

Un marais en changement

Caractérisation du marais salé
de la baie de Kamouraska



Les photographies de l'ensemble du document sont de Jean-Étienne Joubert et Étienne Bachand © Baie de Kamouraska, Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, 2012, sauf quelques exceptions qui sont identifiées proprement sur les œuvres.

RÉFÉRENCE SUGGÉRÉE

Joubert, J.-É. et Bachand, É. (2012). Un marais en changement, caractérisation du marais salé de la baie de Kamouraska. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec. 123 p. avec annexes.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

COMITÉ ZIP DU SUD-DE-L'ESTUAIRE :

Jean-Étienne Joubert, chargé de projet des volets faunique et floristique

Étienne Bachand, chargé de projet des volets géomorphologique et cartographique

PARTENAIRES et COLLABORATEURS :

MRC de Kamouraska

Valérie Labrecque, coordonnatrice de la gestion intégrée de l'eau pour la

Chaire de recherche en Géochimie des Hydrogéosystèmes côtiers de l'UQAR

Gwenaëlle Chaillou, titulaire

Gwendoline Tommi-Morin, professionnelle de recherche

Organisme de bassins versants de Kamouraska, L'Islet et Rivière-du-Loup (OBAKIR)

François Gagnon, directeur général

Manon Ouellet, chargée de projets au volet sensibilisation

Véronique Beauchemin, technicienne

COMITÉ DE LECTURE : François Gagnon de l'Organisme de bassins versants de Kamouraska, L'Islet et Rivière-du-Loup (OBAKIR), Valérie Labrecque, coordonnatrice de la gestion intégrée de l'eau pour la MRC de Kamouraska et Françoise Bruaux, directrice du Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire.

CORRECTION LINGUISTIQUE : Françoise Bruaux, Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire

REMERCIEMENTS

Des remerciements sont tout d'abord adressés à Valérie Labrecque de la MRC de Kamouraska pour la transmission des cartes, le temps passé sur le terrain et son aide pour notre réflexion. Nous remercions Gwendoline Tommi-Morin de la Chaire de recherche en Géochimie des Hydrogéosystèmes Côtiers, Véronique Beauchemin de l'Organisme de bassins versants de Kamouraska, L'Islet et Rivière-du-Loup (OBAKIR) et Jonathan Pothier du Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire pour leur participation au volet sur la qualité des eaux de surface. Merci à Chantal Quintin de la chaire de recherche en géoscience côtière (UQAR) pour la transmission des données sur l'érosion côtière de la baie de Kamouraska. Un merci spécial est adressé à Benoît Randall, étudiant à la maîtrise en géographie de l'Université Laval et agent de développement pour la municipalité de Kamouraska qui nous a fourni sa précieuse contribution sur le sujet des marais salés et des aboiteaux. Il est essentiel de souligner la contribution volontaire des personnes suivantes lors des levées d'inventaire terrain : Audrey Mercier Rémillard, Claudie Gagné, Élisabeth Lévesque, Erica Beaulieu, Marilyn Labrecque et Stéphanie Friesinger. Nous remercions aussi Phillippe Bois pour sa participation au projet.

Ce projet n'aurait pu être possible sans l'appui financier du programme Interactions communautaires. Le programme Interactions communautaires est un programme d'aide financière appuyant la réalisation de projets communautaires visant à conserver et améliorer l'écosystème du Saint-Laurent. Dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent (PASL 2011-2026), Environnement Canada (EC) et le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP) mettent en œuvre ce programme.

Merci aux citoyens et aux élus pour leur participation à la soirée d'information du 26 mars 2013.

Nomenclature relative aux aboiteaux

Dans le texte, lorsque nous parlerons d'**aboiteau**¹, il s'agira de l'ensemble de l'ouvrage d'endiguement avec son système de drainage à **clapets** mobiles, alors que lorsque nous parlerons de la **digue** cela concernera que le déblai de terre.

¹ Consulter le lexique à la fin du document pour des définitions détaillées de ces termes

TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE RÉALISATION	III
REMERCIEMENTS	IV
LISTE DE FIGURES	VI
LISTE DES TABLEAUX	VII
RÉSUMÉ	9
SECTION 1	10
MISE EN CONTEXTE ET RÉSULTATS	10
MISE EN CONTEXTE	11
PERTURBATIONS HISTORIQUES SUR LA ZONE CÔTIÈRE DE LA BAIE DE KAMOURASKA	12
RÉSULTATS DE LA CARACTÉRISATION	17
LE VIVANT	17
FLORE	19
MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE	19
ÉTAGES DE VÉGÉTATION DU MARAIS SALÉ DE LA BAIE DE KAMOURASKA	21
COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES MARITIMES	22
COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES TYPIQUES DU MARAIS SALÉ	25
COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES ATYPIQUES	26
ESPÈCE FLORISTIQUE À CARACTÈRE PARTICULIER	28
ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES	29
FLORE DES ZONES ANTHROPISÉES	31
FAUNE AVIAIRE	33
MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE AVIFAUNIQUE	34
RÉPARTITION DES COMMUNAUTÉS AVIAIRES	35
EAU LIBRE	37
MARAIS SALÉ	38
DIGUE ET CHENAUX DE DRAINAGE	39
TERRES AGRICOLES	40
ESPÈCES D'OISEAUX EN PÉRIL ET À STATUT PARTICULIER	41
RÉPARTITION DES ESPÈCES EN PÉRIL	43
ENVIRONNEMENT PHYSIQUE (GÉOMORPHOLOGIE)	46
MÉTHODOLOGIE	46
TYPES DE CÔTES ET DE STRUCTURES DE DÉFENSES CÔTIÈRES	48

ÉTAT DE LA CÔTE ET DE LA DIGUE	50
ÉVOLUTION RÉCENTE DU MARAIS	52
ÉVOLUTION HISTORIQUE DU MARAIS SALÉ	54
QUALITÉ DE L'EAU	56
RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS	58
SECTION 2	64
EXEMPLES D'AILLEURS, INTERPRÉTATION ET RECOMMANDATIONS	64
EXEMPLES D'AILLEURS	65
EN EUROPE...	65
EN AMÉRIQUE...	68
INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	70
RECOMMANDATIONS	73
ÉTUDE COÛT-AVANTAGE	74
CONTRÔLE DES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES	75
FAVORISER LA MISE EN VALEUR INTÉGRÉE	75
LEXIQUE	76
ABRÉVIATIONS	79
RÉFÉRENCES	80
ANNEXES ²	88

² Les Annexes sont sur un document séparé de celui-ci afin d'en diminuer le poids et d'en faciliter le téléchargement. Les annexes sont paginées à la suite du rapport.

