>Solidago sempervirens L.</i>
Schorre Supérieur	Laiteron des champs	<i>Sonchus arvensis</i>

Schorre Supérieur	Spartine pectinée	<i>Sporobolus michauxianus</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Jonc de la Baltique	<i>Juncus balticus</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Glaux maritime	<i>Lysimachia maritima</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Plantain maritime	<i>Plantago maritima</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Pâturin des marais	<i>Poa palustris</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Troscart maritime	<i>Triglochin maritima</i>
Schorre inférieur	Goémon noir	<i>Ascophyllum nodosum</i>
Schorre inférieur	Éléocharide <i>sp.</i>	<i>Eleocharis sp.</i>
Schorre inférieur	Renoncule cymbalaire	<i>Halerpestes cymbalaria</i>
Schorre inférieur	Salicorne d'Europe	<i>Salicornia europaea</i>
Schorre inférieur	Scirpe piquant	<i>Schoenoplectus pungens</i>
Schorre inférieur	Spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>
Schorre inférieur	Spergulaire du Canada	<i>Spergularia canadensis</i>

Anse Saint-Jean

L'inventaire floristique s'est déroulé à l'anse Saint-Jean les 25 et 26 juillet 2024. Il y avait 6 transects perpendiculaires à la rive pour un total de 29 quadrats (Figure 10). Au total, 29 espèces ont été observées (

Tableau 7).

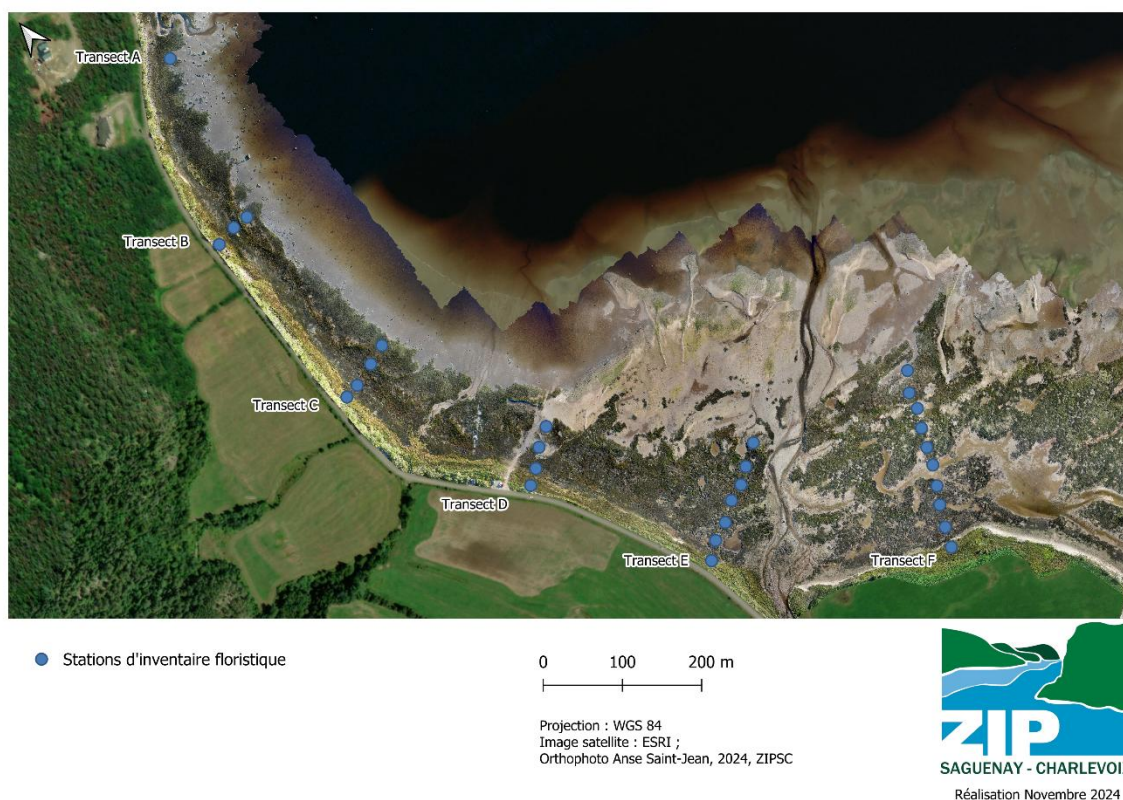


Figure 10. Localisation des transects et quadrats de l'inventaire floristique à l'anse Saint-Jean, juillet 2024.

Tableau 7. Espèces recensées selon l'étage littoral lors de l'inventaire floristique à l'anse Saint-Jean en juillet 2024.

Étage littoral	Espèces	Nom scientifique
Schorre supérieur	Aster sp.	<i>Aster sp.</i>
Schorre supérieur	Agrostide stolonifère	<i>Agrostis stolonifera</i>
Schorre supérieur	Calamagrostide du Canada	<i>Calamagrostis canadensis</i>
Schorre supérieur	Liseron des haies	<i>Calystegia sepium</i>
Schorre supérieur	Cicutaire maculée	<i>Cicuta maculata</i>
Schorre supérieur	Deschampsie Cespiteuse	<i>Deschampsia cespitosa</i>
Schorre supérieur	Chiendent commun	<i>Elymus repens</i>
Schorre supérieur	Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>
Schorre supérieur	Gaillet sp.	<i>Galium sp.</i>
Schorre supérieur	Iris sp.	<i>Iris sp.</i>
Schorre supérieur	Jonc de la Baltique	<i>Juncus balticus</i>
Schorre supérieur	Salicaire commune	<i>Lythrum salicaria</i>
Schorre supérieur	Myrique baumier	<i>Myrica gale</i>
Schorre supérieur	Verge d'or toujours verte	<i>Solidago sempervirens L.</i>
Schorre supérieur	Laiteron des champs	<i>Sonchus arvensis</i>
Schorre supérieur	Spartine pectinée	<i>Sporobolus michauxianus</i>
Schorre supérieur	Vesce jargeau	<i>Vicia cracca</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Potentille anserine (argentine)	<i>Argentina anserina</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Carex sp.	<i>Carex sp.</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Renoncule cymbalaire	<i>Halerpestes cymbalaria</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Glaux maritime	<i>Lysimachia maritima</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Plantain maritime	<i>Plantago maritima</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Scirpe piquant	<i>Schoenoplectus pungens</i>
Schorres supérieur et Inférieur	Spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>
Schorre inférieur	Éléocharide sp.	<i>Eleocharis sp.</i>
Schorre inférieur	Jonc des crapauds	<i>Juncus bufonius</i>
Schorre inférieur	Jonc sp.	<i>Juncus sp.</i>
Schorre inférieur	Limoselle à feuilles subulées	<i>Limosella australis</i>
Schorre inférieur	Puccinellie à fleurs distantes	<i>Puccinellia distans</i>

Baie Éternité

L'inventaire floristique s'est déroulé à la Baie Éternité le 21 août 2024 et a été réalisé par l'équipe du PMSSL afin d'éviter le dédoublement des efforts sur le terrain. Il y avait quatre transects perpendiculaires à la rive afin d'inventorier les espèces présentes sur les différents étages du marais côtier ainsi que 20 quadrats au total (Figure 11). Lors de cet inventaire, neuf espèces végétales ont été identifiées comme espèces dominantes au sein des communautés végétales. À noter qu'il ne s'agissait pas d'un inventaire floristique exhaustif, mais surtout une caractérisation sommaire afin d'identifier les espèces végétales dominantes au sein des différents étagements des marais. Les espèces végétales du schorre supérieur ont été identifiées sommairement (Tableau 8).

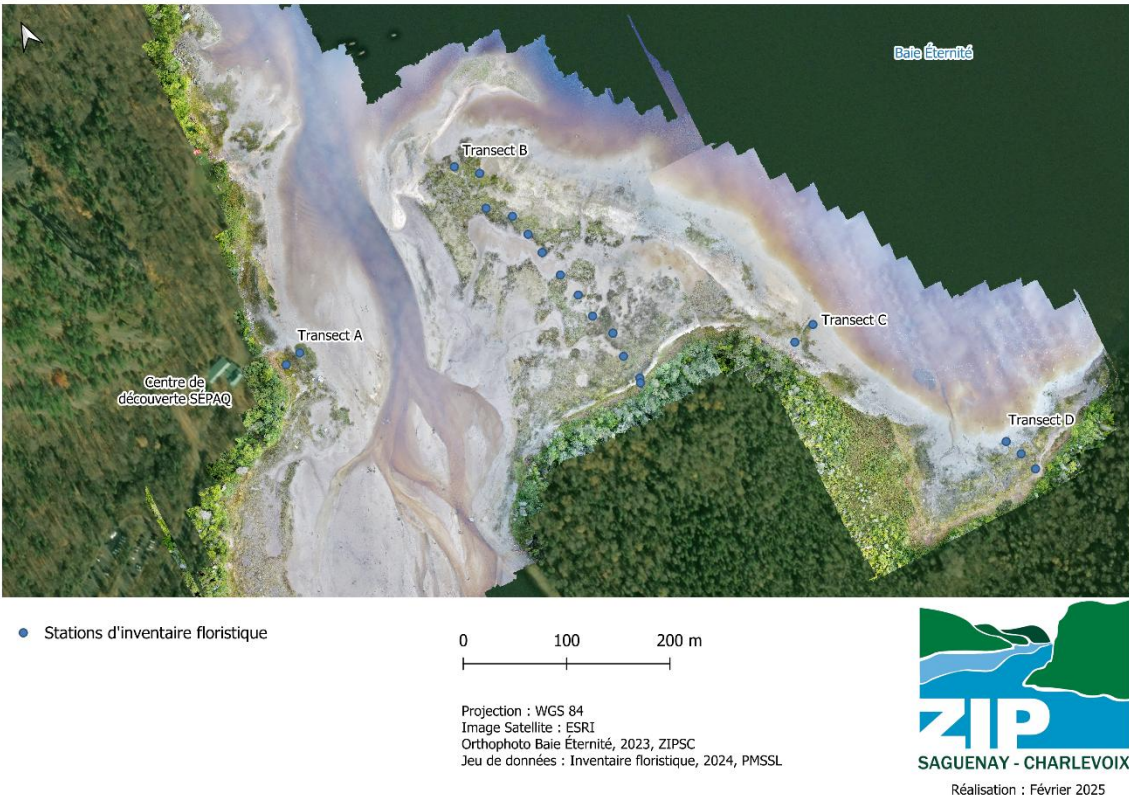


Figure 11. Localisation des transects et quadrats de l'inventaire floristique à la Baie Éternité, juillet 2024.

Tableau 8. Espèces recensées selon l'étage littoral lors de l'inventaire floristique à la Baie Éternité en juillet 2024.

Étage littoral	Espèces	Nom scientifique
Schorre supérieur	Carex sp.	Carex sp.
Schorre supérieur	Salicaire commune	Lythrum salicaria
Schorre supérieur	Spartine étalée	Spartina patens
Schorre supérieur	Spartine pectinée	Sporobolus michauxianus
Schorre supérieur et inférieur	Aster sp.	Aster sp.
Schorre inférieur	Glaux maritime	Lysimachia maritima
Schorre inférieur	Potentille sp.	Potentilla sp.
Schorre inférieur	Scirpe piquant	Schoenoplectus pungens
Schorre inférieur	Spartine alterniflore	Spartina alterniflora

7. Inventaire benthique

7.1. Méthodologie

L'inventaire benthique a été réalisé en suivant le Guide d'échantillonnage du benthos pour la caractérisation des herbiers aquatiques, un protocole d'acquisition de données créé conjointement aux autres comités ZIP du réseau marin. L'objectif est de déterminer la diversité benthique présente ; d'identifier les assemblages d'organismes benthiques ; quantifier ou qualifier la disponibilité d'habitat pour la faune benthique et enfin, réaliser un état de référence des communautés benthiques.

L'inventaire a été réalisé selon une méthode d'échantillonnage aléatoire, tout en restant soumis aux critères d'acceptabilité du positionnement précis des prélèvements afin d'avoir des échantillons représentatifs des sites. Ainsi les stations, là l'endroit où les prélèvements sont faits, ont été positionnées aléatoirement à travers différentes densités de végétation estimées par photointerprétation d'orthophotographies. Des données sur l'hétérogénéité de l'habitat ont également été prises à chaque station. Une fois sur le terrain, à chaque point d'échantillonnage, de la végétation a été prélevée à l'aide de sacs de mailles ayant une ouverture de 10 cm de diamètre et ce, lorsque le niveau de l'eau est assez haut (25-30 cm) afin d'échantillonner l'épifaune sans perdre les espèces vagiles comme les amphipodes, par exemple. Les sacs de mailles ont été mis dans des sacs hermétiques (type ziplock) et mis au congélateur jusqu'à leur analyse de leur contenu. L'endobenthos a quant à lui été récolté à l'aide d'une sonde pédologique hollandaise afin de récolter du sédiment dans une zone de 10 cm de diamètre sur 15 cm de profondeur. Les échantillons de sédiments ont ensuite été passés au tamis de 500 microns et tous ces échantillons récoltés lors de l'inventaire ont été mis en pot rempli d'éthanol à 70% pour observation au laboratoire.

Un contrat externe a été offert au laboratoire d'écologie marine de l'UQAC, sous la direction du professeur Mathieu Cusson. Ce mandat d'analyse comprend, entre autres, le tri, l'identification, le comptage et la pesée par taxon des organismes épibenthiques et endobenthiques, l'élaboration d'une base de données ainsi qu'un volet conseil, orientation et révision quant aux méthodologies, analyses et rapport produit par le Comité ZIPSC. Au laboratoire, tous les échantillons ont été dégelés et/ou rincés sur des tamis de 0.5 mm et ont été triés sous stéréomicroscope. Les individus ont été identifiés au niveau taxonomique le plus bas, habituellement à l'espèce, comptés et pesés (poids frais égoutté, précision 0.00005 g) par taxon. Les parties végétales aériennes (feuilles) et dans les sédiments (rhizomes et racines) ont été pesées (poids frais égoutté, précision 0.05g) dans chaque échantillon. Les moyennes des variables univariées, celles liées à la diversité (richesse en taxon, biomasse totale équitabilité J' de Pielou et diversité de Simpson ($1-\lambda_{ba}'$)), ont été analysées en utilisant une analyse de variance par permutation (PER-ANOVA, distance euclidienne avec 9999 itérations) pour une comparaison entre les régions. Une analyse multivariée comparant la structure d'abondance en biomasse des assemblages a été aussi faite entre les régions en utilisant une analyse de variance multivariée (PERMANOVA, similarité de Bray-Curtis sur les données transformée par $\log(X+1)$, 9999 itérations). Un cadrage multidimensionnel non métrique (ou nMDS) a été utilisé pour visualiser les différents assemblages. Un alpha de 0.05 a été utilisé pour les tests statistiques, bien qu'une probabilité proche de ce seuil ait aussi été utilisée avec prudence.

7.2. Résultats

Un inventaire a donc été réalisé à l'Anse Saint-Jean (Figure 14), l'Anse Saint-Étienne (Figure 15) et la Baie Éternité (Figure 16) le 9, 10 et 11 septembre 2024, respectivement.

Dans l'ensemble des 28 échantillons récoltés à ces sites, seuls 290 individus ont été retrouvés dont une large part (84%) étaient des polychètes (*Alitta virens*), puis 11% de *Macoma balthica* (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**). Les bivalves dominent cependant largement la biomasse avec près de 85% de la biomasse totale en notant que quelques gros individus dominaient cette biomasse.

Peu d'espèces, soit un total de six, ont été recensées dans les trois régions échantillonnées. La salinité moyenne des eaux où ont été pris les échantillons était de 17,51 ppt pour l'Anse Saint-Étienne, 7,94 ppt pour la Baie Éternité et 12,27 ppt pour l'Anse Saint-Jean, affectant suffisamment les organismes ne tolérant que peu les fluctuations de salinité (comme *Ecrobia minuta*, notamment). Dans les échantillons épibenthiques, soit les organismes qui étaient positionnés sur les feuilles des spartines, seules deux larves de Tipulidae ont été retrouvées.

L'analyse des données montre qu'il n'y a pas de différence au niveau de la richesse (nombre de taxons) (Pseudo- $F_{2,25} = 2.49$; valeur- $p = 0.1103$), de la biomasse totale (Pseudo- $F_{2,25} = 1.18$; valeur- $p = 0.2710$), de l'équitabilité (Pseudo- $F_{2,25} = 0.21$; valeur- $p = 0.8127$) ainsi que pour la diversité (Simpson) (Pseudo- $F_{2,25} = 0.29$; valeur- $p = 0.7540$), la variance entre les échantillons à chacun des sites étant très grande (Figure 13). Il n'y aurait également pas de différence de structure d'abondance et de composition entre les trois sites échantillonnés (Pseudo- $F_{2,25} = 0.55$; valeur- $p = 0.6634$; Figure 13). L'effet d'être dans l'habitat de spartine ou pas semble également avoir un effet marginal sur la structure d'abondance des communautés endobenthique (Pseudo- $F_{1,26} = 2.91$; valeur- $p = 0.0745$; voir Figure 13).

Sites	Coordonnées (lat. long.)	#	<i>Alitta virens</i>	<i>Macoma balthica</i>	Nématodes	<i>Gammarus</i> sp.	<i>Mya arenaria</i>	Tipulidae
Anse Saint-Étienne	48.205943, -69.905890	1	12	2	0	0	0	1
Anse Saint-Étienne	48.206639, -69.906094	2	8	1	0	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.207529, -69.906730	3	13	4	0	1	1	0
Anse Saint-Étienne	48.210099, -69.906921	4	16	0	5	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.210701, -69.907099	5	2	0	0	0	0	1
Anse Saint-Étienne	48.211362, -69.906857	6	1	2	0	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.212254, -69.905801	7	4	0	0	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.212745, -69.904885	8	9	1	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.245053, -70.199174	1	19	0	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.247127, -70.199895	2	5	2	0	0	0	0

Anse Saint-Jean	48.246947, -70.201551	3	6	0	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.248002, -70.203387	4	8	3	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.248338, -70.203009	5	2	0	5	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.249057, -70.204269	6	10	4	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.250879, -70.206016	7	3	3	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.251838, -70.206070	8	3	0	0	0	1	0
Anse Saint-Jean	48.253349, -70.206052	9	2	2	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.253996, -70.206034	10	1	0	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.254715, -70.205674	11	2	0	0	0	0	0
Baie Éternité	48.303015 6,- 70.333814 4	1	9	1	0	0	0	0
Baie Éternité	48.302647 3,- 70.333607 4	2	8	0	0	0	0	0
Baie Éternité	48.302120 7,- 70.333884 3	3	14	0	0	0	0	0
Baie Éternité	48.301375 4,- 70.334463 9	4	12	3	0	0	0	0
Baie Éternité	48.301184 4,- 70.334334 5	5	31	0	0	0	0	0
Baie Éternité	48.300736 8,- 70.334166 3	6	7	2	0	0	0	0
Baie Éternité	48.300218 8,- 70.334774 3	7	23	2	0	0	0	0
Baie Éternité	48.299637 0,- 70.335635 9	8	8	0	0	0	0	0
Baie Éternité	48.299155 4,- 70.335777 5	9	5	0	0	0	0	0

Tableau 9. Compilation du nombre d'individus par taxon, selon leur site d'échantillonnage à l'Anse Saint-Jean, l'Anse Saint-Étienne et Baie Éternité, septembre 2024.