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Emplacements des digues de 1937 et 1948 avec la superficie du marais salé de 1948	12
Figure 2. Emplacements des digues de 1980 (1937) et de 1948 avec le marais salé de 1980	13
Figure 3. Derniers vestiges du marais salé au sud de la digue en 1995	14
Figure 4. Effet de coincement dans la baie de Kamouraska	15
Figure 5. Superficie du marais au cours des années	16
Figure 6. Localisation des points d'observation de la faune aviaire et des transects d'inventaire floristique	18
Figure 7. Verge-d'or toujours verte	19
Figure 8. Prise de note sur une fiche de terrain	20
Figure 9. Divisions des étages de végétation du marais salé de la baie de Kamouraska	21
Figure 10. Communautés végétales identifiées dans la baie de Kamouraska en 2012	23
Figure 11. Tracé de la microfalaise d'érosion entre les schorres supérieur et inférieur	25
Figure 12. Marais salé à spartine étalée et orge queue-d'écureuil	25
Figure 13. Terrasse de plage à élyme des sables d'Amérique	26
Figure 14. Roseraie	26
Figure 15. Prairie saumâtre à spartine pectinée	27
Figure 16. Colonie de roseau commun	29
Figure 17. Localisation des colonies de roseaux communs dans la baie de Kamouraska en 2012	30
Figure 18. Spartine pectinée au bord de la rte. 132	31
Figure 19. Carex paléacé	31
Figure 20. Marais salé dans le chenal de drainage derrière la digue	32
Figure 21. Végétation étouffée par les laisses de tempête	32
Figure 22. Colonie d'arroches hastées	32
Figure 23. Bruant de Nelson	33
Figure 24. Quatre (4) grands types d'habitats sur un échantillon de l'aire d'étude	34
Figure 25. Comparaison du nombre moyen d'espèces d'oiseaux (individus) par point d'observation	35
Figure 26. Abondance de la faune aviaire par points d'observation	36
Figure 27. Eau libre	37
Figure 28. Canards noirs immatures dans un chenal	39
Figure 29. Hibou des marais	42
Figure 30. Nombre total d'espèces d'oiseaux et nombre d'espèces d'oiseaux en péril par type d'habitat	43
Figure 31. Prairie saumâtre à spartine pectinée	44
Figure 32. Nombre d'espèces d'oiseaux en péril observées par point d'observation	45
Figure 33. Nomenclature des sections de plage en fonction des niveaux de marée	46
Figure 34. Nomenclature des sections d'un marais salé en fonction des niveaux de marée	46
Figure 35. Nomenclature des sections d'un marais salé	47
Figure 36. Côte à marais maritime	48

Figure 37. Terrasse de plage à marais maritime	48
Figure 38. Digue accompagnée d'un muret de bois	48
Figure 39. Digue accompagnée d'un muret de bois et de blocs déversés	48
Figure 40. Type de côte et structure de défense côtière de la baie de Kamouraska en 2012	49
Figure 41. Microfalaise d'érosion	50
Figure 42. Côte semi-végétalisée	50
Figure 43. Digue très endommagée	50
Figure 44. Accumulation de laisses de tempête à la base de la digue	50
Figure 45. État de la côte et de la digue de la baie de Kamouraska en 2012	51
Figure 46. Historique de l'évolution côtière, 2006-2011	53
Figure 47. Évolution historique du marais salé entre 1961 et 2012	55
Figure 48. Localisation des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau	58
Figure 49. Répartition spatiale des résultats de concentration en ammonium classés en fonction de leurs concentrations	61
Figure 50. Répartition spatiale des résultats de concentration du nitrate total classés en fonction de leurs concentrations	62
Figure 51. Répartition spatiale des résultats de concentration du phosphore total classés en fonction de leurs concentrations	63
Figure 52. Marais <i>Beausejour</i> à Aulac, Nouveau-Brunswick avant les travaux de remise à la mer	69
Figure 53. Marais <i>Beausejour</i> à Aulac, Nouveau-Brunswick après les travaux de remise à la mer	69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Répartition des grands ensembles floristiques d'ouest en est	22
Tableau 2. Synthèse des divisions des étages de végétation du marais salé	24
Tableau 3. Pourcentage des plantes indigènes les plus fréquentes dans le marais salé Erreur ! Signet non défini.	
Tableau 4. Plantes accompagnatrices de l'habitat du troscart de la Gaspésie dans la baie de Kamouraska	28
Tableau 5. Espèces d'oiseaux en eaux libres	37
Tableau 6. Espèces d'oiseaux dans le marais salé	38
Tableau 7. Espèces d'oiseaux relevées sur la digue et dans les chenaux de drainage	39
Tableau 8. Espèces d'oiseaux relevées en terres agricoles	40
Tableau 9. Liste des espèces d'oiseaux en péril inventoriées dans la baie de Kamouraska en 2012	41
Tableau 10. État de la côte et de la digue dans la baie de Kamouraska en 2012	50
Tableau 11. Statistiques des taux de migration du marais de la baie de Kamouraska	54
Tableau 12. Norme environnementale de la qualité de l'eau de surface pour différents paramètres	56

RÉSUMÉ

Le marais salé de la baie de Kamouraska a perdu plus de la moitié de son étendue depuis la fin du 19^e siècle par des causes naturelles et **anthropiques**³. Le comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire (**ZIPSE**) en partenariat avec la MRC de Kamouraska, l'**OBAKIR** et l'**UQAR** a réalisé un état de la situation en dressant un portrait biophysique de ce marais salé. Malgré la régression de son étendue, la partie restante du marais salé est encore le terreau fertile pour une richesse faunique et floristique, notamment des espèces d'oiseaux en déclin ou en péril au Québec et au Canada.

Les terres gagnées sur l'estuaire du Saint-Laurent par drainage et endiguement des marais salés depuis les années 1930 sont assujetties à la **submersion côtière** liée à la hausse du niveau moyen des océans et aux changements climatiques. Plus précisément, la digue à clapets, communément appelée aboiteau, qui protège les terres cultivées de la baie de Kamouraska subit actuellement de l'**érosion côtière**. Le marais salé est coincé entre la digue et le niveau marin en hausse. Il est donc menacé de disparaître dans ce contexte de changements climatiques. Il est de plus en plus reconnu que les marais salés sont efficaces pour limiter les effets de l'érosion et de la submersion côtière et cela devrait être considéré dans la planification des futurs entretiens de la digue. Ce rapport vise donc à alimenter la réflexion des acteurs locaux et de la collectivité sur la valeur globale du marais salé de la baie de Kamouraska.

³ Consulter le lexique à la fin du document pour les mots en caractère gras apparaissant pour la première fois dans le texte.

SECTION 1

MISE EN CONTEXTE ET RÉSULTATS

MISE EN CONTEXTE

Depuis quelques années, la MRC de Kamouraska a initié une démarche de réflexion sur l'avenir des aboiteaux du Kamouraska. Selon la Loi sur les compétences municipales de 2006 (article 103), les aboiteaux sont sous la compétence exclusive de la MRC. Ces ouvrages ont été réglementés dans le passé par la même loi que les cours d'eau en milieu agricole. Depuis 2007, avec l'arrivée du service de gestion intégrée de l'eau, la MRC a pris en charge toutes les interventions sur les aboiteaux en milieu agricole puisque la gestion des cours d'eau revient aux MRC. À la suite de la tempête de décembre 2010 qui a provoqué des dégâts importants sur bon nombre de structures de défense côtière dans l'estuaire du Saint-Laurent, il fut convenu d'agir en urgence. Donc, afin de trouver la meilleure façon d'entretenir les digues touchées par l'érosion, notamment dans la baie de Kamouraska, la MRC a réuni différents acteurs régionaux des secteurs gouvernementaux, municipaux, agricoles et environnementaux (**MDDEP, MRNF, MTQ, OBAKIR**, comité ZIPSE, **UPA, MAPAQ**, élus municipaux et agriculteurs). Trois scénarios furent discutés : la réfection de la digue à son emplacement actuel, la restauration complète des terres agricoles en marais salé avec rachat des terres ou le déplacement de certains tronçons de la digue actuelle vers les terres. Le scénario de l'enrochement a finalement été retenu pour une petite portion d'environ 100 mètres qui demandait un entretien rapide, suite à la tempête. Dans la foulée de cette décision, le comité ZIPSE a cru bon de caractériser le marais salé de la baie de Kamouraska afin de documenter son état actuel puisqu'aucune étude complète et à jour n'était disponible.

Ce projet de caractérisation biophysique du marais salé de la baie de Kamouraska a débuté en mai 2012. Plusieurs journées d'inventaires ont été réalisées sur le terrain afin de récolter des données sur la faune **aviaire** et sur la flore présentes dans le marais salé, dans les chenaux de drainages et sur la digue. Des données sur la **géomorphologie** côtière et les **aléas côtiers** actifs ont aussi été récoltées, ainsi que sur l'état du marais salé et de la digue. Une évolution historique du marais salé a été réalisée à l'aide de photographies aériennes de 1961 et de 1995. En complément, des échantillons d'eau ont été prélevés afin de connaître la qualité de l'eau de surface dans les chenaux de drainage, le ruisseau des Bras et le marais salé. Les résultats de ces volets sont présentés dans la Section 1. Enfin, dans le but de situer le caractère unique des aboiteaux de Kamouraska dans le contexte des marais salés endigués de l'Atlantique Nord, une revue de littérature portant sur les digues maritimes, aboiteaux ou **polders** et sur les milieux sensibles et vulnérables aux risques côtiers fut réalisée (Section 2).

PERTURBATIONS HISTORIQUES SUR LA ZONE CÔTIÈRE DE LA BAIE DE KAMOURASKA

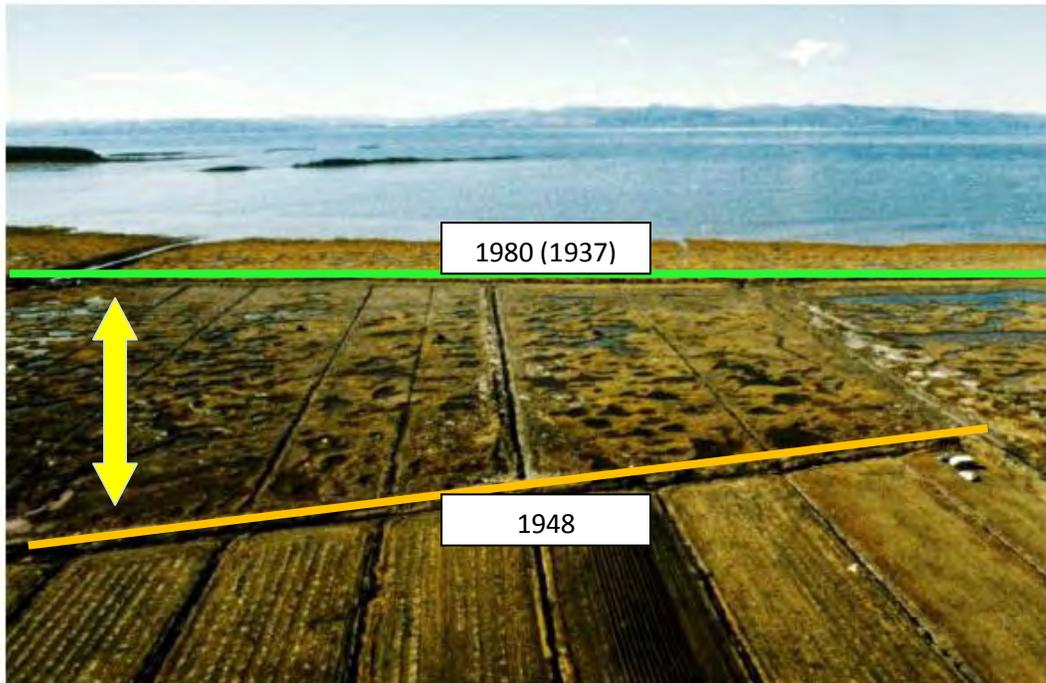
Les gains agricoles sur les habitats naturels de la zone côtière de Kamouraska ne datent pas d'hier. Plusieurs auteurs ont réalisés le portrait historique complet des épisodes d'endiguement sur la zone d'étude (Carreau 2009, Gauthier et coll. 1980, Hatvany 2009, Mathieu 2008, etc.). Cependant, nous croyons qu'il est utile de résumer quelques faits historiques afin de se replonger dans le contexte. Vers le milieu du XIX^e siècle, l'École d'agriculture de Saint-Anne-de-la-Pocatière utilise un concept acadien dans le Kamouraska afin de favoriser l'expansion de l'agriculture. On propose d'assécher les marais en procédant à un drainage vers le Saint-Laurent afin de favoriser l'égouttement et la désalinisation des terres pour les rendre cultivables. Le principe s'applique à plusieurs endroits dans le Kamouraska notamment dans la baie de Kamouraska. La construction de la digue de la zone d'étude débute en 1937. En 1941, survient une forte tempête qui détruit à plusieurs endroits la nouvelle digue. Afin d'éviter d'autres problèmes du même genre, une deuxième digue fut construite en 1948 à l'intérieur des terres approximativement à mi-chemin entre la route 132 et la digue actuelle (Figures 1. et 2.).