Sites	Coordonnées (lat.long.)	#	Alitta virens	Macoma balthica	Nématodes	Gammarus sp.	Mya arenaria	Tipulidae
Anse Saint-Étienne	48.205943,- 69.905890	1	229,73	148,572	0	0	0	23,596
Anse Saint-Étienne	48.206639,- 69.906094	2	280,682	99,596	0	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.207529,- 69.906730	3	63,78	1788	0	0,5	21394	0
Anse Saint-Étienne	48.210099,- 69.906921	4	179,02	0	0,102	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.210701,- 69.907099	5	42,62	32,02	0	0	0	5,67
Anse Saint-Étienne	48.2113622, - 69.9068577	6	60,5	543,87	0	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.212254,- 69.905801	7	159,372	0	0	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.212745,- 69.904885	8	46,97	0	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.245053,- 70.199174	1	440,039	0	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.247127,- 70.199895	2	136,02	631,708	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.246947,- 70.201551	3	199,211	0	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.248002,- 70.203387	4	246,456	149,3	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.248338,- 70.203009	5	97,084	0	0,398	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.249057,- 70.204269	6	295,312	417,32	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.250879,- 70.206016	7	159,372	0	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.251838,- 70.206070	8	24,27	178,116	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.253349,- 70.206052	9	153,37	33,38	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.253996,- 70.206034	10	64,99	0	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.254715,- 70.205674	11	183,74	0	0	0	0	0
Baie Éternité	48.3030156,- 70.3338144	1	34,098	1,65	0	0	0	0
Baie Éternité	48.3026473,- 70.3336074	2	88,552	0	0	0	0	0
Baie Éternité	48.3021207,- 70.3338843	3	198,39	0	0	0	0	0
Baie Éternité	48.3013754,- 70.3344639	4	252,202	209,47	0	0	0	0
Baie Éternité	48.3011844,- 70.3343345	5	223,49	65,946	0	0	0	0

Baie Éternité	48.3007368,-70.3341663	6	401,8	78,35	0	0	0	0
Baie Éternité	48.3002188,-70.3347743	7	318,6	48,918	0	0	0	0
Baie Éternité	48.2996370,-70.3356359	8	116,092	0	0	0	0	0
Baie Éternité	48.2991554,-70.3357775	9	125,96	0	0	0	0	0

Tableau 10. Compilation des données de biomasse (en mg) par taxon benthiques et selon leur point d'échantillonnage à l'Anse Saint-Jean, l'Anse Saint-Étienne et Baie Éternité.

Sites	Coordonnées (lat.long.)	#	Racines et feuilles	Racines	Feuilles	Fucus
Anse Saint-Étienne	48.205943,-69.905890	1	63,055	63,055	0	0
Anse Saint-Étienne	48.206639,-69.906094	2	22,17	21,12	1,05	0
Anse Saint-Étienne	48.207529,-69.906730	3	0	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.210099,-69.906921	4	0	0	0	0
Anse Saint-Étienne	48.210701,-69.907099	5	18,564	17,71	0,854	0,613
Anse Saint-Étienne	48.2113622,-69.9068577	6	58,521	58,521	0	0
Anse Saint-Étienne	48.212254,-69.905801	7	0	2,84	0	0
Anse Saint-Étienne	48.212745,-69.904885	8	106,34	104,42	1,92	0
Anse Saint-Jean	48.245053,-70.199174	1	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.247127,-70.199895	2	26,334	21,801	4,533	0
Anse Saint-Jean	48.246947,-70.201551	3	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.248002,-70.203387	4	41,176	40,316	0,86	0
Anse Saint-Jean	48.248338,-70.203009	5	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.249057,-70.204269	6	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.250879,-70.206016	7	0	2,84	0	0
Anse Saint-Jean	48.251838,-70.206070	8	83,83	82,76	1,07	0
Anse Saint-Jean	48.253349,-70.206052	9	0	0	0	0
Anse Saint-Jean	48.253996,-70.206034	10	41,663	40,793	0,87	0
Anse Saint-Jean	48.254715,-70.205674	11	78,419	78,419	0	0
Baie Éternité	48.3030156,-70.3338144	1	19,14	15,182	3,958	0
Baie Éternité	48.3026473,-70.3336074	2	42,34	40,25	2,08	0
Baie Éternité	48.3021207,-70.3338843	3	0	0	0	0
Baie Éternité	48.3013754,-70.3344639	4	27,054	25,285	1,769	0
Baie Éternité	48.3011844,-70.3343345	5	0,653	0,531	0,122	0
Baie Éternité	48.3007368,-70.3341663	6	48,397	47,235	1,162	0
Baie Éternité	48.3002188,-70.3347743	7	1,745	1,745	0	0
Baie Éternité	48.2996370,-70.3356359	8	0	0	0	0
Baie Éternité	48.2991554,-70.3357775	9	28,484	21,767	6,717	0

Tableau 11. Compilation des données de biomasse (en mg) des racines, feuilles et fucus et selon leur point d'échantillonnage à l'Anse Saint-Jean, l'Anse Saint-Étienne et Baie Éternité.

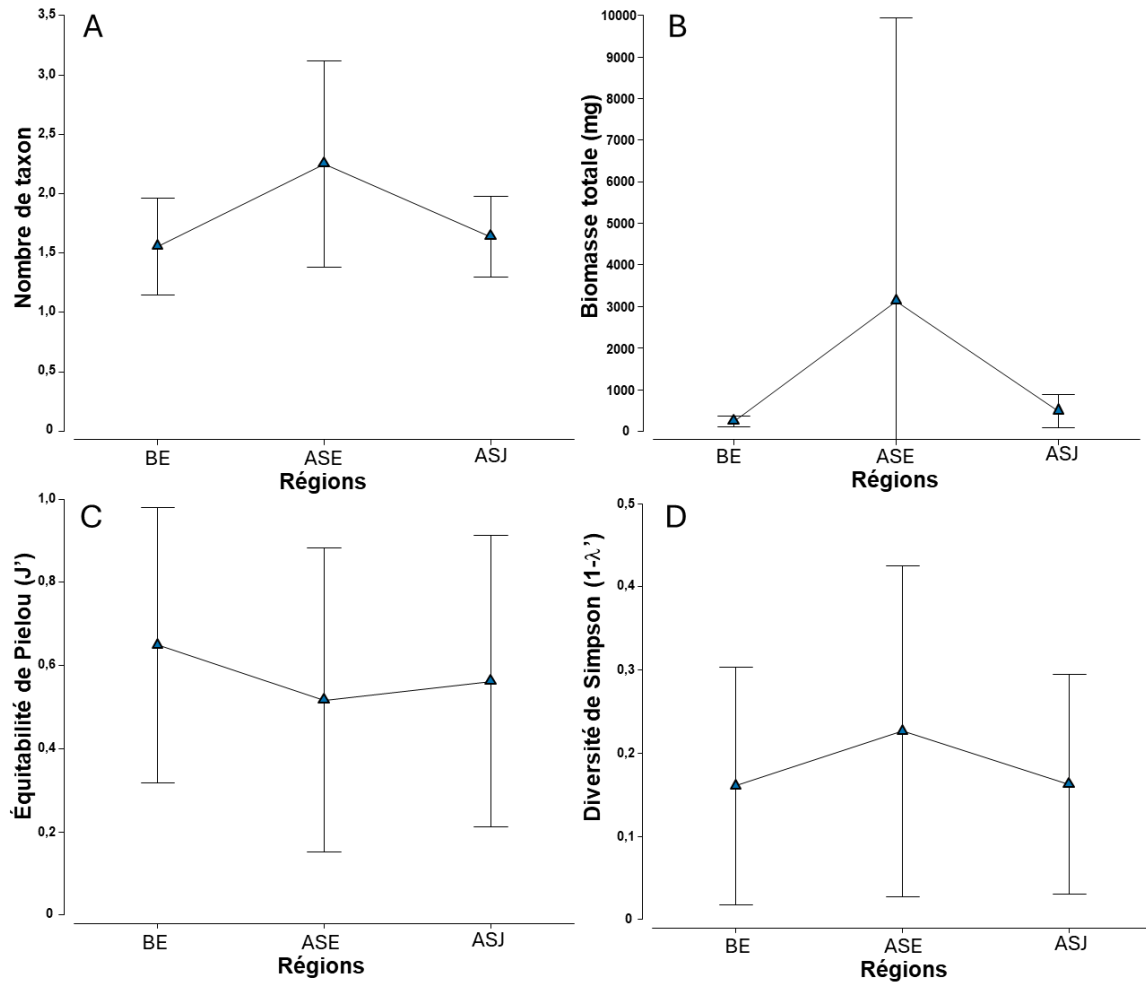


Figure 12. Moyenne (et erreur type), par échantillons, des valeurs de A) richesse en taxon, B) biomasse totale, C) équitabilité de Pielou (J') et de D) diversité de Simpson ($1-\lambda'$) des régions échantillonnées.

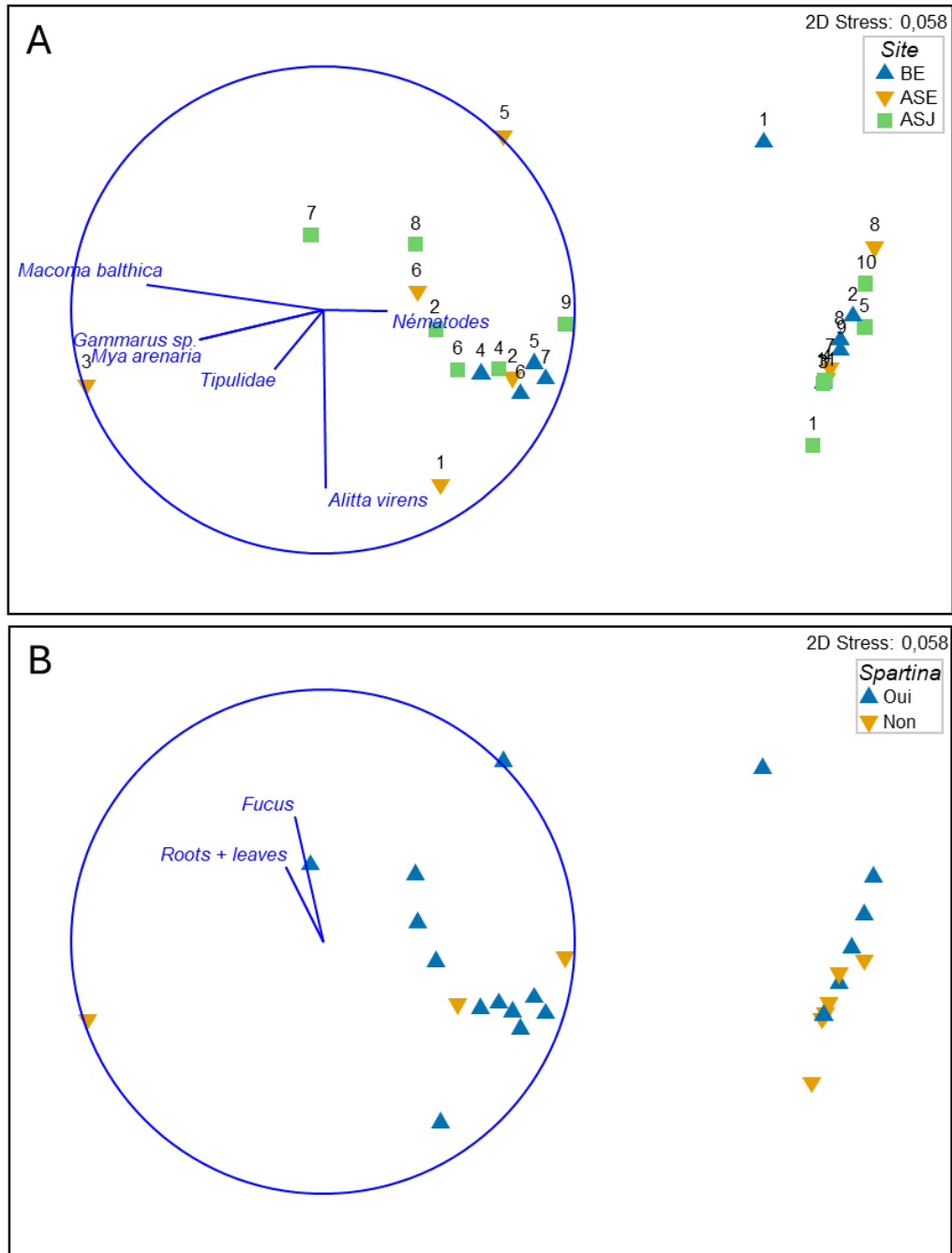


Figure 13. Cadrages multidimensionnels non métrique (nMDS) illustrant le positionnement de chacun des points d'échantillonnage sur la structure d'abondance en biomasse des assemblages des (A) différents sites (BE, ASE et ASJ) et (B) selon si les sites étaient végétalisés avec de la *Spartina*. Les nombres pour chacun des symboles renvoient au numéro d'échantillon (voir Table XX en annexe). Les vecteurs représentent l'abondance (A) des espèces selon les axes et (B) des racines et des feuilles, et des thalles de *Fucus sp.* dans les échantillons épibenthiques et endobenthiques. Les ressemblances ont été calculées sur la base des similitudes de Bray-Curtis de l'abondance transformée par $\log(x+1)$.



Figure 14. Localisation des échantillons d'épibenthos et d'endobenthos à l'Anse Saint-Jean, Septembre 2024.



Figure 15. Localisation des échantillons d'épibenthos et d'endobenthos à l'Anse Saint-Étienne, Septembre 2024.



Figure 16. Localisation des échantillons d'épibenthos et d'endobenthos à la Baie Éternité, Septembre 2024.

8. Biomasse et densité

8.1. Méthodologie

La caractérisation des marais côtiers a été réalisée en suivant le *Guide d'échantillonnage pour la caractérisation des herbiers aquatiques*, un protocole d'acquisition de données créé conjointement avec les autres comités ZIP du réseau marin mentionné précédemment. L'objectif est de récolter des données morphométriques des plants de spartine alterniflore, qui est l'essence graminée dominante des habitats côtiers du territoire à l'étude, ainsi que leur densité et leur biomasse. Pour ce faire, deux périodes de collectes sont nécessaires : fin juin (pic de densité) et mi-août (pic de biomasse). Des transects perpendiculaires à la côte ont été priorisés dans les marais côtiers inventoriés, et ce, d'une longueur variant selon l'étagement du milieu (de la limite inférieure du bas marais à la limite supérieure du haut marais). Une distance de 250 mètres entre les transects et un minimum de deux transects par site ont été respectés. Pour minimiser les biais, les transects ont été tracés de façon systématique autant dans des zones ayant une végétation continue que discontinue. En ce qui concerne les stations d'échantillonnage, celles-ci se sont fait le long des transects, réparties à une distance de 10 m pour l'anse Saint-Étienne ainsi qu'une distance de 25 m pour l'anse Saint-Jean et la Baie Éternité. La distance a ainsi été ajustée selon la longueur du schorre inférieur des marais côtiers afin de récolter le plus de données. Un premier quadrat de 50 cm x 50 cm était déposé sans remaniement des feuilles, et des photos étaient prises.



Ensuite, le recouvrement total (%) était estimé selon une échelle quantitative et différentes données telles que la date, les coordonnées GPS, le type de substrat, la présence de faune, la longueur moyenne et maximal des feuilles étaient prises par la même occasion. Un second quadrat de 25 cm x 25 cm était ensuite déposé à l'intérieur du premier quadrat afin de dénombrer et arracher les pousses, tout en prenant soin de ne pas arracher la racine à environ 1 cm du sol. Toutes ces données étaient notées sur la fiche de terrain créée à cet effet et les plants récoltés étaient stockés dans des sacs Ziploc identifiés par quadrat.

De retour du terrain, les plants étaient standardisés en les coupant au premier nœud, assurant ainsi une mesure précise de la longueur des feuilles, toutes débutant à ce même point. Ceux-ci sont rincés et pesés afin de prendre les données de biomasse fraîche (g/m^2). Ensuite, les données d'Indice de surface foliaire (LAI) sont prises et trois plants sont sous-échantillonnés aléatoirement afin de prendre les mesures morphométriques complètes. Les données de densité (nombre de plants/ m^2) avaient quant à elles été prises sur le terrain en notant le nombre de plants par quadrat. Les plants échantillonnés en juin ont finalement été envoyés à Brigitte Légaré dans le cadre de son doctorat à l'UQAR. En août, le même protocole a été réalisé par l'équipe de Brigitte Légaré en juin et en août 2024. Sa visite lui a également permis de récolter des données supplémentaires nécessaires à son doctorat.

Ainsi, en juin, l'équipe de la ZIPSC a réalisé trois transects (A, B et C) à l'anse Saint-Étienne (Figure 17) ; six transects (A à F) à l'anse Saint-Jean (Figure 18) et quatre transects (A à D) à la Baie Éternité (Figure 19). Chacun de ces transects comprenaient plusieurs quadrats tandis qu'en août, quelques quadrats supplémentaires ont été réalisés par l'équipe de Brigitte afin de récolter la végétation et différentes données nécessaires au calcul de la biomasse fraîche et la densité de la végétation.



Figure 17. Localisation des échantillons de spartine alterniflore à l'Anse Saint-Étienne en juin et août 2024.

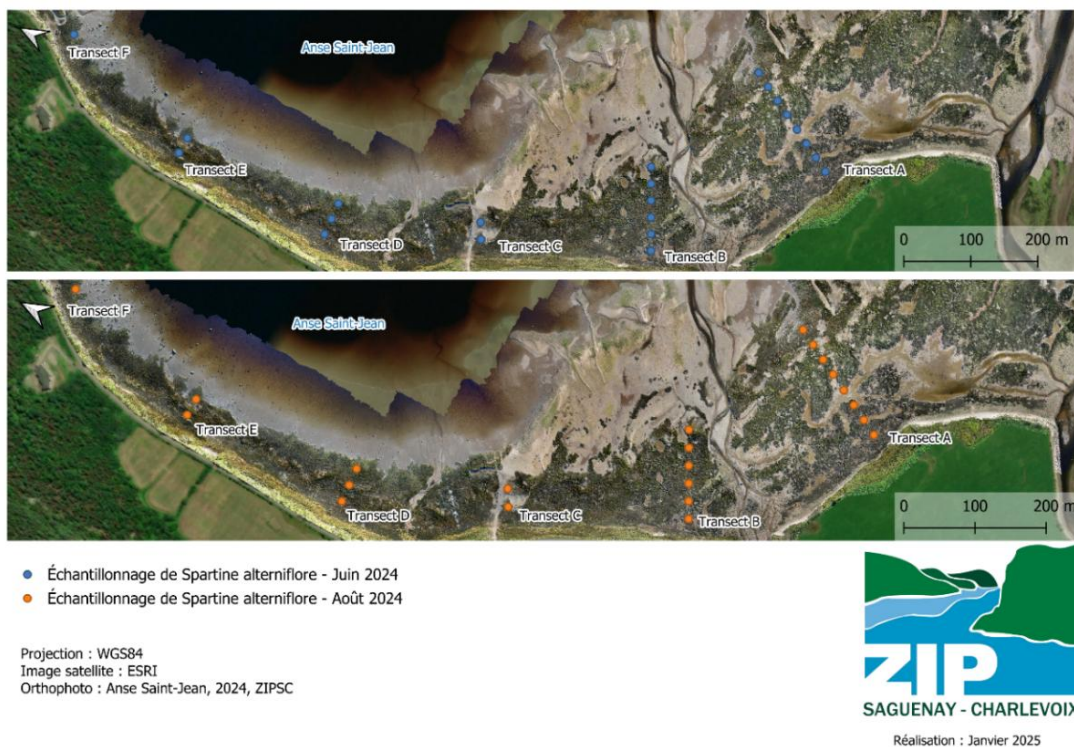


Figure 18. Localisation des échantillons de spartine alterniflore à l'Anse Saint-Jean en juin et août 2024.

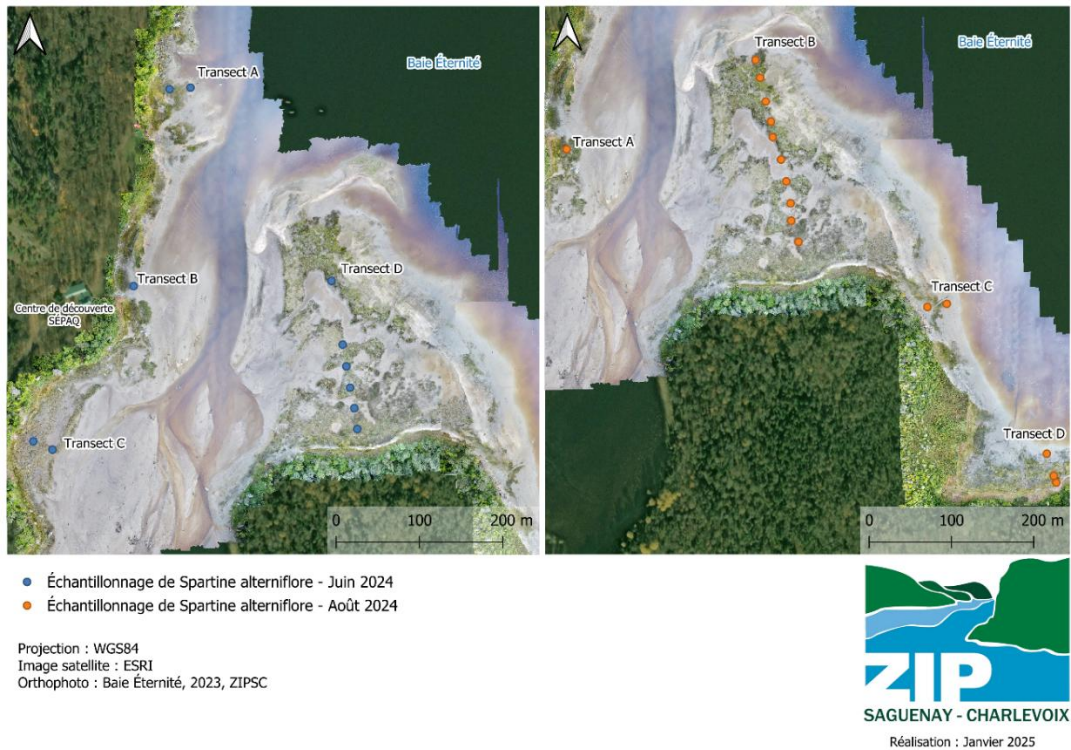


Figure 19. Localisation des échantillons de spartine alterniflore à la Baie Éternité en juin et août 2024.

8.2. Résultats

Anse Saint-Étienne

Les résultats de biomasse des échantillonnages réalisés à l'anse Saint-Étienne sont présentés par la Figure 20 ci-dessous. La biomasse du transect A ($n=3$) est nettement supérieure en août qu'en juin, avec une augmentation significative et une variabilité plus importante, reflétant bien le pic de biomasse d'août. Les valeurs en juin se situent entre 543,36 et 1213,73 g/m² tandis qu'en août, les valeurs se situent entre 1330,24 et 4695,04 g/m². En juin, le transect B ($n=5$) possède une forte variabilité, les valeurs se situant entre 0 et 1222,4 g/m² tandis qu'en août, les valeurs se situent

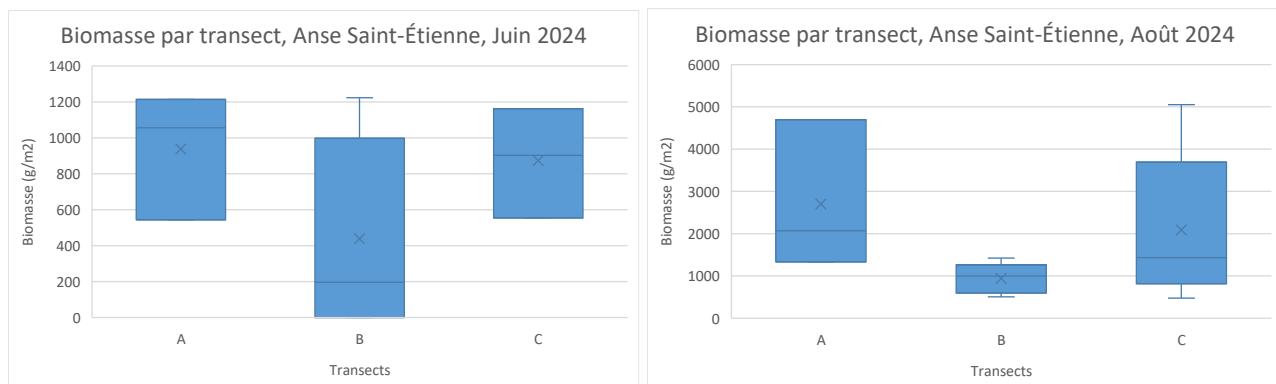


Figure 20. Comparaison de la biomasse par transects en juin et en août 2024 à l'Anse Saint-Étienne.

plutôt entre 505,6 et 1422,72 g/m². Enfin, la biomasse du transect C (n=3) a également augmenté par rapport à juin, bien que la variabilité soit plus importante.

Les résultats de densité de ces échantillonnages sont ensuite présentés par la Figure 21 ci-dessous. En juin, le transect A (n=3) avait une distribution relativement homogène avec une densité moyenne de 1594,67 individus/m² tandis qu'en août, la densité moyenne diminue légèrement, se rapprochant de 1013,33 individus/m². Le transect B (n=5) présente quant à lui une plus grande variabilité en juin contrairement au mois d'août. Enfin, le transect C (n=3) présente la densité la plus élevée des trois transects. La distribution des données est beaucoup plus étendue en août, indiquant une plus grande variabilité de densité. Cela peut être expliqué par un plus grand nombre de quadrats échantillonnés du transect C en août, tandis que les quadrats des autres transects étaient similaires.

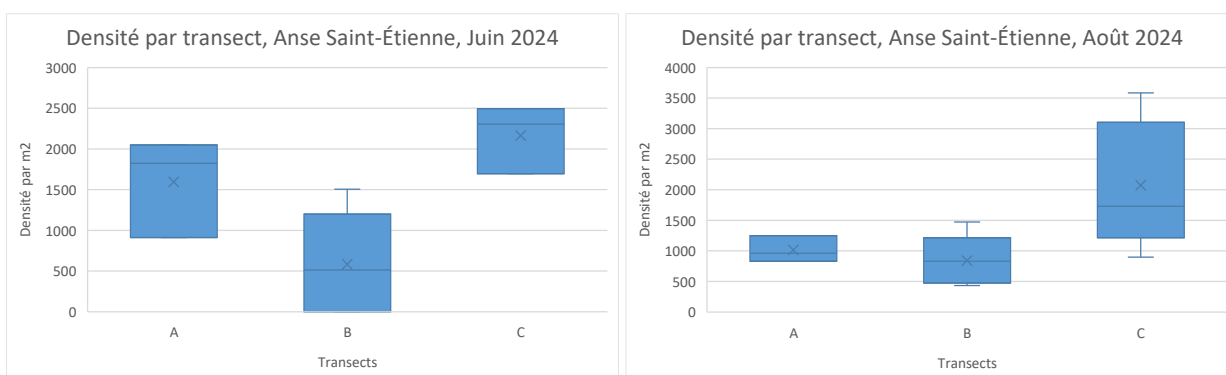


Figure 21. Comparaison de la densité par transects en juin et en août 2024 à l'Anse Saint-Étienne.

Anse Saint-Jean

Les résultats de biomasse de ces échantillonnages sont présentés par la Figure 22 ci-dessous. En juin, la distribution de la biomasse du transect A (n=8) est relativement modérée avec une moyenne 872,28 individus/m² et des valeurs allant de 0 à 2267,52 individus/m² tandis qu'en août, la biomasse moyenne diminue légèrement pour se situer à 528,84 individus/m² et les valeurs vont de 0 à 1281,92 individus/m². Le transect B (n=6) possède une biomasse moyenne plus élevée en août par rapport à juin, marquée par une augmentation dans le temps des valeurs extrêmes et une plus grande variabilité. Le transect C (n=2) possède la biomasse la plus faible de tous les transects de l'anse Saint-Jean, avec une faible augmentation en août. Le transect D (n=3), quant à

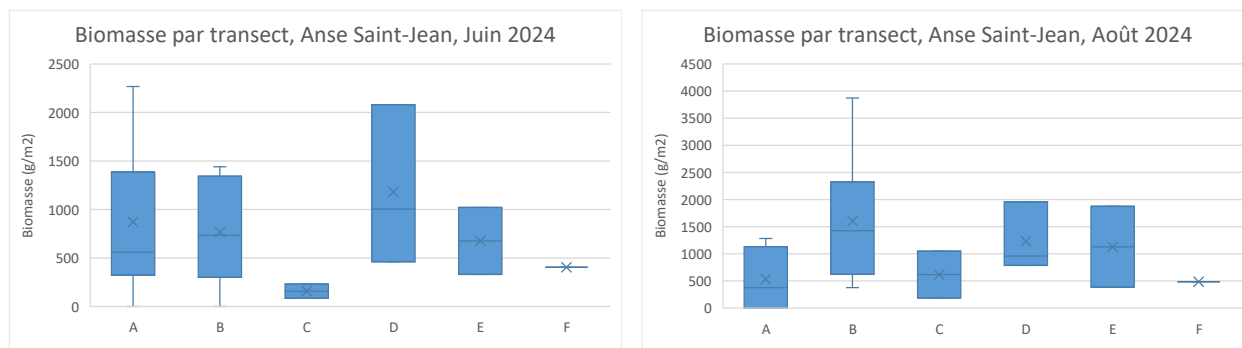


Figure 22. Comparaison de la biomasse par transects entre juin et août 2024 à l'Anse Saint-Jean.

lui, présente la biomasse la plus élevée de tous les transects en juin, une forte variabilité et étendue des données pour ensuite diminuer en août et avoir une distribution plus homogène. La biomasse du transect E (n=2) est restée relativement stable entre juin et août, avec des valeurs modérées et une faible variabilité. Enfin, la biomasse est très faible pour le transect F (n=1), sans grande variation ni dispersion pouvant être expliqué par le fait qu'un seul point a été échantillonné à ce transect étant donné la superficie du marais à cet endroit.

Les résultats de densité de ces échantillonnages sont ensuite présentés par la Figure 23 ci-dessous. En juin, la densité moyenne pour le transect A (n=8) est modérée tandis que la densité au mois d'août diminue. Le transect B (n=6) possède une densité semblable au transect A pour le mois de juin tandis qu'en août, la densité diminue sensiblement, de même que la variabilité. Le transect C (n=2) présente un changement important entre juin et août. En juin, la densité moyenne est faible et la variabilité est minime tandis qu'en août, la densité augmente considérablement pour atteindre la plus haute moyenne parmi tous les transects. La variabilité est également très importante. En juin, le transect D (n=3) affiche une densité moyenne plus élevée avec une variabilité importante tandis qu'en août, la densité moyenne reste élevée, mais a diminué par rapport à juin. Enfin, les transects E (n=2) et F (n=1) présentent les variations les plus faibles, probablement en raison du faible nombre de quadrats échantillonnés dû à la faible longueur du schorre inférieur.

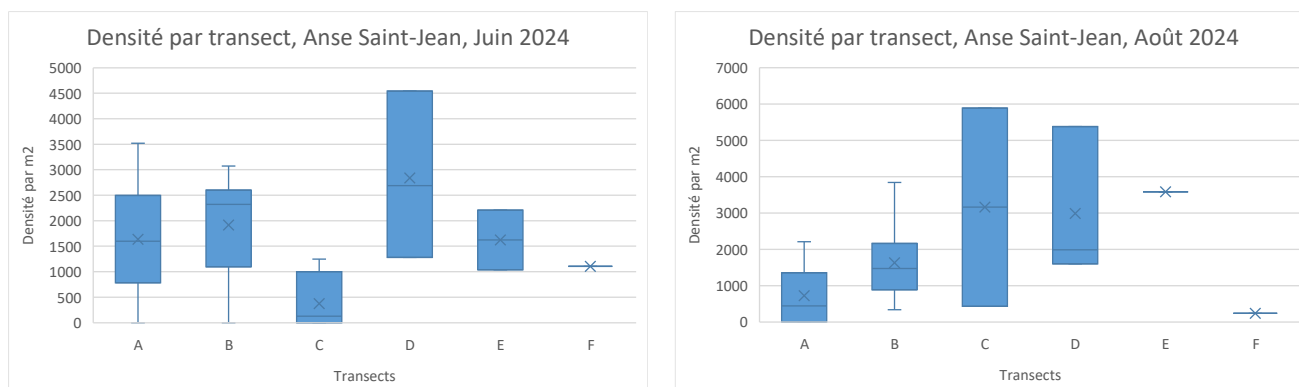


Figure 23. Comparaison de la densité par transects entre juin et août 2024 à l'Anse Saint-Jean.

Baie Éternité

La Figure 24 illustre les résultats de la biomasse fraîche pour les mois de juin et d'août 2024 à la Baie Éternité. Étant donné la différence de localisation, les données sont peu comparables. Pour le mois de juin, le transect A (n=2) suggère une certaine stabilité et une distribution équilibrée en raison de la moyenne proche de la médiane. Les résultats du transect B (n=1) montrent une biomasse assez faible et une faible dispersion des données, mais cela peut s'expliquer par le fait qu'il n'y avait qu'un seul point d'échantillonnage. Il s'agit également d'une zone assez fréquentée, créant ainsi un environnement défavorable à la production. Le transect C (n=2) possède la biomasse la plus élevée, suggérant des conditions favorables à une forte productivité primaire et le transect D (n=6) a quant à lui été considéré comme aberrant. Pour le mois d'août, seulement un point a été échantillonné dans le transect A (n=1). Le transect B (n=10) montre quant à lui une grande variabilité avec des points très productifs et d'autres non. Dix points ont été échantillonnés

sur ce transect, certains où la végétation était plus dense et d'autres à proximité de marelles où il y avait peu de végétation. Le transect C (n=2) possède une dispersion plus modérée tandis qu'enfin, la biomasse du transect D (n=3) possède la plus faible dispersion.

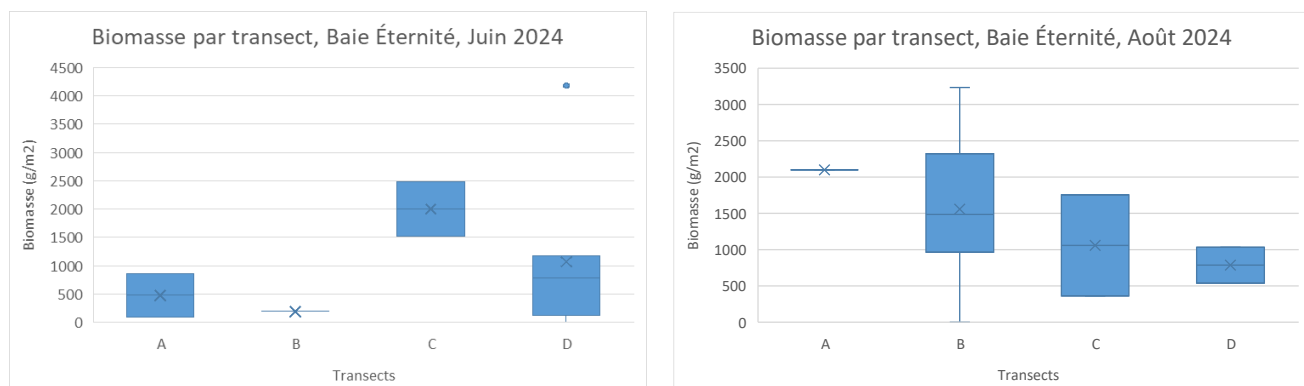


Figure 24. Comparaison de la biomasse par transects entre juin et août 2024 à la Baie Éternité

La Figure 25 illustre les résultats de la densité par mètre carré pour les mois de juin et d'août 2024 à la Baie Éternité. Étant donné la différence de localisation, les données sont peu comparables. Pour le mois de juin, le transect A (n=2) possède une moyenne de 1500 plants/m² et une faible dispersion. Le transect B (n=1) possède en revanche une densité assez faible, potentiellement causée par sa haute fréquentation touristique, augmentant ainsi le piétinement. Le transect C (n=2) possède la densité moyenne la plus élevée avec environ 4000 plants/m². Enfin, le transect D (n=6) possède des résultats de densité inférieurs au transect C avec une variabilité relativement faible.

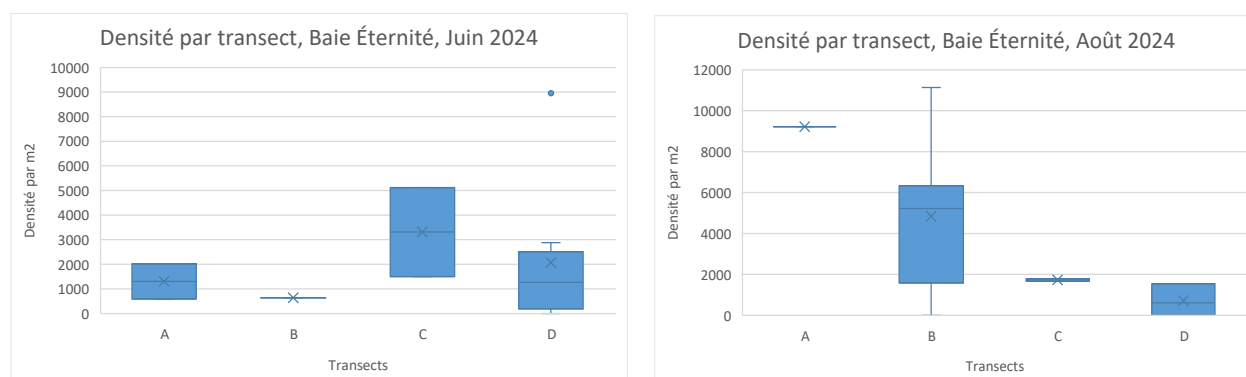


Figure 25. Comparaison de la densité par transects entre juin et août 2024 à la Baie Éternité.

9. Caractérisation géomorphologique

9.1. Méthodologies

Évolution historique de la côte

Une analyse de l'évolution historique de la côte a été réalisée à l'aide de plusieurs photographies aériennes disponibles sur le site Geoselec. L'évolution de la dynamique côtière du secteur nord (Figure 24) de l'anse Saint-Étienne, qui inclut donc la plage de l'anse au nord de la rivière, a donc

été analysé à partir d'image aérienne de 1994 et 2020. Le secteur a été divisé en stations de 50 m de longueur afin d'analyser plus en détail les types de mouvements. Il est à noter qu'il y a une marge d'erreur d'au maximum 2 m pour toutes les valeurs.

L'évolution de la dynamique côtière de l'anse Saint-Jean a quant à elle été réalisée entre 1994 et 2020 sur deux secteurs, soit le secteur nord (Figure 26) et sud (Figure 27). Ces secteurs ont ensuite été divisés en stations de 10 m de longueur afin d'analyser plus en détail les types de mouvements. Enfin, la Baie Éternité a également été divisée en deux secteurs, soit le secteur est (Figure 29) et le secteur ouest (Figure 30) qui ont été analysés avec les mêmes paramètres que l'anse Saint-Jean.

La photointerprétation de la dynamique côtière a été réalisée par le Comité ZIPSE avec l'extension Digital Shoreline Analysis System (DSAS) d'ArcGIS Pro et les valeurs ont été séparées en cinq classes soit : Érosion faible ($-0,2$ à $< -0,99$ m/an), Stable ($0,2$ à $-0,19$ m/an), Érosion élevée (-1 à $< -1,99$ m/an), Accumulation ($> 0,2$ m/an) et enfin Érosion très élevée (> -2 m/an).

Évolution surfacique

Une évolution surfacique des marais salés de l'anse Saint-Jean, l'anse Saint-Étienne et Baie Éternité a été réalisée afin de comparer la surface actuelle (2024) de celles passées (2015 pour la Baie Éternité, 2012 pour l'Anse Saint-Étienne et 2002 pour l'Anse Saint-Jean), toujours selon la disponibilité et la qualité des photographies aériennes. L'analyse contient ainsi une faible marge d'erreur en fonction de la qualité des images disponibles. La délimitation de la superficie végétale a été réalisée manuellement par photo-interprétation avec le logiciel QGIS 3.34.3 sans prendre en compte le niveau de densité de la végétation. Des polygones ont ainsi été créés afin de recouvrir les surfaces intertidales végétalisées dans le schorre inférieur. Un calcul de la surface des polygones à l'aide de la calculatrice de champ Qgis a ensuite été appliquée afin de calculer automatiquement la superficie des marais et l'outil de géotraitement «Différence» a été utilisé pour visualiser les zones de gain et perte de superficie dans ces marais côtiers.

Levés topographiques

L'acquisition des données topographique des trois sites caractérisés a été réalisée à l'aide d'un DGPS (Differential Global Positioning System), plus précisément un Emlid Reach RS2+. Différents levés topographiques perpendiculaires à la côte ont été réalisés à marée basse et ont été positionnés afin de croiser différents profils (présence de marelles, microfalaises, etc.) représentatifs des marais côtiers. Les points DGPS étaient également saisis à un pas régulier de 1 m ou lorsqu'une modification morphologique était rencontrée. Les résultats ont ensuite été superposés à un Modèle numérique de terrain (MNT) téléchargé à partir du site Forêt Ouverte du Gouvernement du Québec, et l'outil Profil tool du logiciel a également été utilisé afin de créer les profils.

Segmentation côtière

Une cartographie de la segmentation côtière a également été produite afin de déterminer les types de côtes, et ce, en notant la présence d'infrastructures de protection. Les types de côtes ont été définis selon les six grands types définis par la méthode écogéomorphologique (Houde-Poirier, Touchette et Bernatchez, 2018), puis la longueur des différents types de segments a été automatiquement calculée avec le logiciel Qgis.