Source : Photo aérienne - *Marais de la baie de Kamouraska en 1948 : b) tel que mesuré par photo-interprétation* (Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada, 1948), Mathieu, 2008

Figure 1. Emplacements des digues de 1937 et 1948 avec la superficie du marais salé de 1948

Pendant une quarantaine d'années, malgré que l'on procède à un assèchement progressif, une partie du marais salé s'est maintenu entre les deux digues. À la fin des années 1970, avec la modernisation des techniques et la mécanisation de plusieurs tâches agricoles, l'expansion des surfaces cultivables prenait un nouvel essor. Des travaux de reconstruction d'une nouvelle digue à l'emplacement de celle de 1937 furent donc entrepris et terminés en 1981 (Figure 2.). Une portion de marais salé subsistait encore entre l'ancienne et la nouvelle digue au début des années 1980.



Source : **BAnq-Q**, 1980 (tiré de Mathieu , 2008)

Figure 2. Emplacements des digues de 1980 (1937) et de 1948 avec le marais salé de 1980

En 1995, il ne restait qu'une petite portion de marais salé au sud de la digue reconstruite (Figure 3.). Depuis, l'ensemble du marais salé situé au sud de la digue a été asséché, dessalé et est maintenant cultivé annuellement. Avant 2006, chacun des propriétaires riverains devait entretenir la portion de digue sur sa propriété. Des vestiges de cette époque demeurent, car on retrouve ça et là, des sections de digue avec d'anciens murets, des pieux de bois, des blocs ou des sédiments meubles déversés et parfois un mélange des trois.



Source : MRC Kamouraska, photographie aérienne de 1995 (Kamouraska_HMQ95-121-2)

Figure 3. Derniers vestiges du marais salé au sud de la digue en 1995

Ainsi, le marais salé de la baie de Kamouraska a subi des pertes d'étendue depuis 1826, de l'ordre de 539,4 acres (2,23 Km²) comme le démontre les travaux de Mathieu 2008 et Carreau 2009, principalement dues à l'étalement de l'agriculture par assèchement des terres et plus récemment due à l'érosion du marais salé. De plus, avant les années 1930, le marais salé s'étendait jusqu'à la route 132 et les événements extrêmes pouvaient la rejoindre (Figure 5.). Notons à ce sujet, la quasi-disparition d'une **herbaçaie salée** à carex largement décrit par Gauthier et ses collaborateurs en 1980. Deux ans après la construction de la digue de 1981, des travaux d'inventaires de Champagne et ses collaborateurs (1983) ne relevaient plus aucun signe de cette ancienne herbaçaie salée. Quelques années plus tard, les travaux de Pelletier ses collaborateurs (1990) caractérisèrent le marais salé de la baie de Kamouraska comme un des plus perturbés de Kamouraska. Enfin, Canards Illimités Canada et Stratégies Saint-Laurent (2004)

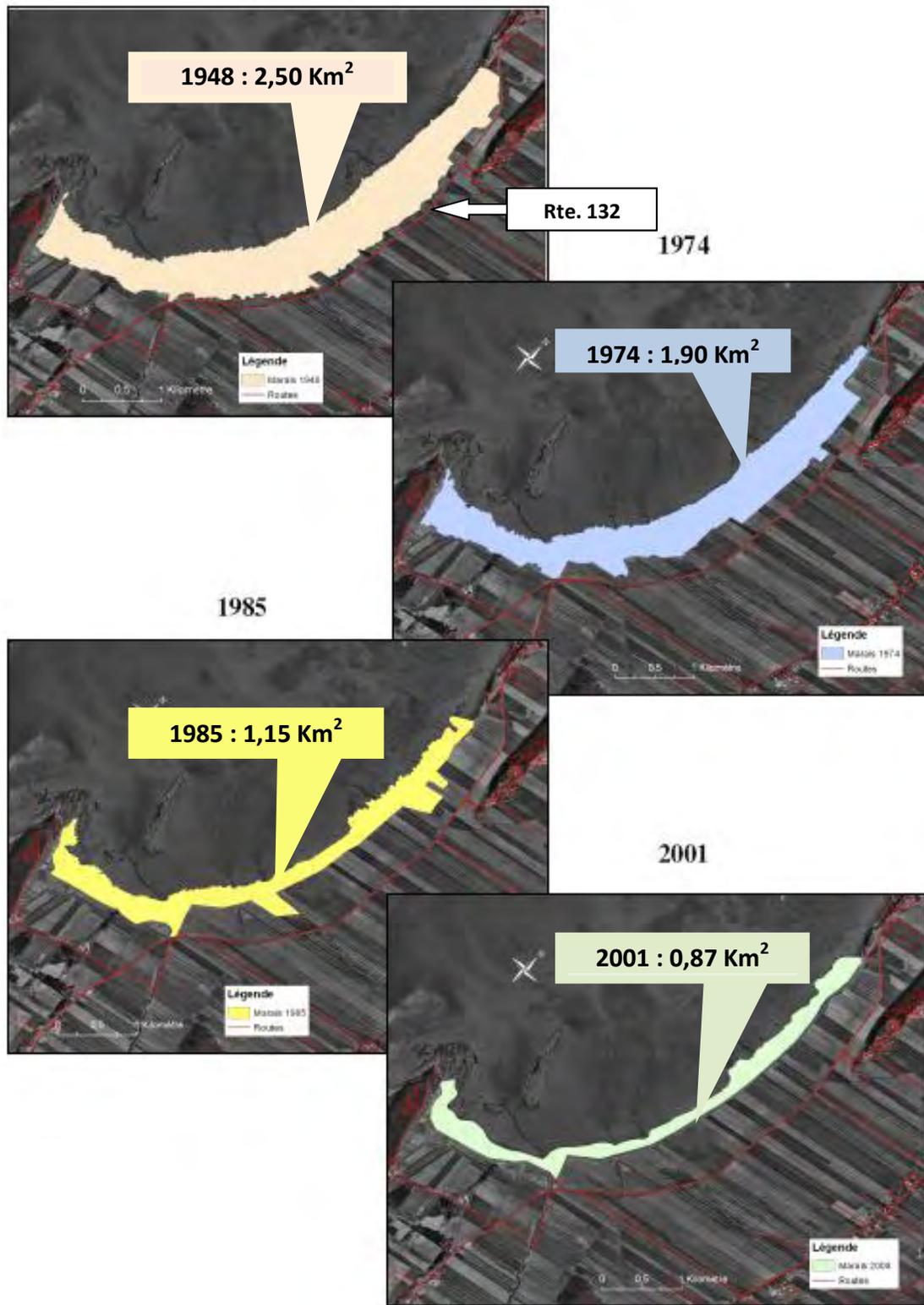
pointaient un manque d'intégration de l'aménagement agricole du territoire de la baie Kamouraska avec ses habitats côtiers.