9.2. Résultats

9.2.1. Évolution historique de la côte

Anse Saint-Étienne

Les Figure 24Figure 25 illustrent la dynamique côtière du secteur nord de l'anse Saint-Étienne. Les classes de mouvements sont associées à l'évolution totale entre 1994 et 2020. Par exemple, le plus long segment identifiant une forte érosion du côté sud a eu un recul moyen de -36,93 m correspondant à un recul de -1,42 m/an. Ainsi, par année, ce segment est considéré comme favorable à une restauration étant donné que le recul par année est inférieur à -2 m/an. Une année intermédiaire, soit 2012 dans ce cas-ci, a également été photo-interprétée et les résultats ont été pris intégrés aux résultats finaux.

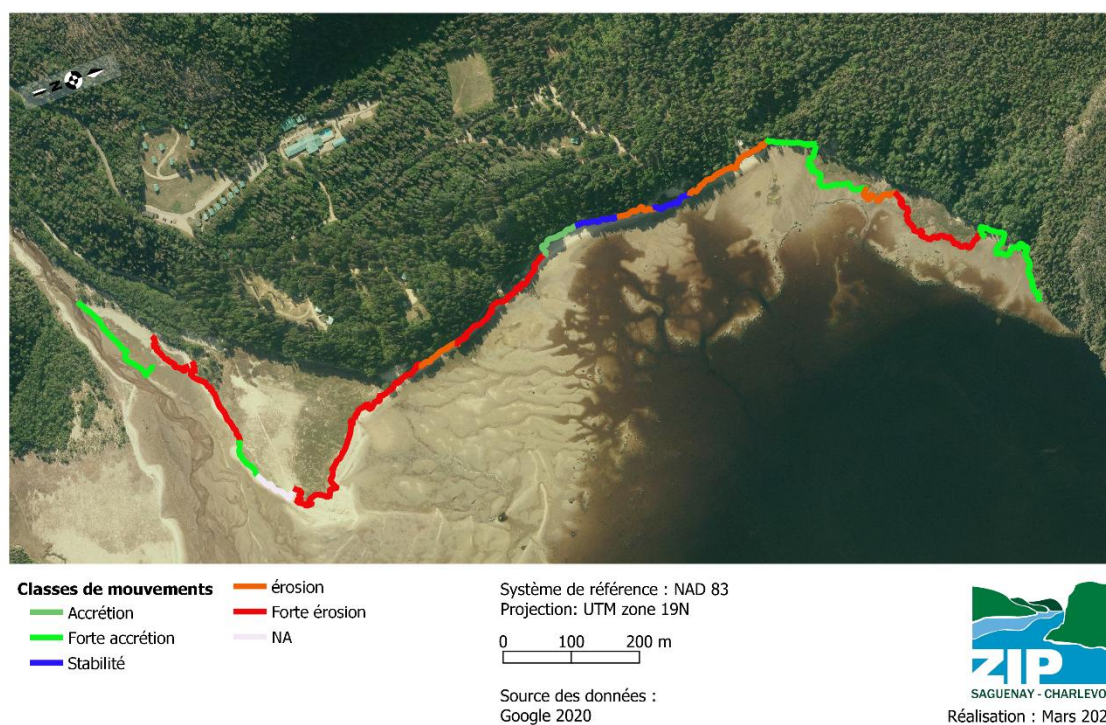


Figure 24. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Étienne Nord entre 1994 et 2020.

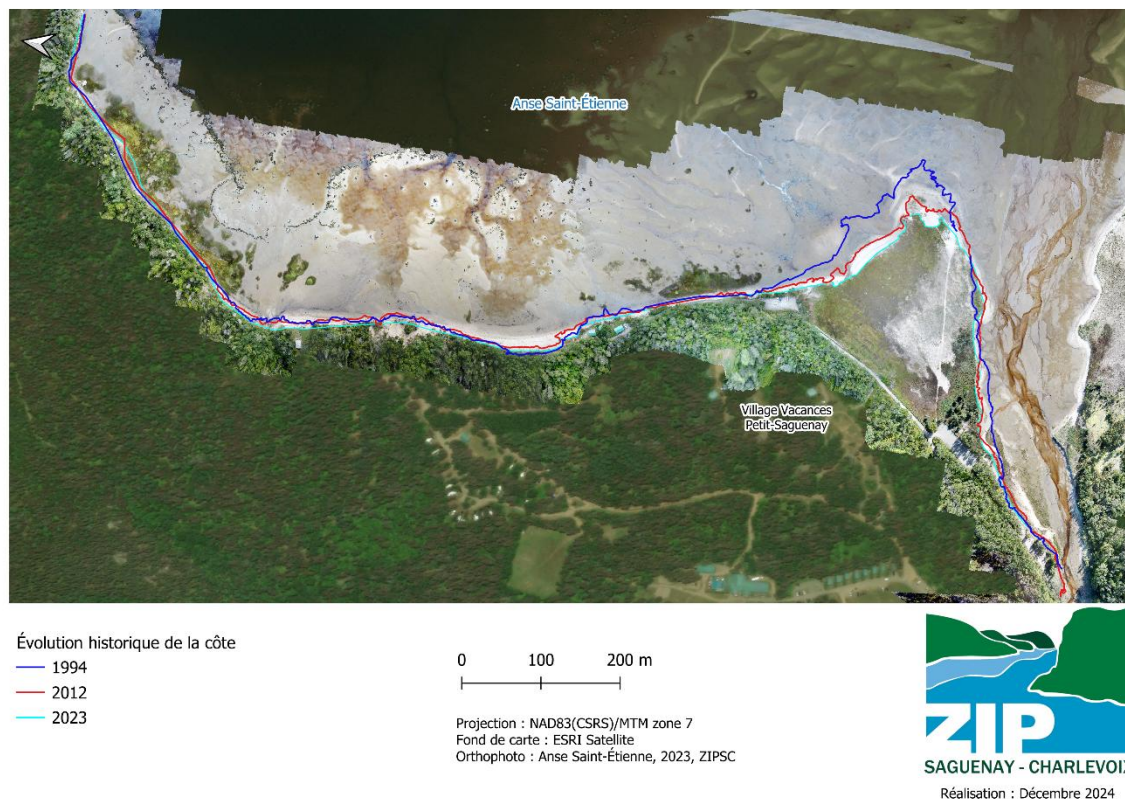


Figure 25. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Étienne Nord entre 1994, 2012 et 2023.

Le secteur nord possède 400 m de segments côtiers optimaux pour une restauration, 700 m sont favorables et 550 m sont non envisageables, et ce, sur un total de 1650 m de côte. Il y a quatre grands segments optimaux variant entre 50 m et 150 m. Il y a ensuite cinq segments favorables pour ce secteur avec des longueurs variant entre 50 m et 300 m. De plus, il n'y a que quatre segments respectivement de 100 m, 100 m, 150 m et 200 m considérés comme non envisageables.

Tableau 12. Longueur de côte optimale, favorable et non envisageable pour une restauration, par secteur et selon l'évolution historique de la côte.

Secteur	Longueur de côte (m)			
	Optimal	Favorable	Non envisageable	Total
	Érosion faible (-0,2 à < -0,99m/an)	Stable (0,2 à -0,19 m/an) Ou Érosion élevée (-1 à < -1,99 m/an)	Accumulation (> 0,2 m/an) Ou Érosion très élevée (> -2 m/an)	
Nord	400	700	550	1650
Total	400	700	550	1650

Anse Saint-Jean

Les Figure 26Figure 27Figure 28 illustrent la dynamique côtière des secteurs nord et sud de l'anse Saint-Jean, respectivement. Les classes de mouvements sont associées à l'évolution totale entre 1994 et 2020. Par exemple, le plus long segment identifiant une forte érosion du côté nord a eu un recul moyen de 8,15 m correspondant à un recul de 0,99 m/an. Une année intermédiaire, soit 2002 dans ce cas-ci, a également été photo-interprétée et les résultats ont été intégrés aux résultats finaux.

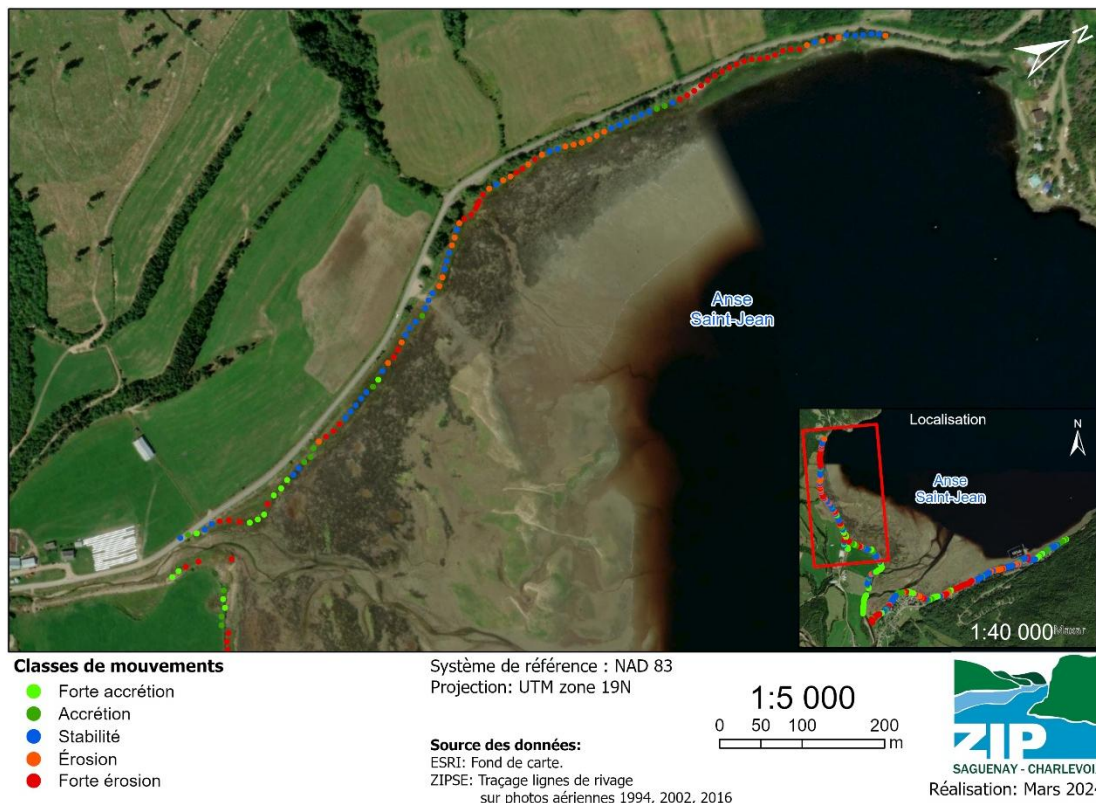


Figure 26. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Jean Nord entre 1994 et 2020.

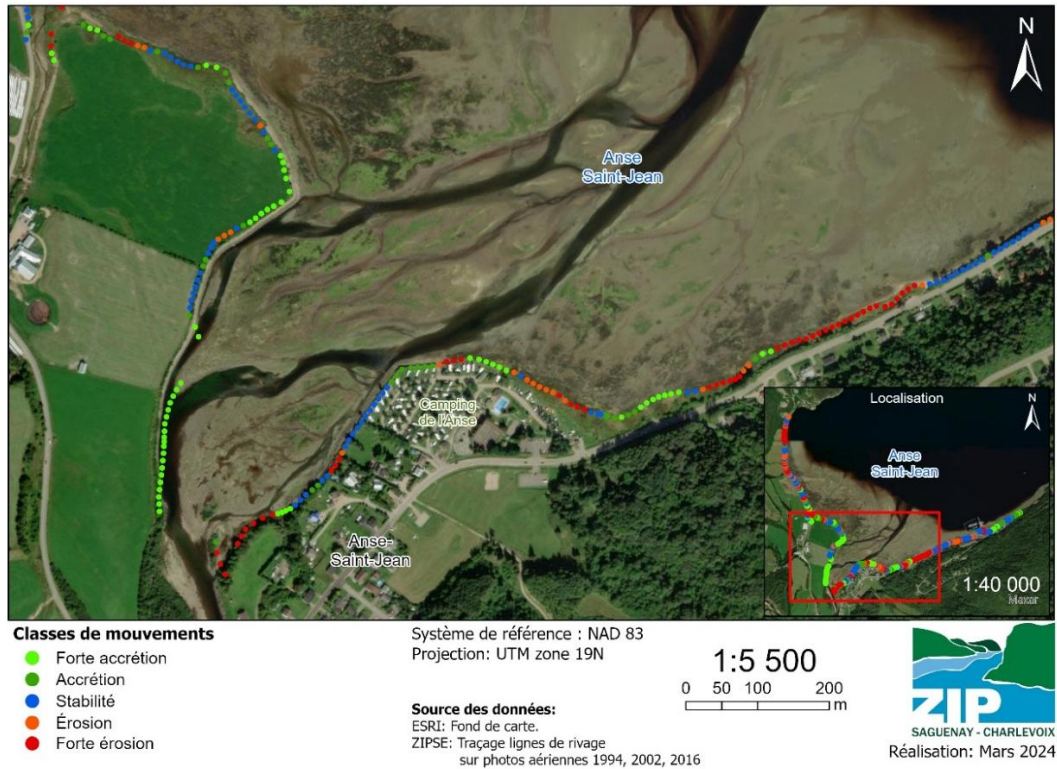


Figure 27. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Jean Sud entre 1994 et 2020.

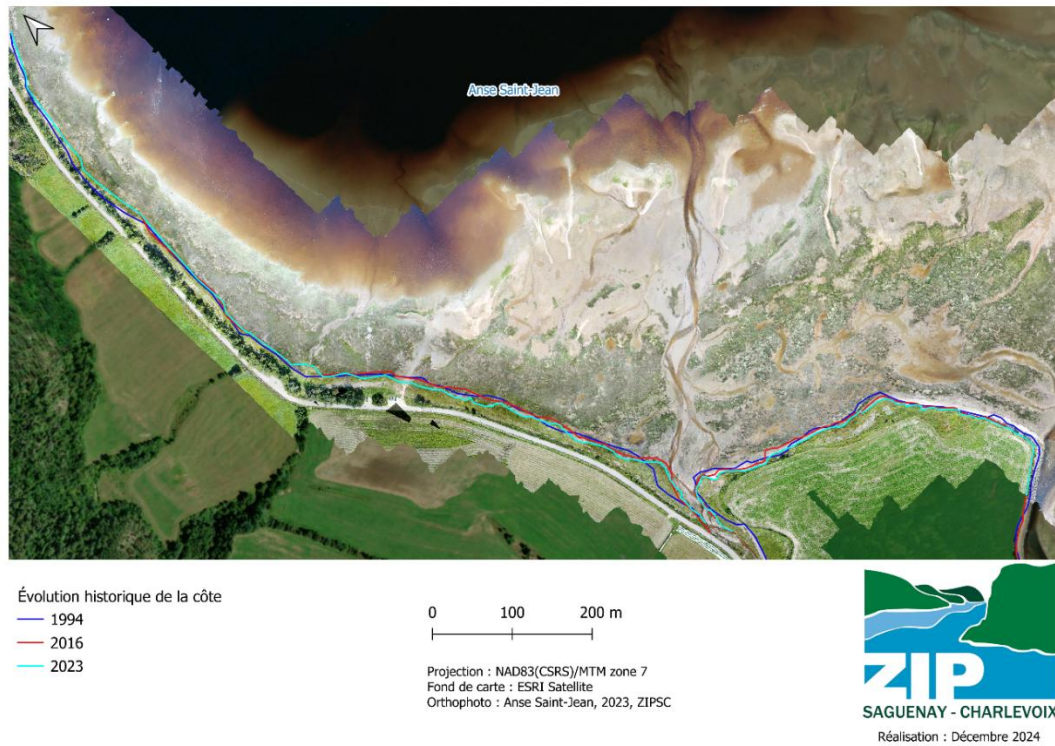


Figure 28. Évolution de la zone côtière de l'anse Saint-Jean Sud entre 1994, 2016 et 2023.

Sur un total de 1120 m de côte pour le secteur nord, 270 m sont considérés optimaux pour une restauration où les segments du site connaissent une érosion faible, tandis que 770 m sont favorables où les segments du site sont stables ou connaissent une érosion élevée. Seulement 80 m sont non-envisageables pour une restauration en raison d'une accumulation supérieure à 0,2 m par année ou encore en raison d'une érosion trop élevée. Pour le secteur sud, 260 m de côte sont optimal, 1060 m sont favorables et 580 m sont non envisageables, et ce, pour un total de 1900 m analysés.

Du côté nord, les longueurs des segments optimaux varient entre 10 m et 60 m, la moyenne étant de 25 m ; la longueur des segments favorables varie entre 10 m et 150 m, la moyenne étant de 45 m. La longueur du segment où la restauration n'est pas envisageable varie entre 10 et 30 m, la moyenne étant de 20 m. Enfin, la longueur des segments optimaux du secteur sud varie entre 10 m et 60 m avec une moyenne de 26 m ; la longueur des segments favorables varie entre 10 et 210 m avec une moyenne de 55 m et enfin, la longueur des segments non envisageables varie entre 10 et 200 m, la moyenne étant de 45 m.

Tableau 13. Longueur de côte optimale, favorable et non envisageable pour une restauration, par secteur.

Secteur	Longueur de côte (m)			
	Optimal	Favorable	Non envisageable	Total
	Érosion faible (-0,2 à < -0,99m/an)	Stable (0,2 à -0,19 m/an) Ou Érosion élevée (-1 à < -1,99 m/an)	Accumulation (> 0,2 m/an) Ou Érosion très élevée (> -2 m/an)	
Nord	270	770	80	1120
Sud	260	1060	580	1900
Total	530	1830	660	3020

Baie Éternité

Les Figure 29Figure 30Figure 31 illustrent la dynamique côtière du secteur est et ouest de la baie Éternité, respectivement. Les classes de mouvements sont associées à l'évolution totale entre 1994 et 2020. Par exemple, le plus long segment identifiant une forte érosion a eu un recul de -10,58 m entre 1994 et 2020 pour une moyenne de -0,5 m/an. Une année intermédiaire, soit 2015 dans ce cas-ci, a également été photo-interprétée et les résultats ont été intégrés aux résultats finaux.

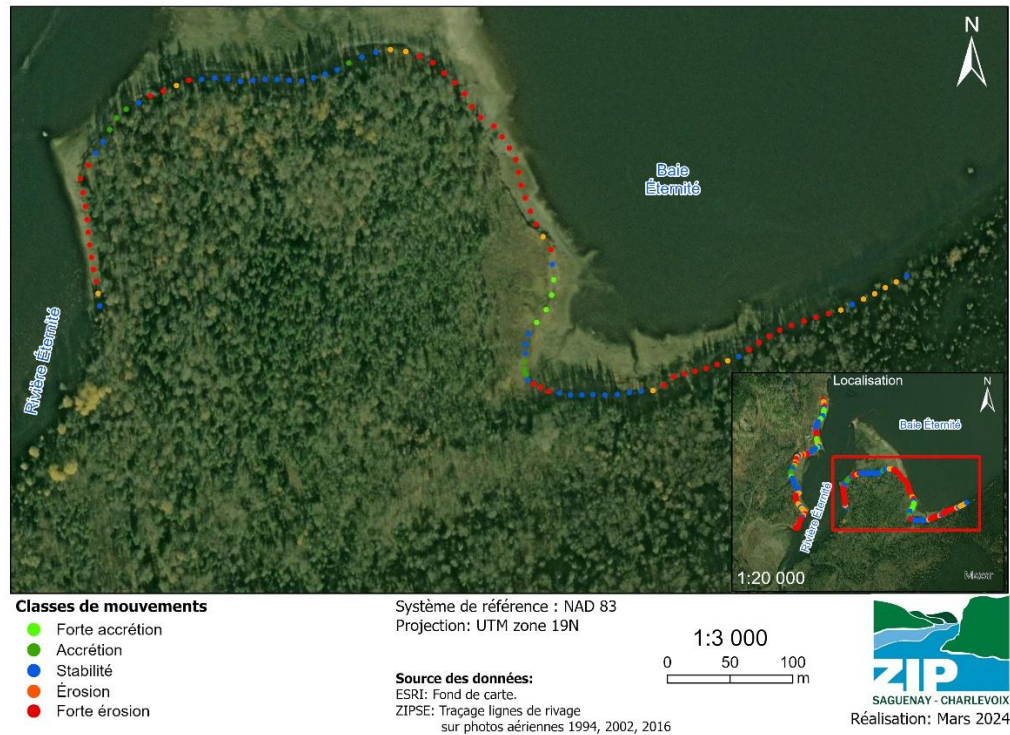


Figure 29. Évolution de la zone côtière de la baie Éternité est entre 1994 et 2020.

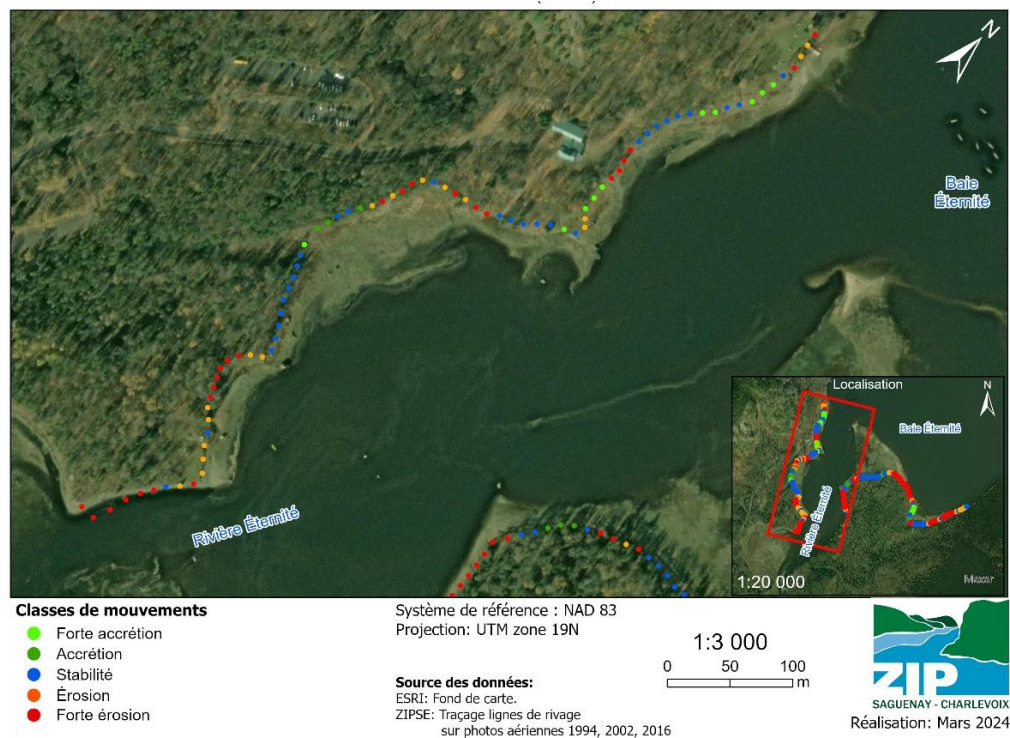


Figure 30. Évolution de la zone côtière de la baie Éternité ouest entre 1994 et 2020.

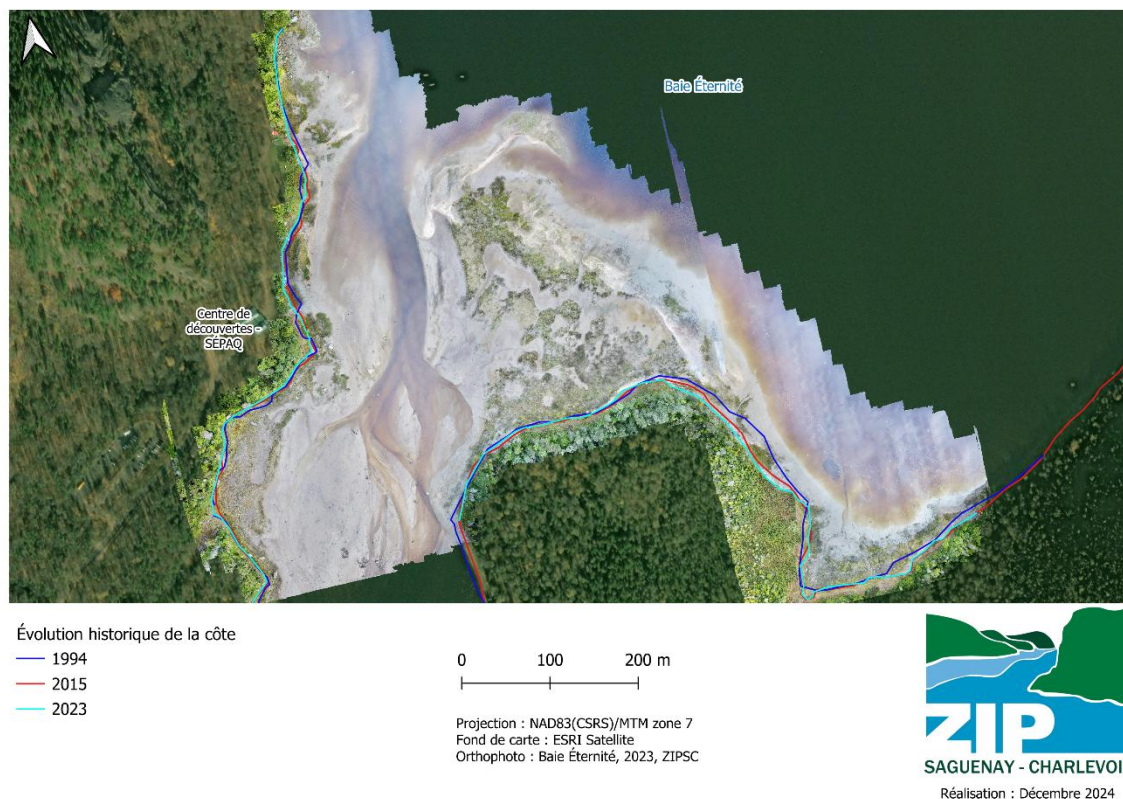


Figure 31. Évolution de la zone côtière de la Baie Éternité Ouest entre 1994, 2015 et 2023.

Sur un total de 840 m de côte pour le secteur est de la baie Éternité, 190 m sont optimaux pour une restauration où les segments du site connaissent une érosion faible, tandis que 550 m sont favorables où les segments du site sont stables ou connaissent une érosion élevée. Seulement 100 m sont non-envisageables pour une restauration en raison d’une accumulation supérieure à 0,2 m par année ou encore en raison d’une érosion trop élevée. Pour le secteur ouest, 470 m de segments sont optimaux pour une restauration, 550 m sont favorables et seulement 30 m sont non envisageables, et ce, sur un total de 1050 m de côte.

Du côté est, la longueur des segments optimaux varie entre 10 m et 100 m, la moyenne étant de 50 m ; la longueur des segments favorables varie entre 10 m et 150 m, la moyenne étant également de 50 m. La longueur du segment où la restauration n’est pas envisageable est de 30 m. Du côté ouest, la longueur des segments optimaux varie entre 10 m et 60 m, la moyenne étant de 20 m ; la longueur des segments favorables varie 10 m et 110 m avec une moyenne de 40 m est enfin, la longueur des segments non envisageable varie entre 10 m et 30 m avec une moyenne de 20 m.

Tableau 14. Longueur de côte optimale, favorable et non envisageable pour une restauration, par secteur.

Secteur	Longueur de côte (m)			
	Optimal	Favorable	Non envisageable	Total

	Érosion faible (-0,2 à < -0,99m/an)	Stable (0,2 à -0,19 m/an) Ou Érosion élevée (-1 à < -1,99 m/an)	Accumulation (> 0,2 m/an) Ou Érosion très élevée (> -2 m/an)	
Est	190	550	100	840
Ouest	470	550	30	1050
Total	660	1100	130	1890

9.2.2. Évolution surfacique

Anse Saint-Étienne

L'analyse de l'évolution surfacique du marais de l'anse Saint-Étienne a été réalisée avec une orthophoto de 2024 prise en drone par l'équipe du PMSSL et une image aérienne de 2012 provenant du site d'imageries satellitaires Geoselec. En général, le marais a connu un plus grand gain (10 022,28 m²) de superficie que de perte (743,81 m²). Le marais aurait ainsi connu une augmentation de 9278,47 m² (9,28 ha) depuis 2012. Au fil du temps, les tals de spartine alterniflore (*spartina alterniflora*) se sont rejointes pour former un recouvrement continu et le marais a ainsi pris de l'expansion aussi bien parallèlement à la côte que perpendiculairement près des infrastructures du Village Vacances Petit-Saguenay. Il y a aujourd'hui de nouvelles petites tals ainsi qu'un recouvrement de très faible densité également dans ce secteur.

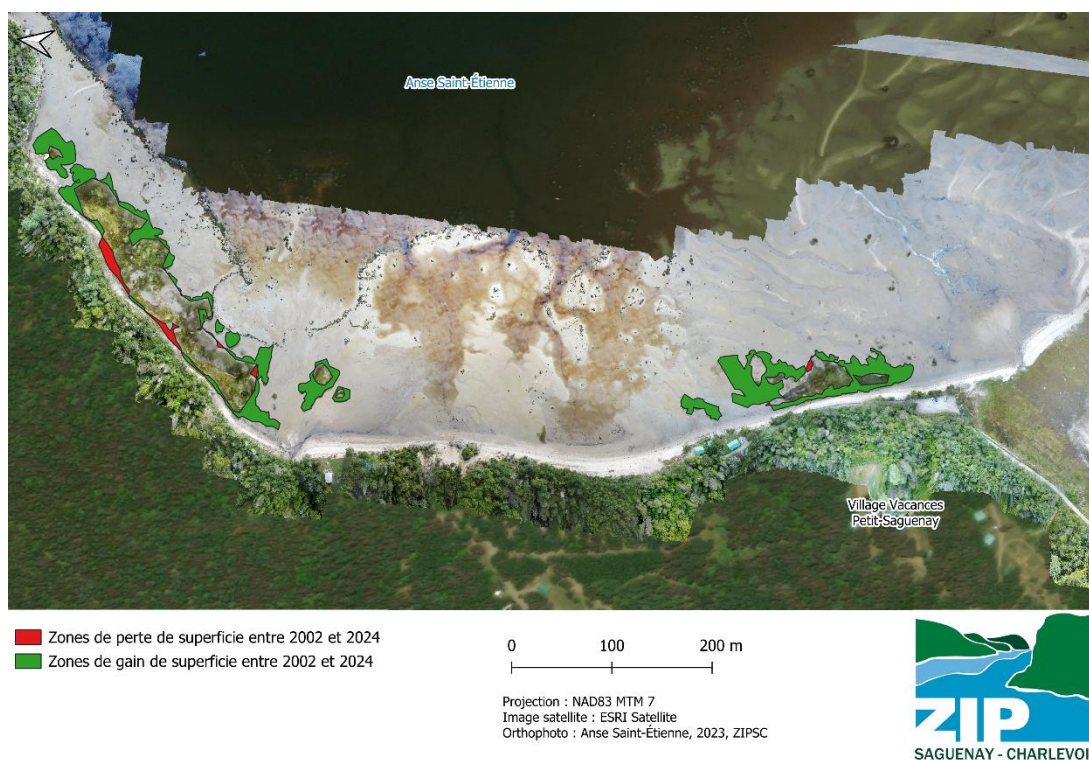


Figure 32. Évolution de la superficie du schorre inférieur du marais de l'Anse Saint-Étienne entre 2012 et 2024.

Anse Saint-Jean

L'analyse de l'évolution surfacique du marais de l'anse Saint-Jean a été réalisée avec une orthophoto de 2024 prise en drone par l'équipe du Comité ZIPSC et une image aérienne de 2002 provenant du site d'imageries satellitaires Geoselec. En général, le marais a connu un plus grand gain ($39\,974,54\text{ m}^2$) de superficie que de perte ($21\,896,77\text{ m}^2$). Le marais aurait ainsi connu une augmentation de $18\,077,77\text{ m}^2$ (18,08 ha) depuis 2002. Les gains observés dans le schorre inférieur se sont parfois faits au détriment du schorre supérieur, dont la limite a reculé à plusieurs endroits. Certaines zones du marais présentent un pourcentage de perte de superficie plus élevé, par exemple la zone nord du marais, tandis que d'autres ont vu une importante colonisation végétale s'y établir dont notamment la zone près de l'embouchure de la rivière (Figure 33).

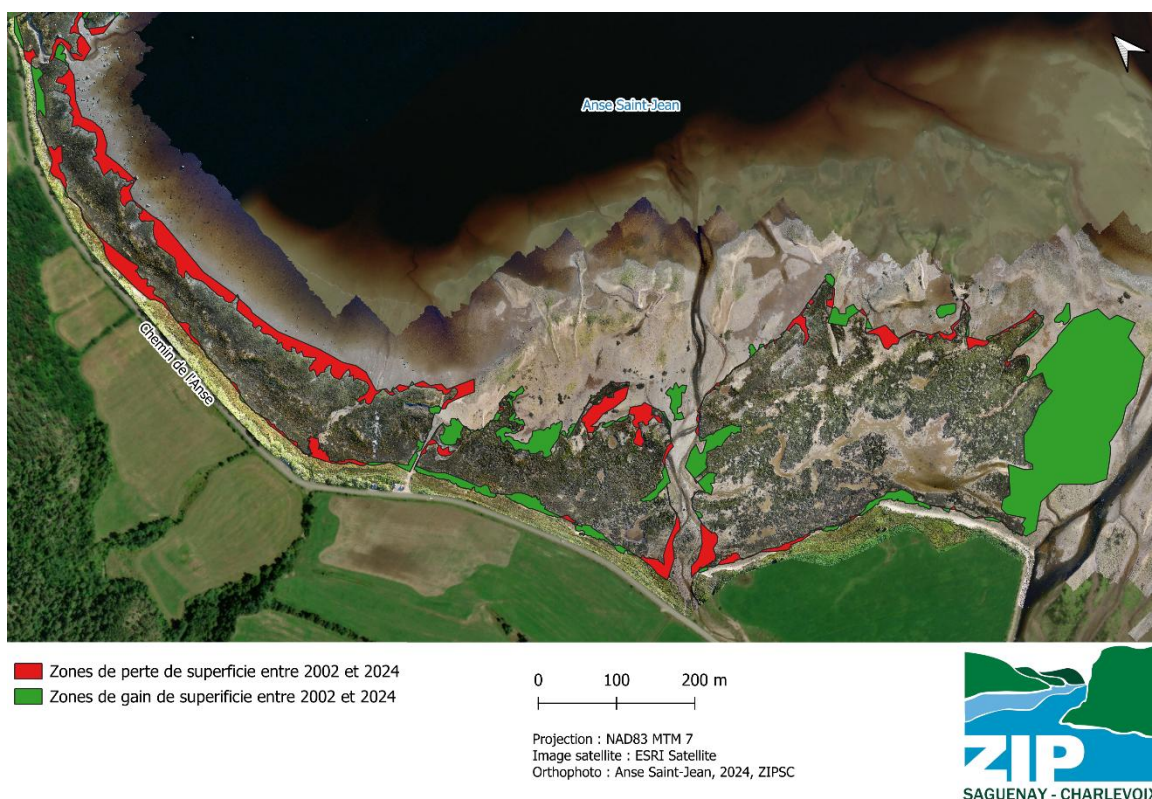


Figure 33. Évolution de la superficie du schorre inférieur du marais de l'Anse Saint-Jean entre 2002 et 2024.

Baie Éternité

L'analyse de l'évolution surfacique du marais de la Baie Éternité a été réalisée avec une orthophoto de 2024 prise en drone par l'équipe du PMSSL et une image aérienne de 2015 provenant du site d'imageries satellitaires Geoselec. En général, le marais a connu une plus grande perte ($23\,185,38\text{ m}^2$) de superficie que de gains ($6\,952,26\text{ m}^2$). Le marais aurait ainsi connu une diminution de $16\,233,12\text{ m}^2$ (16,23 ha) depuis 2015. Le secteur du marais le plus à l'est est assez dynamique, ce qui peut être une cause de cette perte de superficie. En ce qui concerne le plus grand secteur du marais, plusieurs marelles et chenaux fragmentent la végétation. Ce sont notamment pour ces

raisons que la restauration des secteurs ne sont pas propices à la transplantation de spartine alterniflore malgré la perte de superficie du marais.

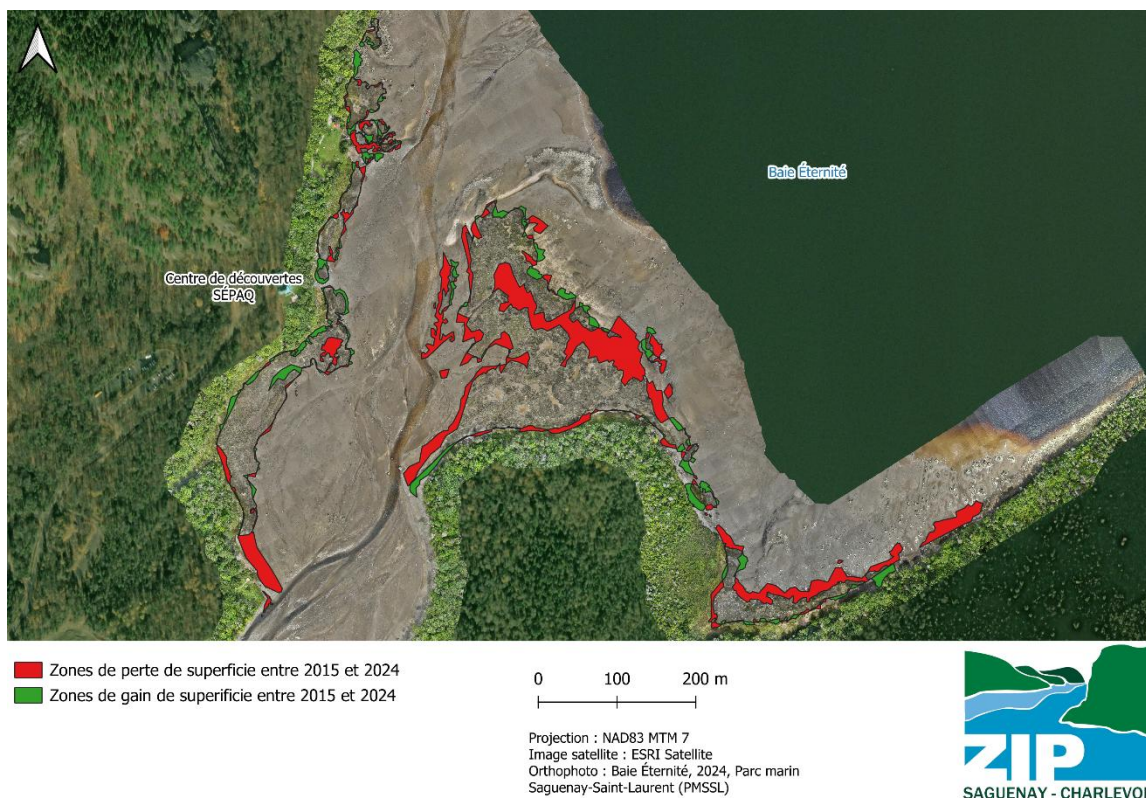


Figure 34. Évolution de la superficie du schorre inférieur du marais de la Baie Éternité, entre 2015 et 2024.

9.2.3. Type de côte

Anse Saint-Étienne

Sur les 1880,8 m de côte du secteur nord de l'anse Saint-Étienne, il y a 175,88 m de côte possédant un enrochement majoritairement en bon état. Le plus petit segment correspond à un enrochement déconstruit. La côte à marais, calculée entre le schorre supérieur et inférieur lorsque possible, possède une longueur totale de 949,08 m. Il y a enfin 650,48 m de falaise meuble et 105,36 m de falaise rocheuse (Figure 35).



Figure 35. Analyse du type de côte de l'Anse Saint-Étienne, 2023.

Anse Saint-Jean

Sur les 2066,4 m de côte du secteur nord de l'anse Saint-Jean, il y a 242,29 m de côte possédant un enrochement en bon état. Celui-ci se trouve à l'embouchure de la rivière ainsi que devant les résidences au nord du marais. Une falaise rocheuse prolonge cet enrochement de 58,75 m. Enfin, la côte à marais, calculée entre le schorre supérieur et inférieur lorsque possible, possède quant à elle une longueur totale de 1765,36 m (Figure 36).