Figure 4. Effet de coincement dans la baie de Kamouraska



À ces pertes et perturbations, s'ajoutent des aléas plus récents qui continuent à appauvrir le marais. Dans Mathieu (2008), on peut lire un portrait de la situation de la dernière décennie : (...) *le marais de la baie de Kamouraska présente des signes évidents de changement tant au niveau de sa taille que dans sa distribution végétale. (...) La répartition actuelle des végétaux ainsi que les processus d'érosion plus*

importants en certains endroits comme à l'ouest de la baie de Kamouraska, laissent entrevoir la menace d'un effet de coincement (Figure 4.). En effet, dans un contexte de rehaussement du niveau marin, le marais devrait s'ajuster naturellement en migrant vers l'intérieur des terres. Toutefois, la digue empêche ce mouvement naturel. Le marais salé est donc, contraint entre la mer et la digue, un phénomène appelé effet de coincement (Dansereau, 1955).



Source : Mathieu, 2008, modifié de Carreau, 2009

Figure 5. Superficie du marais au cours des années (MRNF, 2001)

RÉSULTATS DE LA CARACTÉRISATION

LE VIVANT

Cette section décrit les résultats obtenus suite à l'inventaire de la végétation et des oiseaux recensés entre mai et septembre 2012 sur l'ensemble du territoire couvert par la présente étude ainsi que sur les liens entre ces deux groupes dans l'écosystème. Le territoire couvert par cette caractérisation débute au Cap Blanc à l'est et se termine au ruisseau des Bras à l'ouest (Figure 6.). La majeure partie de la zone à l'ouest du ruisseau des Bras n'a pas été caractérisée.



Figure 6. Localisation des points d'observation de la faune aviaire et des transects d'inventaire floristique

FLORE

Afin de caractériser les communautés végétales utiles à l'identification des habitats propices à la faune aviaire, un inventaire par **transect** de la baie de Kamouraska a été réalisé sur deux journées, soit les 6 et 7 août 2012. Quarante-trois (43) espèces végétales furent identifiées sur l'ensemble du territoire visé et ceci inclut la végétation retrouvée sur la digue et dans les chenaux agricoles (Figure 7. et Annexe I.).

MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE



Figure 7. Verge-d'or toujours verte

Les transects d'échantillonnage furent implantés de l'est vers l'ouest à tous les 500 m du Cap Blanc jusqu'au ruisseau des Bras, pour un total de 10 transects d'échantillonnage perpendiculaires à la côte et 8 points de contrôles relevés au jugé (Figure 8.). Une communauté végétale était déterminée par la présence des espèces indicatrices de l'étagement littoral comme les trois espèces de spartines et les accompagnatrices à portée de visibilité (un rayon de 25 m). Tous les transects débutaient par le **schorre supérieur** en allant vers l'étage inférieur suivant (**schorre inférieur** et **slikke**) (Figure 9.). La communauté suivante était identifiée lorsqu'un changement de topographie en influençait visiblement la composition (Annexe II.). Les communautés végétales

ont été caractérisées et géolocalisées en leur point central à l'aide d'un système de positionnement global (GPS). Chaque transect débutait au trait de côte soit à la base de la digue et terminait dans la vasière maritime (slikke).

Figure 8. Prise de note sur une fiche de terrain



Les points de contrôles relevés au jugé ont été déterminés lorsqu'une communauté se démarquait de la constante générale. Au niveau du transect 7, il fut pertinent de documenter plus précisément la diversité de ce secteur riche, donc un transect (7 B) a été ajouté entre le transect 7A et 8. Des fiches terrain préparées (Annexe III.) ont été utilisées pour faciliter la prise de note et la saisie

de données. Quelques spécimens de plantes furent récoltés aux fins d'identification.

ÉTAGES DE VÉGÉTATION DU MARAIS SALÉ DE LA BAIE DE KAMOURASKA

Le schéma synthèse suivant permet de situer les étages de la végétation du marais de la baie de Kamouraska (Figure 9.).

←Route 132 (Sud)

(Nord) Estuaire du Saint-Laurent→

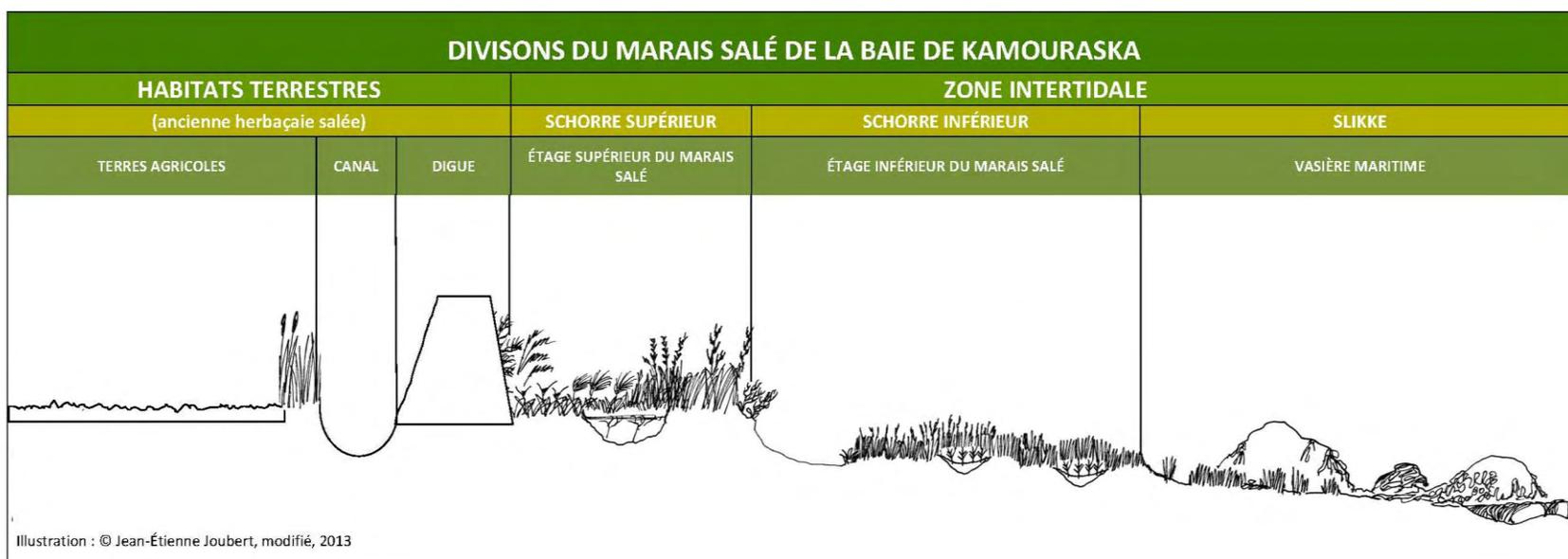


Figure 9. Divisions des étages de végétation du marais salé de la baie de Kamouraska

COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES MARITIMES

Le total de l'effort terrain porte le nombre de points d'identification à 319 et il a été possible de synthétiser la quarantaine d'espèces de plantes maritimes des communautés végétales diversifiées en 13 groupements dominants de végétation (Figure 10. et annexe 4.).