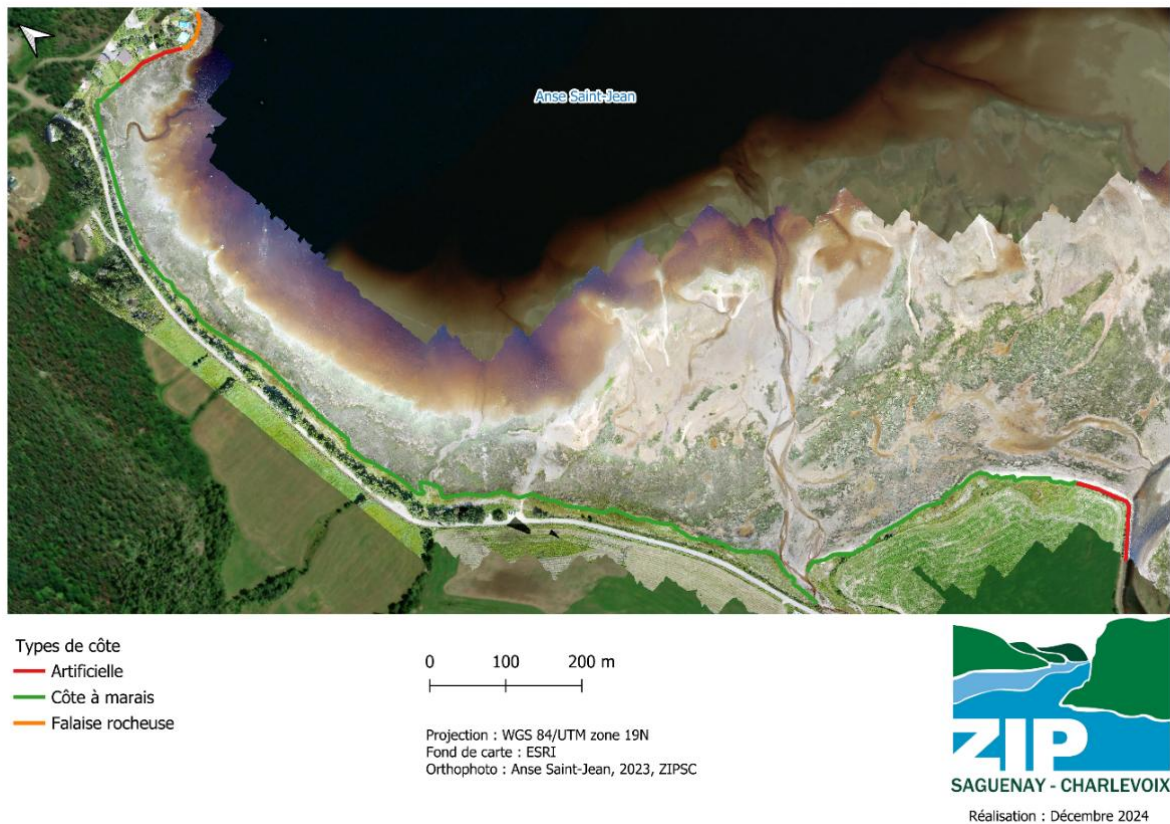


Figure 36. Analyse du type de côte de l'Anse Saint-Jean, 2024.

Baie Éternité

Sur les 1611,57 m de côte du secteur de la Baie Éternité, il y a 78,22 m de côte possédant un enrochement relativement en bon état ainsi qu'un quai appartenant à la SÉPAQ pour le déplacement d'embarcations. La côte à marais, calculée entre le schorre supérieur et inférieur lorsque possible, possède quant à elle une longueur totale de 1533,35 m (Figure 37).



Figure 37. Analyse du type de côte de la Baie Éternité, 2023.

9.2.4. Levés topographiques

Les levés topographiques ont permis de mieux évaluer les zones potentielles de restauration de l'anse Saint-Étienne, de l'anse Saint-Jean et de la Baie Éternité. La longueur des transects variait entre 32 et 400 m selon le site afin d'avoir des données du schorre supérieur, si présent, jusqu'à un peu plus loin que le début de la slikke. Les données d'élévation de terrain se situent quant à elles entre -1 et 4 m.

Anse Saint-Étienne

La Figure 38 montre la localisation des quatre profils (A, B, C et D) du marais côtier de l'anse Saint-Étienne tandis que la Figure 39 illustrent la topographie de ces profils. On peut observer une nette différence entre la topographie relativement plate du profil A et la pente plus forte et régulière du profil C. La comparaison entre les profils permet donc de mieux comprendre la dispersion de la spartine alterniflore et choisir les zones les plus favorables à son établissement. Le profil A et B, non loin de l'autre, partagent quant à eux un profil similaire. La présence quoique peu dense de spartine alterniflore dans le profil B laisse donc croire à une zone potentielle de transplantation.

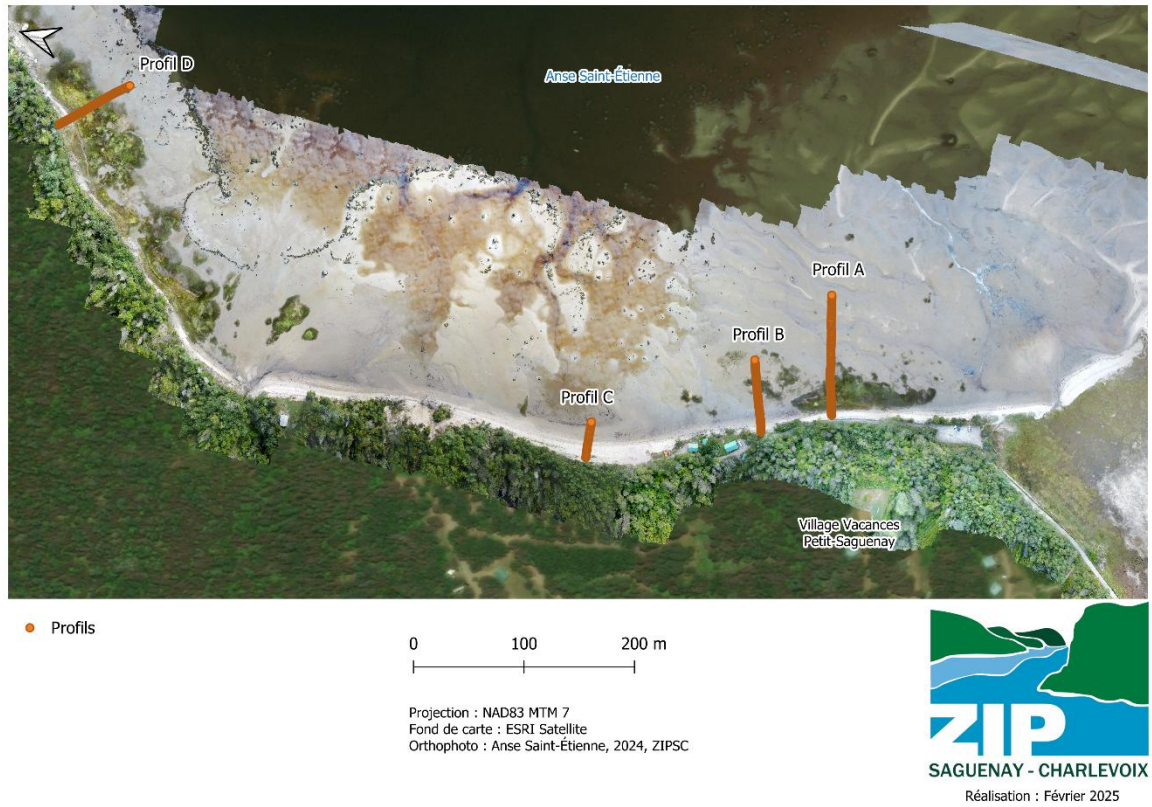
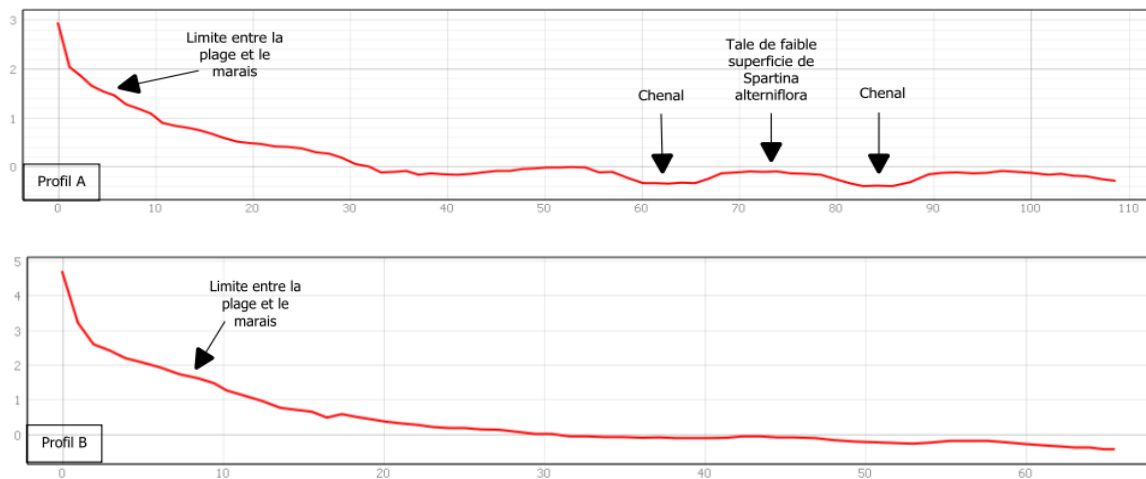


Figure 38. Localisation des transects pour la réalisation des profils de plage à l'aide de données d'altitude à l'Anse Saint-Étienne, 2024.



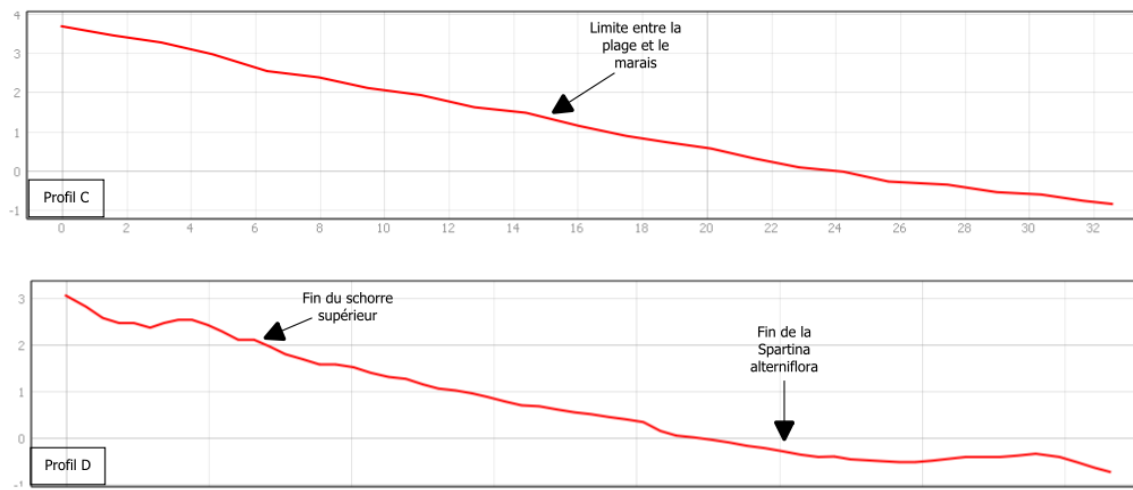


Figure 39. Différents types de profils de plage (A, B, C et D) à l'Anse Saint-Étienne, 2024.

Anse Saint-Jean

La Figure 40 montre quant à elle la localisation des quatre profils (A, B, C et D) du marais côtier de l'anse Saint-Jean tandis que la Figure 41 illustre la topographie de ces profils. Contrairement à l'anse Saint-Étienne, la topographie de l'anse Saint-Jean est relativement plate et parsemée de marelle. Une microfalaise délimite également la fin du schorre supérieur et le début du schorre inférieur. La topographie du marais semble donc être favorable à l'implantation de la végétation.

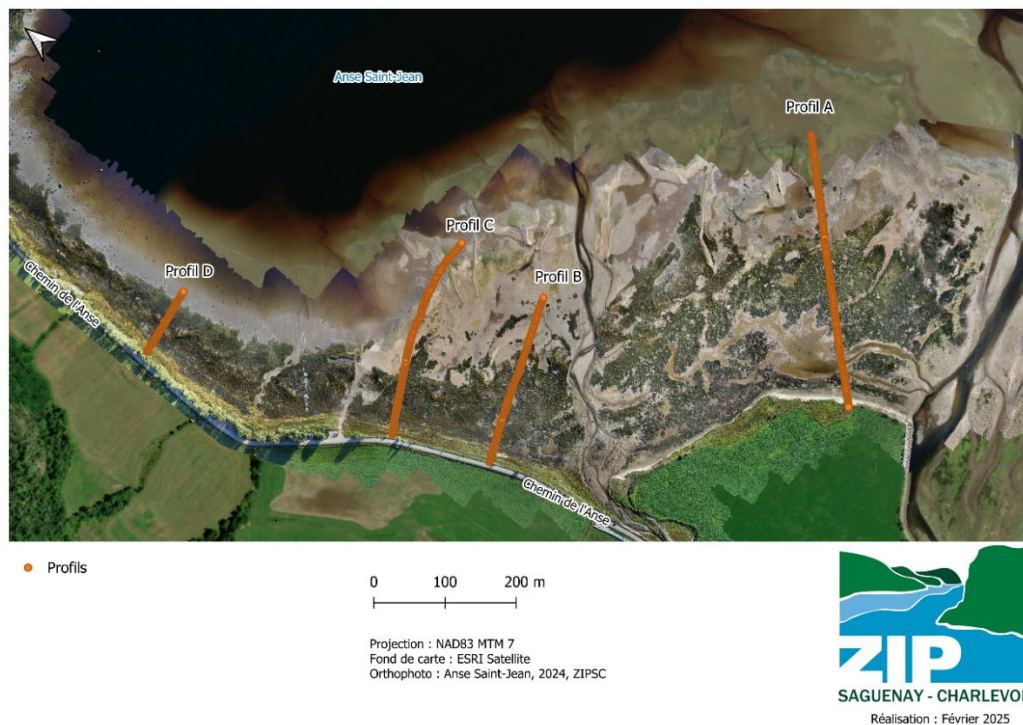


Figure 40. Localisation des transects pour la réalisation des profils de plage à l'aide de données d'altitude à l'Anse Saint-Jean, 2024.

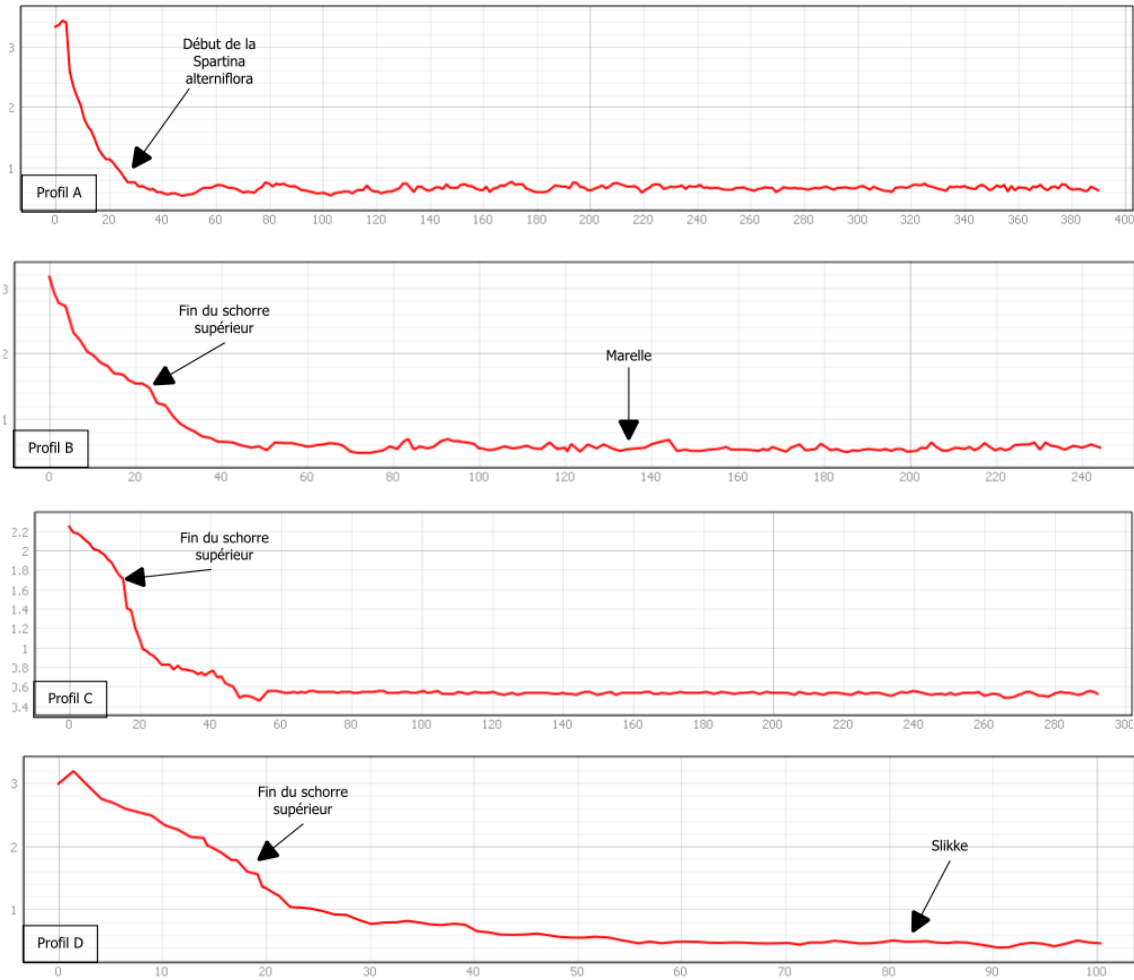


Figure 41. Différents types de profils de plage (A, B, C et D) à l'Anse Saint-Jean, 2024.

Baie Éternité

La Figure 42 montre la localisation des trois profils (A, B et C) du marais côtier de la Baie Éternité tandis que la Figure 43 illustre la topographie de ces profils. La Baie Éternité possède une diversité de profils topographiques. Le profil A débute avec une microfalaise entre le schorre supérieur et inférieur pour ensuite être parsemé de petits chenaux et marelles. La topographie, relativement plate, se retrouve donc avec des dépressions et des élévations. Le profil présente quant à lui une dépression en forme de soucoupe. Celle-ci nuit à l'implantation de la végétation étant donné l'accumulation d'eau parfois présente. Finalement, le profil C débute également avec un schorre supérieur et la pente s'adoucit progressivement. La spartine alterniflore est présente jusqu'à la slikke.

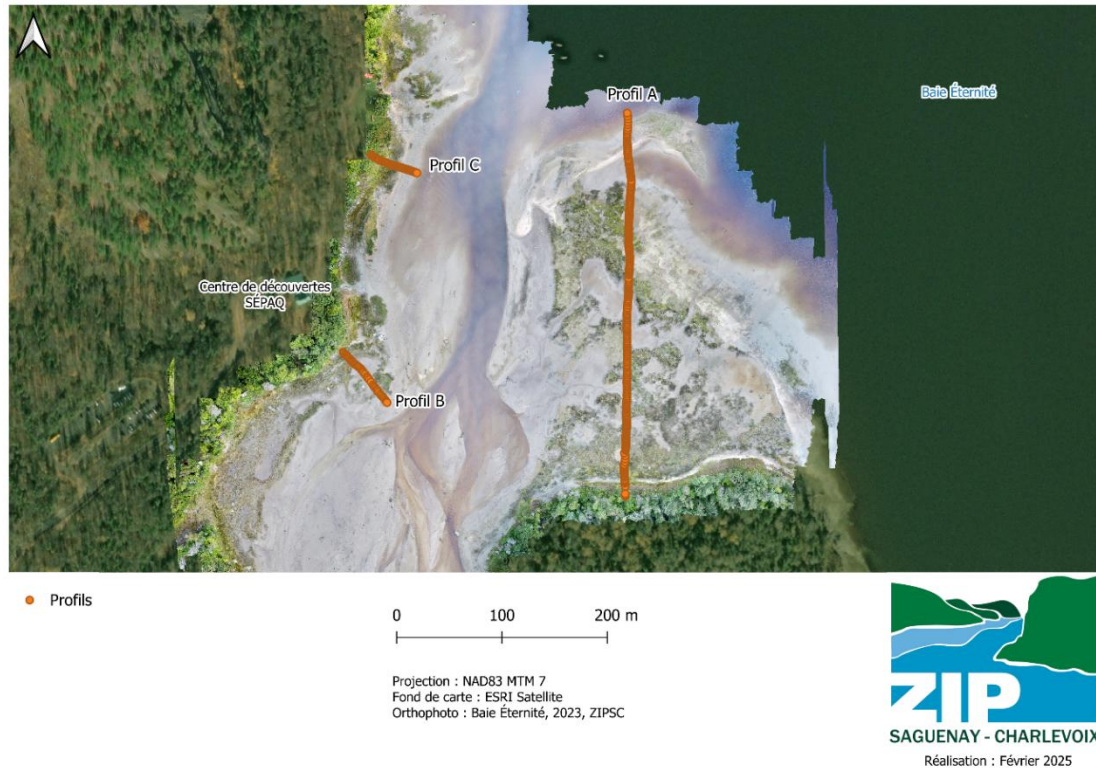


Figure 42. Localisation des transects pour la réalisation des profils de plage à l'aide de données d'altitude à la Baie Éternité, 2024.