La répartition des communautés végétales n'est pas homogène dans la baie. On peut diviser la baie en trois grandes zones : l'ouest comprend les transects 7A, 7 B, 8 et 9, le centre les transects 4, 5 et 6 et l'est les transects 1, 2 et 3. Le tableau 1. décrit les particularités de chacune des zones.

Tableau 1. Répartition des grands ensembles floristiques d'ouest en est

	Ouest	Centre	Est
SCHORRE SUPÉRIEUR	Large et dense	Diminue progressivement d'étendue vers l'est à mesure qu'augmentent l'étendue et la densité de la végétation de l'inférieur.	Restreint à une mince frange de végétation hétérogène souvent érodée; zone perturbée.
SCHORRE INFÉRIEUR	Complètement dénudé de végétation; on passe directement d'un étage supérieur à une vasière dévégétalisée sans passer par un étage inférieur végétalisé.	La microfalaise d'érosion est bien visible (semi-végétalisé).	Végétation large et dense; la microfalaise est parfois végétalisée par la spartine alterniflore.
SLIKKE	Dénudée	Semi-végétalisée (algues brunes)	Une vaste vasière maritime à blocs glaciels supporte un herbier d'algues brunes. La spartine alterniflore est parfois présente de façon discontinue.

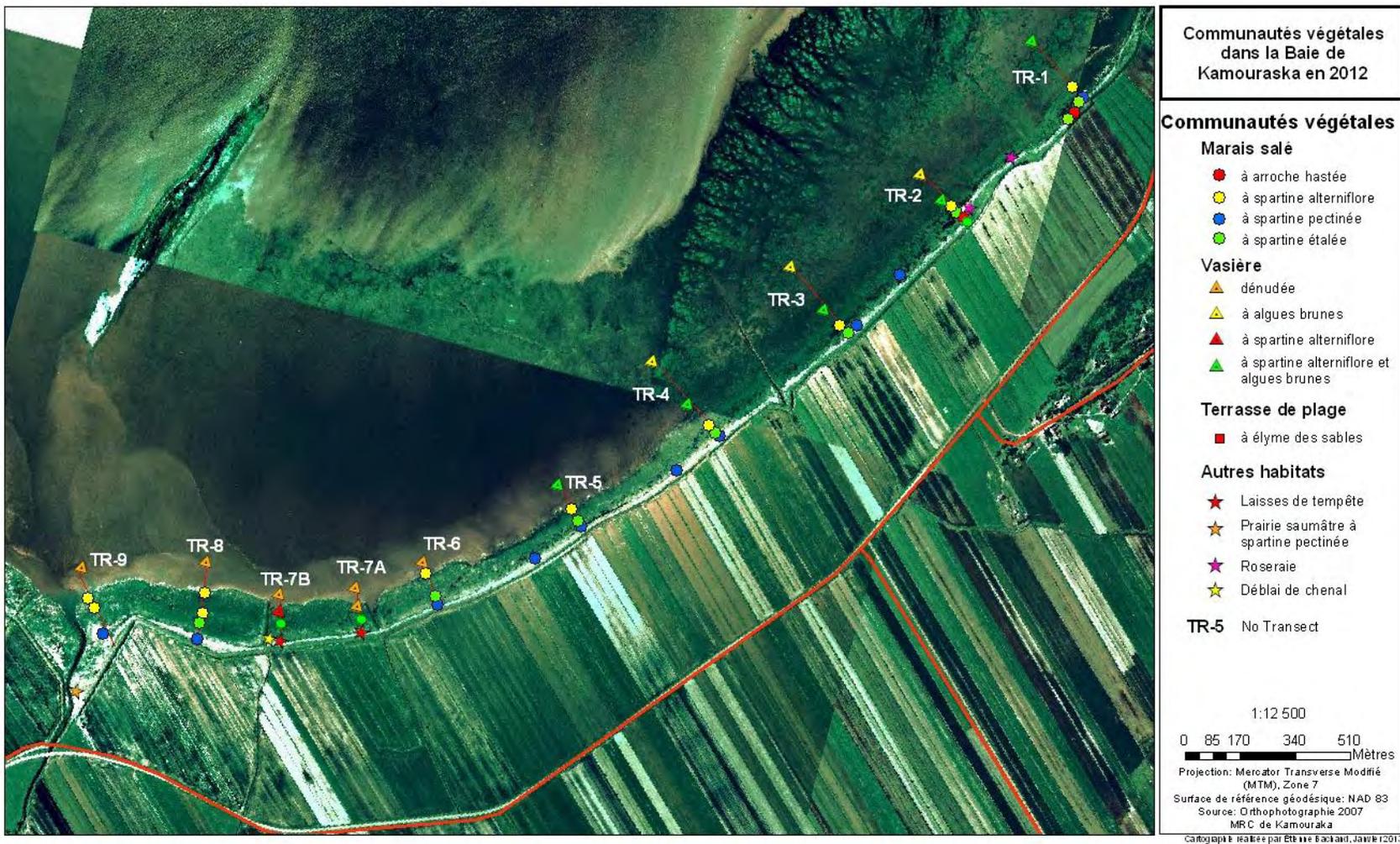


Figure 10. Communautés végétales identifiées dans la baie de Kamouraska en 2012

Tableau 2. Synthèse des divisions des étages de végétation du marais salé

MARAIS SALÉ					VASIÈRE MARITIME				
SCHORRE SUPÉRIEUR			SCHORRE INFÉRIEURE		SLIKKE				
Marais salé à arroche hastée	Prairie saumâtre à spartine pectinée	Marais salé à spartine pectinée	Marais salé à spartine étalée	Marais salé à spartine alterniflore	Marais salé à spartine alterniflore	Vasière à spartine alterniflore	Vasière à spartine alterniflore et algues brunes	Vasière à algues brunes	Vasière dénudée
Arroche hastée, scirpe maritime, spartine pectinée et roseau commun	Spartine pectinée, orge queue d'écureuil, scirpe maritime, verge d'or toujours verte, hiéochloé odorante, jonc de la Baltique et jonc de Gérard	Spartine pectinée, orge queue d'écureuil, scirpe maritime, ruppie maritime, hiéochloé odorante et roseau commun	Spartine étalée, limonium de Caroline, troscart maritime, verge d'or toujours verte, orge queue d'écureuil, glaux maritime et troscart de la Gaspésie	Spartine alterniflore, spergulaire des marais salés, plantain maritime et salicorne maritime	Spartine alterniflore	Spartine alterniflore	Spartine alterniflore et ascophylle noueuse	Ascophylle noueuse et fucus	Vase, absence de végétation

Les principales communautés végétales sont résumées dans le tableau 2. en fonction des divisions du marais salé, comprenant les plantes dominantes et les accompagnatrices principales seulement. D'autres communautés végétales distinctes ont aussi été retrouvées et sont traitées plus loin. Pour consulter la caractérisation complète, voir l'Annexe I.

COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES TYPIQUES DU MARAIS SALÉ



Figure 11. Tracé de la microfalaise d'érosion entre les schorres supérieur et inférieur

De façon générale, il est possible de diviser assez clairement les étages de la végétation du marais salé. De fait, du côté ouest de la baie, un changement dans la topographie est apparent entre les schorres supérieurs et inférieurs; une microfalaise d'érosion est souvent bien visible (Figure 11.). Les communautés végétales sont généralement bien distinctes. Il en va tout autrement dans la

portion est de la baie puisque la végétation est fréquemment en continu sur une dénivellation uniforme du schorre supérieur à la slikke.

Bien que ce marais ait perdu une grande partie de son étage supérieur historique, de belles communautés denses et larges de spartines étalées avec ses accompagnatrices habituelles sont retrouvées particulièrement à partir du transect 6 (Figure 12.). Les espèces de plantes indigènes dont les fréquences sont les plus importantes dans le marais sont les suivantes en ordre d'importance (Tableau 3.). On note la dominance de la



Figure 12. Marais salé à spartine étalée et orge queue-d'écureuil

spartine alterniflore, suivi de l'arroche hastée en deuxième place. Cette dernière est une plante annuelle cosmopolite, non strictement maritime, connue pour coloniser les laines de mer et les littoraux perturbés (Fleurbec, 1985). La spartine alterniflore est, quant à elle, une pionnière qui est une des premières espèces à coloniser les vasières maritimes (*Ibid.*). Sa prépondérance sur l'aire d'étude laisse croire qu'elle aurait pris de l'expansion sur d'anciens secteurs érodés, notamment dans l'est du marais salé où le schorre supérieur est mince et discontinu. La haute fréquence de ses deux plantes pourrait être corrélée avec le caractère perturbé de ce marais.

Tableau 3. Pourcentage des plantes indigènes les plus fréquentes dans le marais salé

Nom français	%
spartine alterniflore	10,4
arroche hastée	7,9
scirpe maritime	5,3
spartine étalée	5,3
verge d'or toujours verte	5,0

COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES ATYPIQUES

Les communautés végétales atypiques correspondent à des habitats qui se distinguent de la dominante retrouvée sur le terrain. Il s'agit des communautés ci-après nommées : terrasse de plage à élyme des sables, prairie saumâtre à spartine pectinée, roseraie et déblai de chenal (Figure 10.).

Une zone en sédimentation correspond à une petite côte à terrasse de plage colonisée par l'élyme des sables d'Amérique et la gesse maritime, pour ne nommer que celles-là (Figure 13.). La partie haute de la plage, bien que perturbée, est un habitat de terrasse de plage à marais maritime qui ajoute à la diversité floristique du secteur.

Les déblais de chenal relatifs à



Figure 13. Terrasse de plage à élyme des sables d'Amérique



Figure 14. Roseraie

l'endiguement positionnés en aval de la digue elle-même sont végétalisés par des associations regroupant des plantes introduites et indigènes tolérant les conditions maritimes. C'est donc le cas d'une roseraie et d'une prairie sèche dominée par des plantes adventices (Figure 10.). Du reste, cette végétation permet de stabiliser les sédiments et de former des associations végétales

particulières. La Figure 14. montre une infime partie de la roseraie qui végétalise presque toute la digue sur environ 180 mètres linéaire. La photographie montre aussi une des associations atypiques propres à la baie de Kamouraska. Il s'agit d'une petite communauté végétale de marais salé à spartine étalée inhabituellement retrouvé en aval d'une terrasse de plage à élyme des sables. La **marelle** visible sur la photo peut avoir été creusée par une pelle mécanique lors de la reconstruction de la digue. C'est d'ailleurs le cas pour plusieurs autres « marelles » anormalement linéaires au pied de la digue (Valérie Labrecque com. pers.). Les marelles présumées d'origine anthropique sont colonisées par des algues vertes alors que celle présumées d'origine naturelle sont colonisées par la ruppie maritime.



Figure 15. Prairie saumâtre à spartine pectinée

La communauté suivante est habituellement typique dans les marais salés régionaux, mais vu sa rareté dans le contexte de la zone d'étude, elle se distingue de la constante. De l'herbaciaie salée ancestrale (Gauthier et coll., 1980) ne subsiste qu'une prairie saumâtre à spartine pectinée et **joncacées** retrouvée à l'extrémité ouest, au bord du ruisseau des Bras (Figure 15.). Cette zone du transect 9 est d'ailleurs très riche en

diversité végétale (Annexe I.). Il s'agit en fait, d'un petit marais estuarien.

ESPÈCE FLORISTIQUE À CARACTÈRE PARTICULIER

Le troscart de la Gaspésie (*Troglochin gaspensis*), espèce rare, endémique au Nord-Est de l'Amérique du Nord (Fleurbec, 1995) ne fut pas recherché systématiquement dans l'ensemble du marais de la baie de Kamouraska. Une petite recherche de cette espèce autour du transect 1 a permis de trouver un plant de ce troscart proprement identifié par sa fructification en septembre 2012. Cela confirme que l'espèce est présente de façon sporadique à l'est du marais, comme le mentionnait l'étude de Lamoureux et collaborateurs en 1995 au sujet de sa répartition dans le Bas-Saint-Laurent/Gaspésie. L'habitat du plant trouvé correspond à un schorre supérieur à marelles en érosion composée des espèces suivantes de façon discontinue (Tableau 4.).

Tableau 4. Plantes accompagnatrices de l'habitat du troscart de la Gaspésie dans la baie de Kamouraska

Nom français	%
troscart maritime	9
spartine alterniflore	8
plantain maritime	5
arroche hastée (prostrée)	4
spartine étalée	3
limonium de caroline	2
spergulaire des marais salés	1

ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES



Figure 16. Colonie de roseaux communs

Le roseau commun (*Phragmites australis subsp. australis*), espèce de graminée envahissante, s'est installé dans le marais et sur la digue de la baie de Kamouraska (Figures 16. et 17). Ces colonies dans le marais salé ont été systématiquement localisées, mais ces occurrences en terres agricoles adjacentes à la digue n'ont pas été localisées spatialement. Cependant, les colonies en terres cultivées sont

alignées en bordure des chenaux de drainage derrière les transects 7 et 8.

Cette plante peut avoir des effets dévastateurs sur la biodiversité dans son ensemble (Lavoie, 2003, 2007 et 2008, Centre Saint-Laurent et groupe de recherche PHRAGMITES).

L'arrivée de petites colonies variant entre 20 et 1000 plants environ retrouvés dans les chenaux de drainage agricoles et dans l'étage supérieur du marais salé de la baie de Kamouraska est récente puisqu'avant nos observations, aucune source n'avait documenté sa présence. Huit (8) colonies ont été recensées et cela totalise au-delà de 2800 plants uniquement dans le marais. Certaines colonies ont plus de 1000 plants.