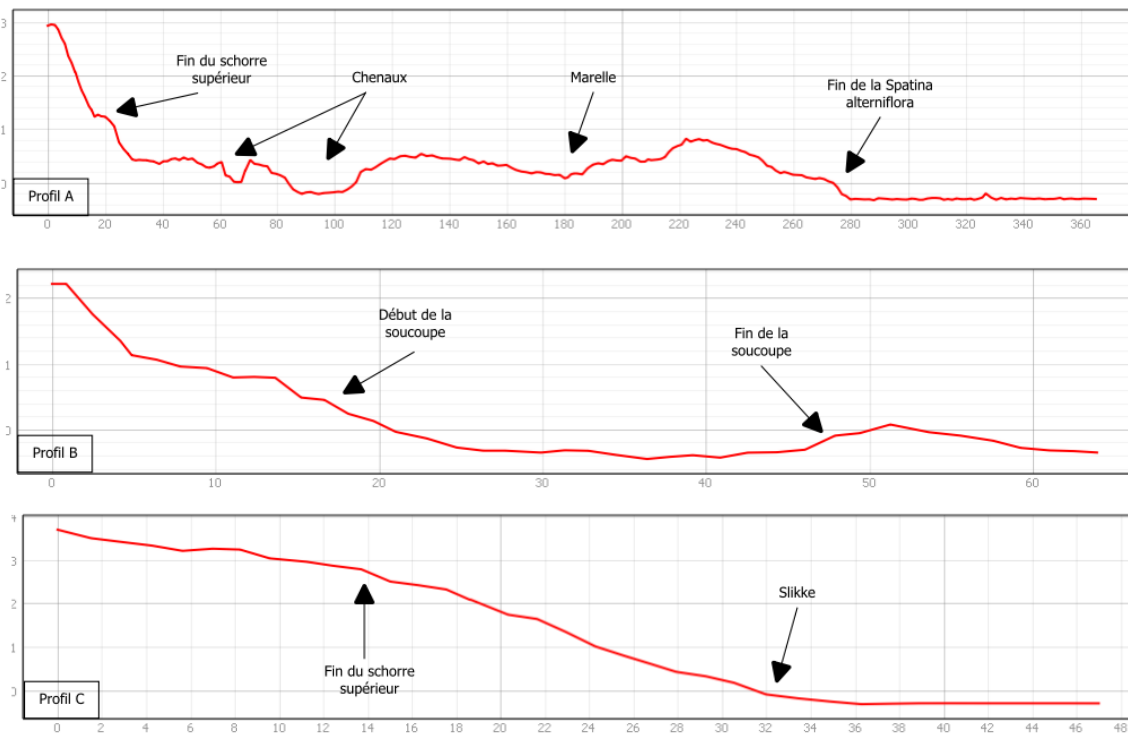


Figure 43. Différents types de profils de plage (A, B et C) à la Baie Éternité, 2024.

10. Paramètres physico-chimiques (stations de mouillage)



Figure 44. Station de mouillage et emplacement des différentes sondes.

Une station de mouillage munie de sondes paramétriques de la marque HOBO a été installée dans chacun des trois marais. Celles-ci récoltaient des données aux 15 minutes de la fin juillet au début de septembre 2024 (Figure 45). Le mouillage était formé d'une tige de métal et d'une tige en PVC perpendiculaire. La tige de métal était enfoncée suffisamment profondément afin de résister aux vagues et aux cycles de marées tout en s'assurant que la tige perpendiculaire soit au ras du sol. La station était également identifiée par une bouée flottante. Un capteur de pression/hauteur d'eau et un capteur de conductivité/salinité étaient ainsi installés sur la tige perpendiculaire, plus près du substrat et parallèlement au sol. Deux capteurs de lumière/température étaient installés par station : le premier placé le plus près du substrat et le second à une hauteur d'environ un mètre du substrat (Figure 44). L'objectif de ces stations était de récolter des données sur les sites, mais également de pouvoir les

comparer entre elles afin de trouver des bancs donneurs et receveurs compatibles, si l'option d'un banc donneur et receveur dans un même marais n'était pas possible. Les données récoltées ont par la suite été traitées à l'aide du logiciel HoboWare pour en exporter des diagrammes.

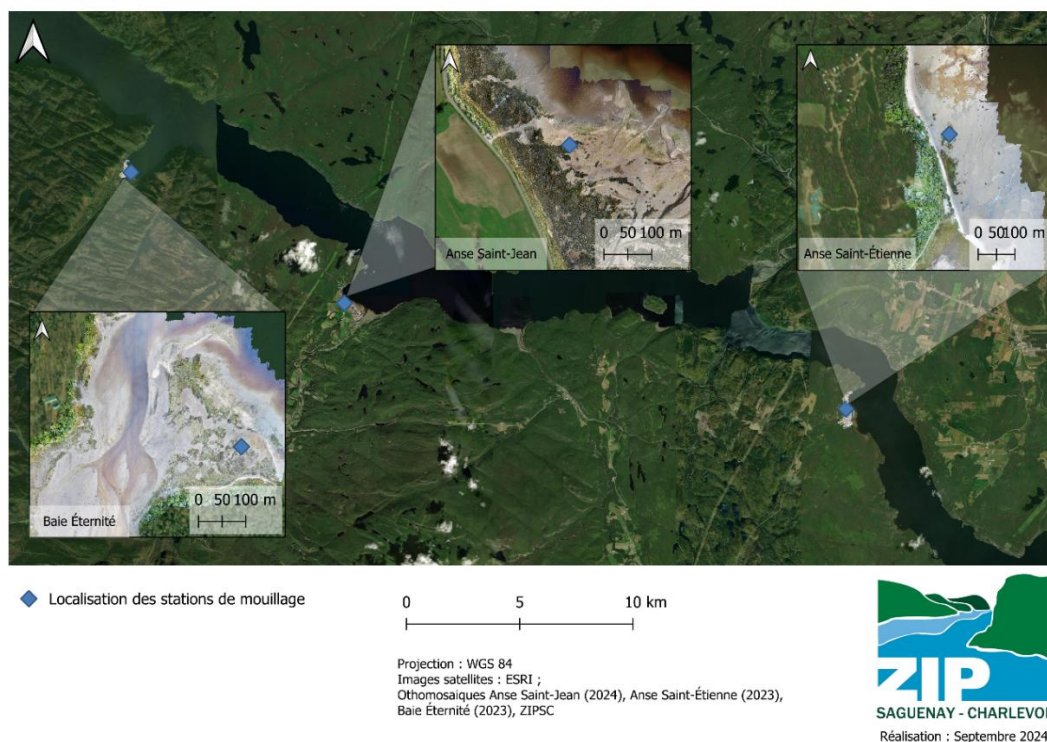


Figure 45. Localisation des stations de mouillage à l'Anse Saint-Jean, l'Anse Saint-Étienne et la Baie Éternité, 2024.

10.1. Salinité

Une sonde était installée au plus bas de chaque station de mouillage afin de capter le taux de salinité (ppt). Les graphiques suivants présentent les résultats de la variation de salinité pendant la saison estivale à l'anse Saint-Jean, à l'anse Saint-Étienne et à la Baie Éternité. Il est également à noter que la sonde n'était pas immergée lors des marées basses, expliquant les valeurs nulles.

Ainsi, la sonde de salinité de l'anse Saint-Jean montre un maximum de salinité de 17,22 ppt entre le 24 juillet et le 10 septembre 2024, avec une moyenne des valeurs maximales de 12,27 ppt (Figure 46).

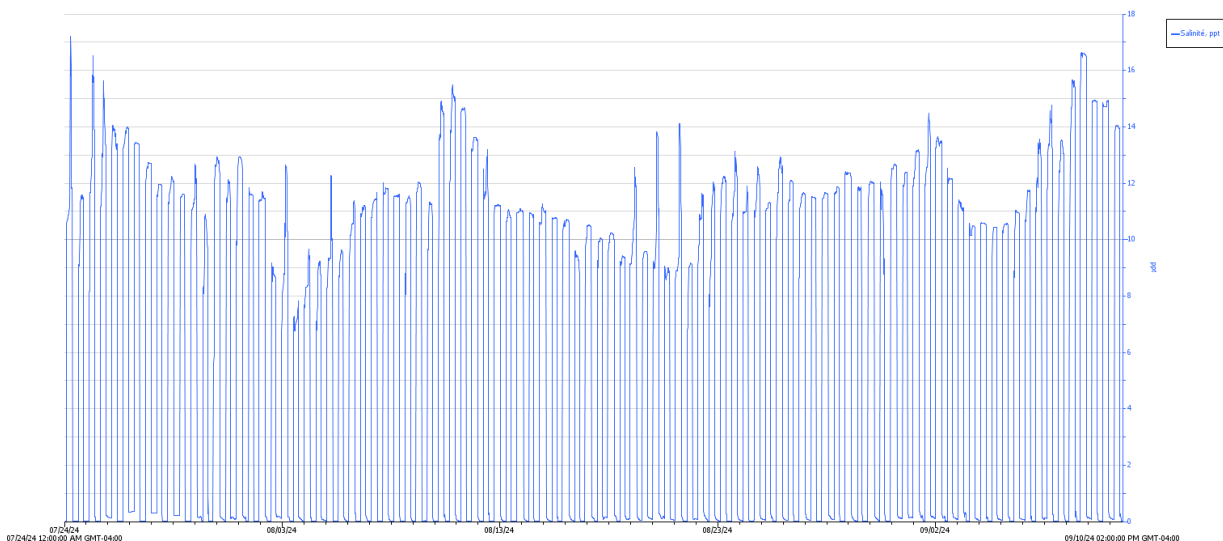


Figure 46. Variation du niveau de salinité (ppt) à l'Anse Saint-Jean entre le 24 juillet et le 10 septembre 2024.

La sonde de salinité de l'anse Saint-Étienne montre quant à elle un maximum de salinité de 25,34 ppt du 25 juillet au 9 septembre 2024 avec une moyenne des valeurs maximales de 17,51 ppt (Figure 47).

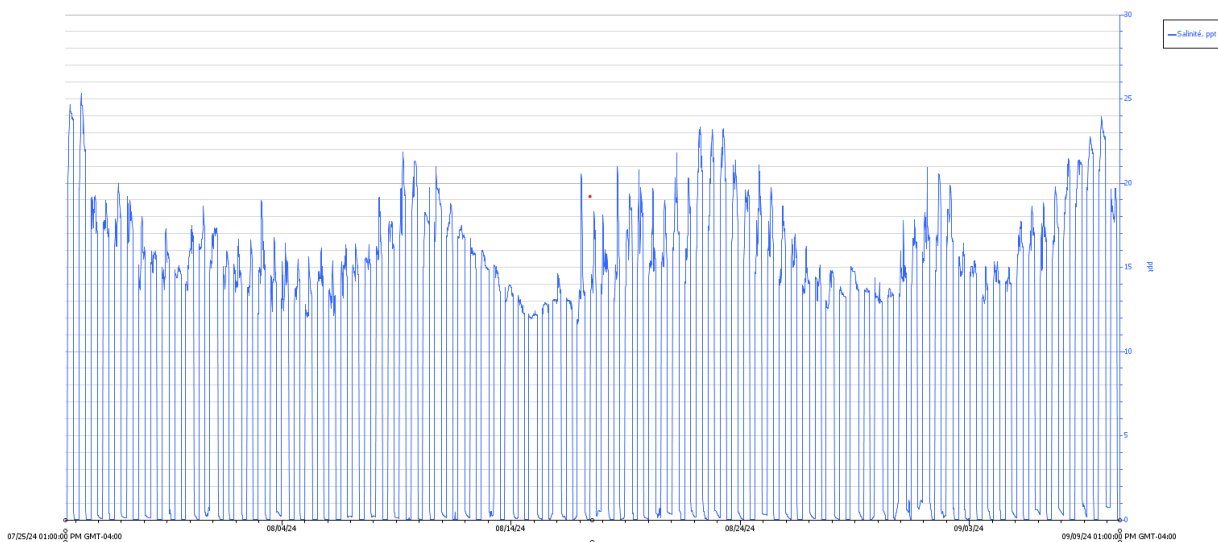


Figure 47. Variation du niveau de salinité (ppt) à l'Anse Saint-Étienne entre le 25 juillet et le 9 septembre 2024.

La sonde de salinité de la Baie Éternité montre enfin un maximum de salinité de 12,6 ppt du 26 juillet au 11 septembre avec une moyenne des valeurs maximales de 7,94 ppt (Figure 48). Ces résultats peuvent s'expliquer par la proximité de la station avec le lit de la rivière Éternité et donc l'influence d'un apport local en eau douce. Toutefois, la station était peut-être trop près du schorre supérieur du marais, faisant en sorte que la sonde n'était pas toujours immergée, ou du moins pas pendant de longues périodes du cycle de la marée.

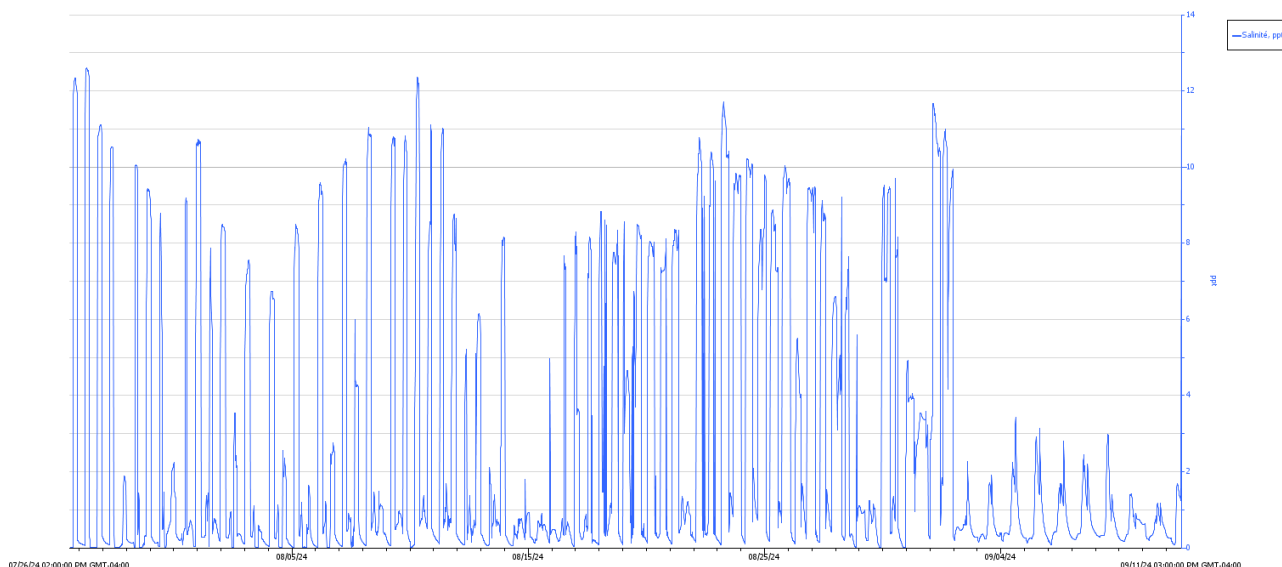


Figure 48. Variation du niveau de salinité (ppt) à la Baie Éternité entre le 26 juillet et le 11 septembre 2024.

10.2. Température de l'eau

Deux sondes de température étaient installées par station de mouillage, permettant d'avoir la température de l'eau (°C) au plus près du substrat ainsi que dans la colonne d'eau à environ un mètre du sol. Étant donné que les sondes n'étaient pas immergées lors des marées basses, les données de température ont été triées pour ne conserver que celles lors des marées hautes avec un tampon de 30 minutes avant et après l'heure de la marée haute, pour assurer une représentativité des résultats. Une marge d'erreur est à considérer selon le marnage et l'emplacement des stations.

Ainsi, la Figure 49 illustre la variation de température à marée haute pour l'anse Saint-Jean pendant la saison estivale, du 24 juillet au 10 septembre 2024. La sonde de température la plus près du substrat de l'anse Saint-Jean indique une température maximale de 24,93 °C et une température minimale de 12,11 °C. La température moyenne de l'eau de fond est de 17,24 °C. La sonde dans la colonne d'eau indique quant à elle une température maximale de 25,5 °C, une température minimale de 12,01 °C ainsi qu'une moyenne de 17,54 °C.

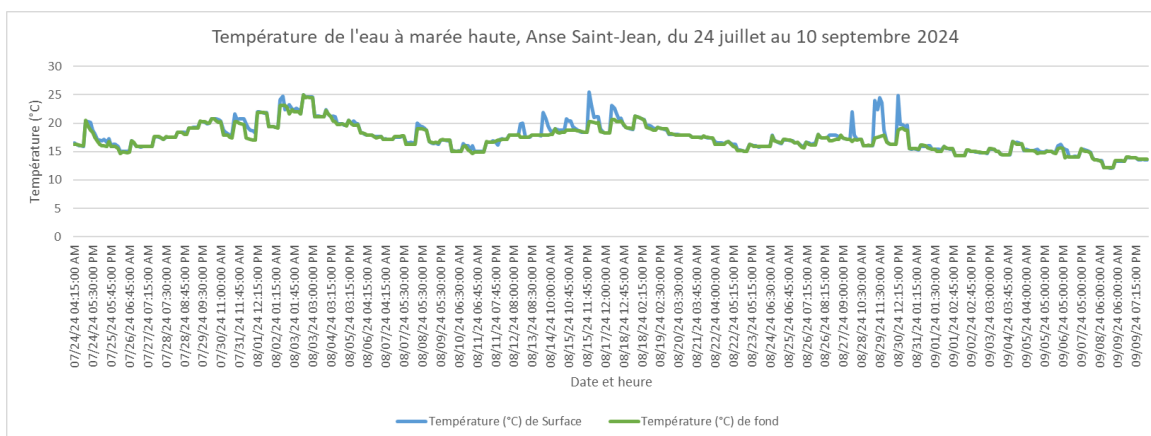


Figure 49. Variation de la température de la surface de l'eau et de fond à marée haute à l'Anse Saint-Jean entre le 24 juillet et le 10 septembre 2024.

Ensuite, la Figure 50 illustre la variation de température à marée haute pour l'anse Saint-Étienne pendant la saison estivale, du 25 juillet au 9 septembre 2024. La sonde de température la plus près du substrat indique une température maximale de 21,66 °C et une température minimale de 5,76 °C. La température moyenne de l'eau de fond est de 13,37 °C. La sonde dans la colonne d'eau indique quant à elle une température maximale de 22,24 °C, une température minimale de 6,27 °C ainsi qu'une moyenne de 13,73 °C.

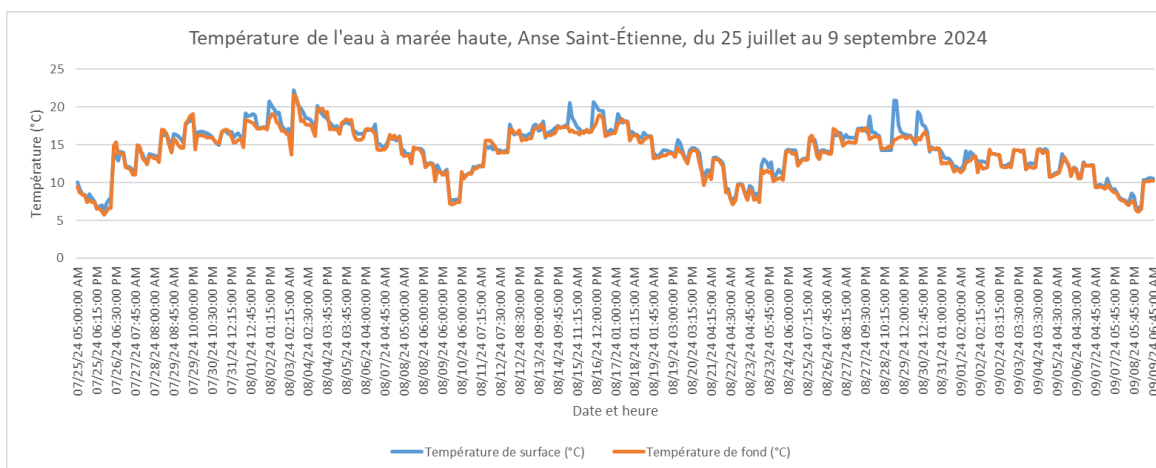


Figure 50. Variation de la température de la surface de l'eau et de fond à marée haute à l'Anse Saint-Étienne entre le 25 juillet et le 9 septembre 2024.

Enfin, la Figure 51 illustre la variation de température à marée haute pour la Baie Éternité pendant la saison estivale, du 26 juillet au 11 septembre 2024. La sonde de température la plus près du substrat de la Baie Éternité indique une température maximale de 26,88 °C et une température minimale de 5,76 °C. La température moyenne de l'eau de fond est de 17,67 °C. La sonde dans la colonne d'eau indique quant à elle une température maximale de 26,49 °C, une température minimale de 5,86 °C ainsi qu'une moyenne de 18,08 °C.

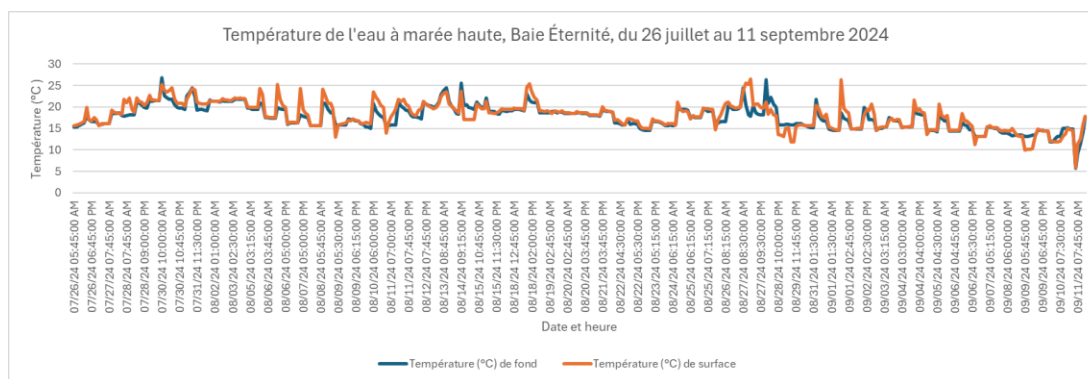


Figure 51. Variation de la température de la surface de l'eau et de fond à marée haute à la Baie Éternité entre le 26 juillet et le 11 septembre 2024.

10.3. Luminosité

Deux sondes de luminosité étaient installées par station de mouillage, permettant d'avoir l'intensité de la luminosité (lux) au plus près du substrat ainsi que dans la colonne d'eau à environ un mètre du sol. Les données récoltées pendant la saison estivale ont été triées pour ne conserver que celles prises pendant le jour, et ce, aussi bien à marée haute que basse. L'intensité de la luminosité est exprimée en lux, une unité de mesure «équivalent à l'éclairement d'une surface qui reçoit normalement, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux d'un lumen par mètre carré» (Larousse, 2024). À titre de référence, l'éclairement extérieur varie de 5 à 120 000 lux, avec 5 lux correspondant au crépuscule ou à une nuit de pleine lune, et 120 000 lux à la lumière directe du soleil en plein midi. Des valeurs supérieures sont également possibles dans certaines conditions où la surface est très réfléchissante, comme la neige ou le sable sous un fort soleil. Un soleil en plein zénith pourra avoir un éclairement de 120 000 lux, un ciel très nuageux un éclairement inférieur à 200 lux ou encore un ciel entièrement couvert de 40 lux (Sève, 2009). Ainsi, le couvert nuageux peut exercer une influence sur les résultats, de même que la profondeur de l'eau et son niveau de turbidité.

Ainsi, la Figure 52 illustre la variation de l'intensité de la luminosité de l'anse Saint-Jean le plus près du substrat ainsi que dans la colonne d'eau. Pendant la saison estivale, la sonde dans la colonne d'eau indiquait une intensité maximale pendant la journée et une moyenne de 165 334 lux et 19 381 lux respectivement, tandis que la sonde au plus près du sédiment indiquait une intensité maximale de 137 779 lux et une intensité moyenne de 9738 lux. Il peut être assumé que les valeurs maximales ont été enregistrées à marée basse, faisant en sorte que la sonde était en plein soleil et dans un environnement réfléchissant (sédiments sableux).

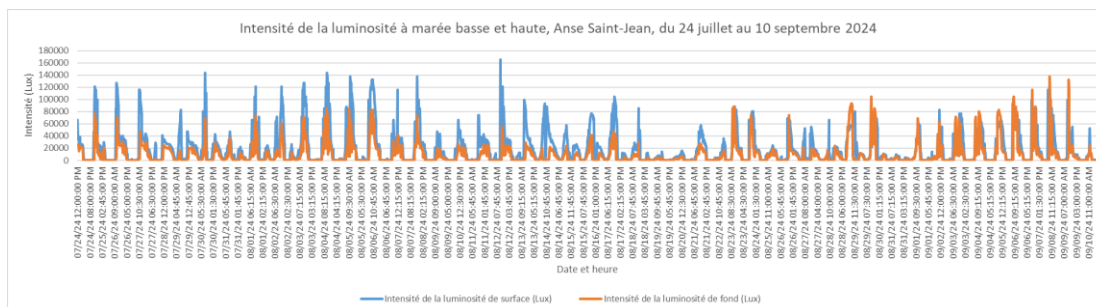


Figure 52. Variation de l'intensité lumineuse de surface et de fond à marée basse et haute à l'Anse Saint-Jean entre le 24 juillet et le 10 septembre 2024.

La Figure 53 illustre quant à elle la variation de la luminosité le plus près du substrat ainsi que dans la colonne d'eau. Pendant la saison estivale, la sonde dans la colonne d'eau indiquait une intensité maximale pendant la journée de 170 846 lux et une intensité moyenne de 21 298 lux tandis que la sonde au plus près du sédiment indiquait, dans le même ordre, 248 000 lux et 3447 lux.

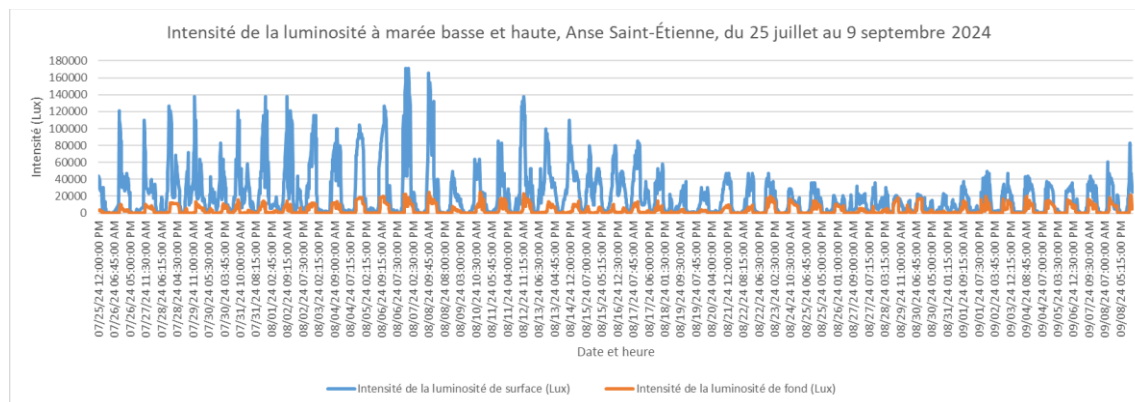


Figure 53. Variation de l'intensité lumineuse de surface et de fond à marée basse et haute à l'Anse Saint-Étienne entre le 25 juillet et le 9 septembre 2024.

La Figure 54 illustre quant à elle la variation de la luminosité le plus près du substrat ainsi que dans la colonne d'eau. Pendant la saison estivale, la sonde dans la colonne d'eau indiquait une intensité maximale pendant la journée et une moyenne de 209 424 lux et 26 376 lux respectivement tandis que, la sonde au plus près du sédiment indiquait, dans le même ordre, 198 401 lux et 21 993 lux.

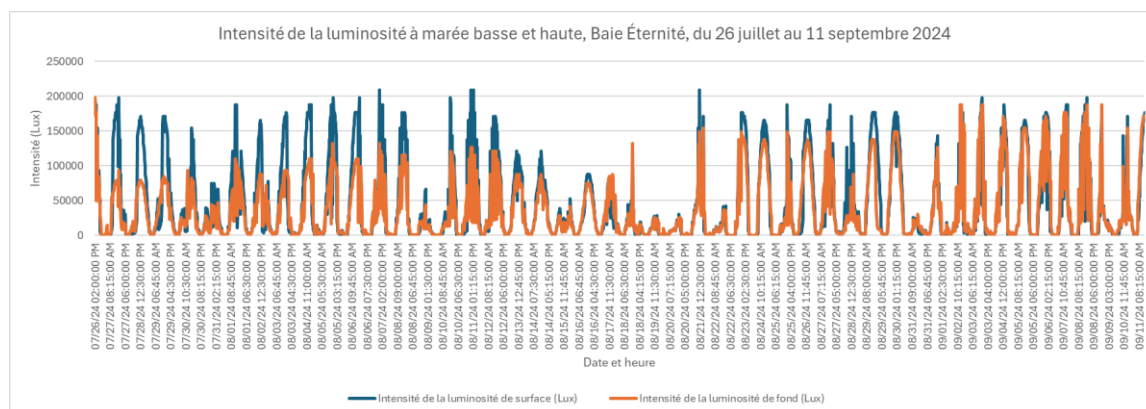


Figure 54. Variation de l'intensité lumineuse de surface et de fond à marée basse et haute à la Baie Éternité entre le 26 juillet et le 11 septembre 2024.

10.4. Hauteur d'eau

Les données de la hauteur d'eau ont été créées à l'aide des données de pression atmosphérique de la station météorologique la plus près. En effet, la profondeur de l'eau a été calculée à partir des mesures de pression enregistrées par une sonde installée sur une station de mouillage dans les marais. Cette sonde mesure la pression exercée par la colonne d'eau au-dessus d'elle, mais cette valeur inclut également la pression atmosphérique qui agit sur la surface de l'eau. C'est pour cette raison les valeurs ont été corrigé à l'aide de données de pression atmosphérique.

Dans ce cas-ci, les données horaires de pression (kPa) ont été prises à la station des Grandes-Bergeronnes (48°15'29,000" N ; 69°31'22,000" O) du 24 juillet au 11 septembre 2024. La distance entre la station météorologique et les sondes installées à la Baie Éternité, l'anse Saint-Jean et l'anse Saint-Étienne sont donc respectivement de 60 km, de 50 km et de 25 km.

Ainsi, la Figure 55 illustre la variation de la hauteur d'eau à l'anse Saint-Étienne. Les valeurs de hauteur d'eau varient ainsi entre 0 et 3,47 m avec une moyenne de 0,76 m.

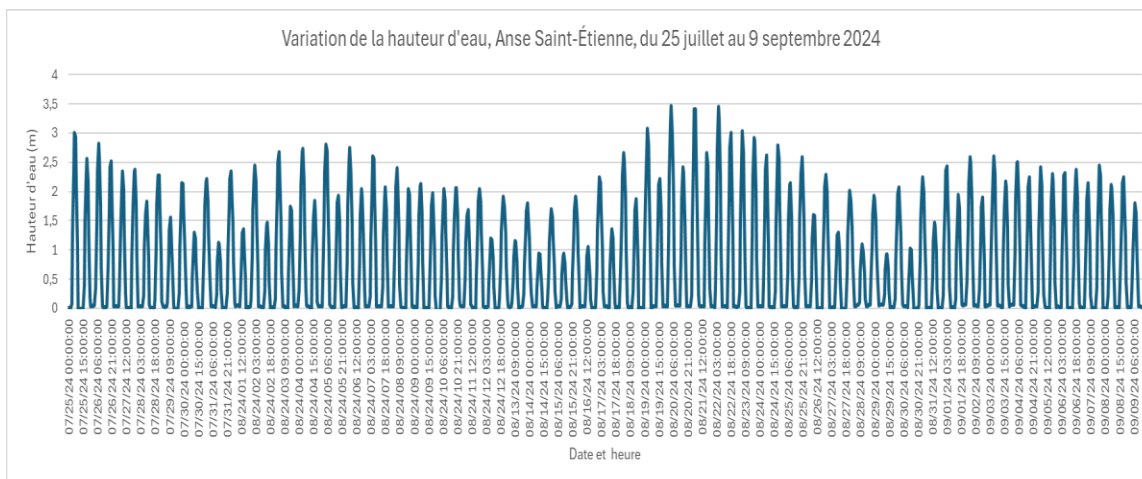


Figure 55. Variation de la hauteur de l'eau à l'Anse Saint-Étienne entre le 25 juillet et le 9 septembre 2024.

La Figure 56 illustre, quant à elle, la variation de la hauteur d'eau à l'anse Saint-Jean. Les valeurs varient entre 0 et 3,48 m avec une moyenne de 0,70 m.

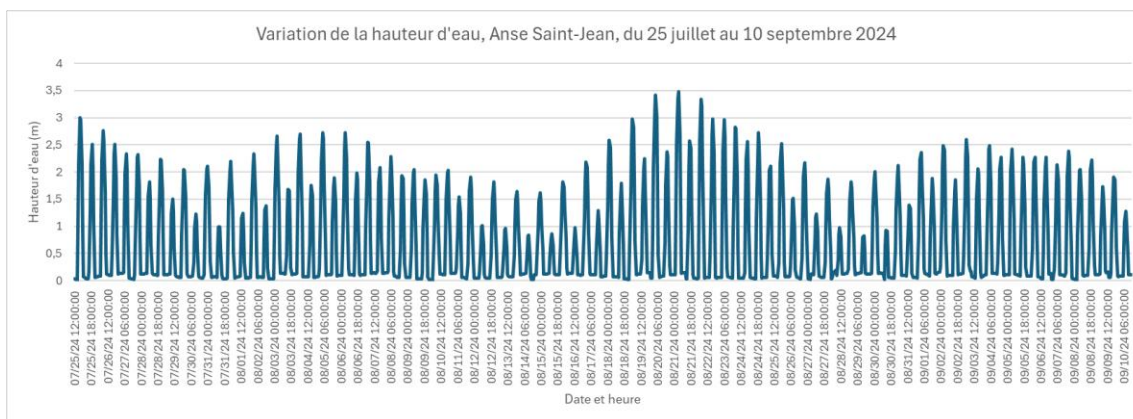


Figure 56. Variation de la hauteur de l'eau à l'Anse Saint-Jean entre le 25 juillet et le 10 septembre 2024.

La Figure 57 illustre finalement la variation de la hauteur d'eau à Baie Éternité. Les valeurs varient entre 0 et 2,7 m avec une moyenne de 0,36 m.

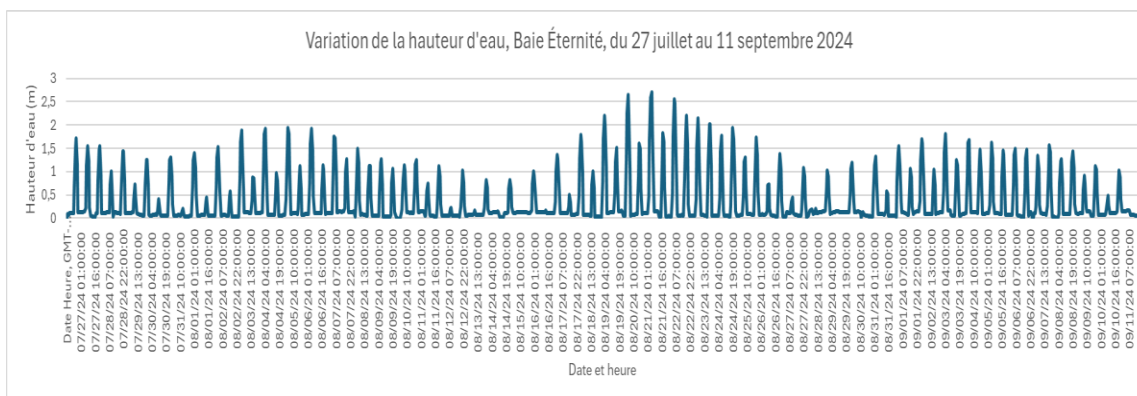


Figure 57. Variation de la hauteur de l'eau à la Baie Éternité entre le 27 juillet et le 11 septembre 2024.

Les valeurs moins élevées de la hauteur d'eau dans le marais côtier de la Baie Éternité sont probablement dues à l'emplacement de la sonde de mouillage installée durant l'été. En effet, celle-ci était installée plus proche du schorre inférieur que celles des sites de l'anse Saint-Jean et l'anse Saint-Étienne où elles étaient installées près de la limite inférieure de la végétation du marais. Enfin, l'anse Saint-Jean et l'anse Saint-Étienne partagent des valeurs similaires de variation de la hauteur d'eau. Les unités de transplantation de spartine alterniflore ne seront donc pas trop impactées par de nouvelles valeurs de variation de la hauteur d'eau lors du transfert de l'anse Saint-Jean à l'anse Saint-Étienne.

11. Conclusion

À la lumière de ce qui précède, les caractérisations complètes de l'anse Saint-Jean, de l'anse Saint-Étienne et de la Baie Éternité ont permis de combler certaines lacunes de connaissances ou d'effectuer une mise à jour de celles-ci au sein du fjord du Saguenay et du PMSSL, en effectuant des inventaires fauniques et floristiques ainsi que des analyses géomorphologiques. Ces caractérisations ont également permis de bien évaluer les besoins de restauration et c'est pour cette raison, ainsi que grâce aux commentaires des Comités aviseurs scientifique et de suivi, qu'il a été décidé de concentrer les efforts de restauration à l'anse Saint-Jean et à l'anse Saint-Étienne.

Le rapport méthodologique des restaurations prévues dans le cadre du projet explique quant à lui en détails les méthodes de restauration qui seront mises de l'avant ainsi que les activités prévues selon les zones de restauration sélectionnées. Un plan de suivi achève enfin ce rapport.

Bibliographie

Bachand, É., Joubert, J-E., Pothier, J. 2014. Restauration de l'herbier de zostère marine (*Zostera marina* L.) dans la Baie de Mitis, Grand-Métis – Rapport de caractérisation, Rimouski, 43 p.

Benaiteau, M., Bélanger-Deschênes, S., Bérubé, A., Valcourt, C., Maltais, M.K., 2020. Caractérisation et plan d'intervention - Marais salé de Portneuf-sur-Mer. Comité ZIP de la Rive Nord de l'Estuaire. Baie-Comeau, Québec. 134 p et annexe.

Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire. 2003. Caractérisation écologique des sites, accès et fenêtres donnant sur le fjord pour la municipalité de Sacré-Cœur. Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire. 39 pages.

Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT) du Saguenay-Lac-Saint-Jean. 2011. Portrait de la ressource forêt du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Préparé par le Groupe Optivert. 218 pages et annexes.

Dionne, S. 2001. (Sous la direction de). Plan de conservation des Écosystèmes du parc marin du Saguenay-Saint-Laurent. Parcs Canada, parc marin du Saguenay-Saint-Laurent 538 p.

Fortin, G. R. et M. Pelletier. 1995. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du Saguenay. Zones d'intervention prioritaire 22 et 23. Environnement Canada, région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique, 212 pages.

Houde-Poirier, M., Touchette, M. et Bernatchez, P., 2018. Guide d'application de la méthode écogéomorphologique pour le domaine maritime aux îles-de-laMadeleine dans le cadre de l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Document remis au ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques et au ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec, décembre 2018, 64 p. + annexes.

Parc marin Saguenay-Saint-Laurent (PMSSL). 2024. Le Fjord du Saguenay – Une vallée glaciaire envahie par la mer. PMSSL. [En ligne] https://parcmarin.qc.ca/page_details/le-fjord-du-saguenay/ (Consulté le 11 janvier 2024).

Sève, Robert. 2009. Science de la couleur : Aspects physiques et perceptifs. Marseille. Chalagam. p. 42sq.

Séigny, J.-M. et C. M. Couillard (Éditeurs) 1994. Le fjord du Saguenay: un milieu exceptionnel de recherche. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2270 : v + 118 p.

Valin, L. 2007. Portrait territorial : Saguenay - Lac-Saint-Jean. Québec (Province), Direction régionale de la gestion du territoire public du Saguenay - Lac-Saint-Jean. Rapport. 90 pages.