Dans la région, outre les fossés des emprises routières, le roseau commun ne pousse qu'en partie surélevée de l'étage supérieur des marais salé, entre la limite de l'herbaçaie salé et le début de la prairie terrestre, ce qui correspond normalement au trait de côte. La propagation des graines du roseau commun se fait soit : par le vent, les oiseaux ou en suivant le fil de l'eau. Une fois installée, une colonie se propage également par tige souterraine (rhizome).

Dans une moindre mesure, la salicaire commune, également inscrite sur la liste des plantes envahissantes, est également présente dans la prairie saumâtre à spartine pectinée, mais sa présence est très limitée.



Figure 17. Localisation des colonies de roseaux communs dans la baie de Kamouraska en 2012

FLORE DES ZONES ANTHROPISÉES

Les 47 plantes, arbres et arbustes retrouvés sur la digue ne constituent pas un ensemble homogène mis à part de grandes zones envahies par le phalaris roseau, les épilobes, le rosier rugueux ou les chardons. Le concombre grimpant et le lycopode claviforme qui sont présents à des endroits très localisés sont pour le moins des observations surprenantes. On ne peut pas considérer la flore de la digue comme intéressante du point de vue de sa composition, mis à part quelques exceptions comme la spartine pectinée, le groseiller hérissé ou l'angélique brillante, plantes typiques du **supralittoral**. Cependant, la végétation de la digue fournit un habitat marginal de transition entre les terres et la mer.



Figure 18. Spartine pectinée au bord de la rte. 132



Figure 19. Carex paléacé

La présence de certaines plantes maritimes dans les chenaux agricoles et au bord de la route 132 fut très intéressante (Figure 18.). En effet, le carex paléacé, une herbacée de la limite supérieure de l'herbaciaie salée y pousse accompagnée de quelques autres espèces limitrophes (Figure 19.). Il s'agit d'indices de la présence d'eau saumâtre. Des taxons **halophytes** tels que le troscart maritime, avec des plantes de milieux saumâtres comme les joncs de Gérard et de la Baltique, l'angélique brillante, l'hiéochloé odorante, avec des plantes d'eau douce comme l'iris versicolore, la cicutaire maculée et la quenouille à feuilles larges partagent aussi le fond des chenaux de drainage agricole.



Figure 20. Marais salé dans le chenal de drainage derrière la digue

Une petite communauté de plantes **halophiles** a été retrouvée du côté agricole de la digue. La spartine alterniflore, l'isoète à spores épineuses et la renoncule cymbalaire la composent principalement. Cette bande riveraine occupe un espace assujéti aux marées et à l'intrusion d'eau salée dans le chenal du côté agricole (Figure 20.). Lors de notre passage, deux clapets obstrués ont été

observés, laissant vraisemblablement entrer l'eau salée dans les chenaux du côté agricole.

Au niveau des chenaux déblayés pour l'écoulement des eaux par les clapets de la digue, la végétation suit le même étagement et est représentée par une sélection représentative des mêmes plantes maritimes que dans le marais salé. Vu la pente forte des chenaux, l'étagement de la végétation y est résumé rapidement.



Figure 21. Végétation étouffée par les laisses de tempête



Figure 22. Colonie d'arroches hastées

Le schorre supérieur historiquement plus large (Gauthier et coll., 1980 et Mathieu, 2008) permettait aux débris marins de se répartir. La construction de la digue avancée sur le marais salé a contraint la dispersion de ces laisses de mer en accumulation plus concentrée à sa base. La concentration de ces accumulations de débris est parfois si importante qu'elle en étouffe la végétation maritime (Figure 21.). Acculés au pied de la digue, ces débris sont parfois colonisés par l'arroche hastée, une plante des littoraux perturbés, en abondante concentration (Figure 22.) en remplacement d'une mince frange constituée ailleurs de spartine pectinée et de scirpe maritime.

FAUNE AVIAIRE



Figure 23. Bruant de Nelson

© Andy Reago et Chrissy McClarren

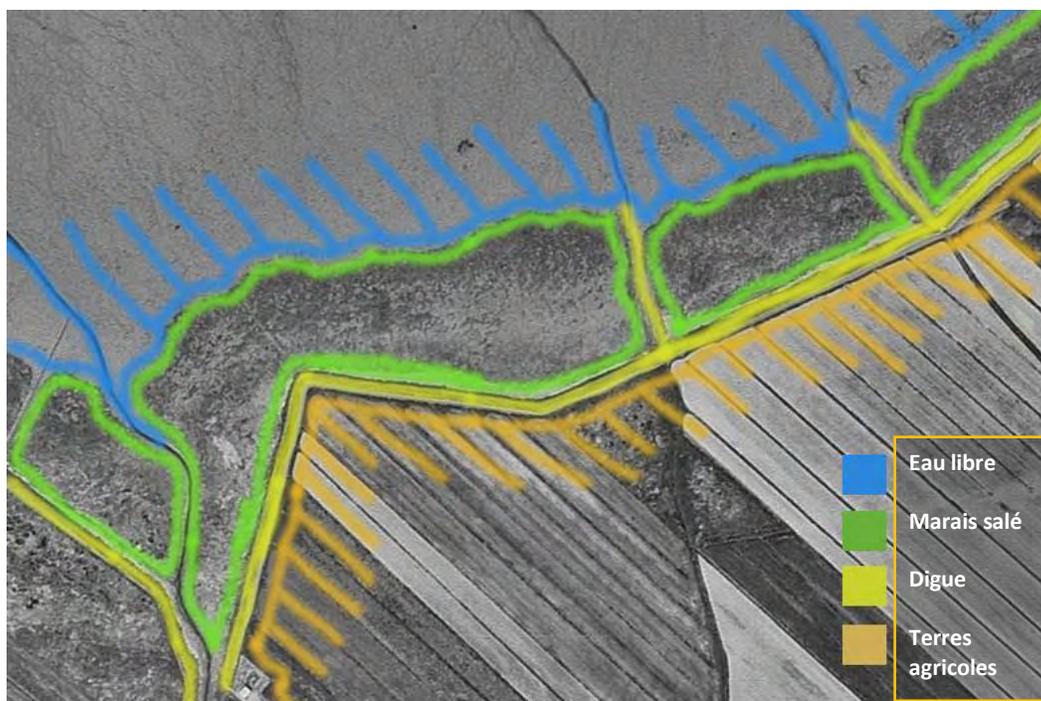
Les oiseaux nicheurs et les espèces en péril de l'étage supérieur du marais salé sont le point de mire de ce volet faunique (Figure 23. et annexe V.). Par nicheur de l'étage supérieur du marais salé on entend toute espèce d'oiseau qui pond ses œufs et/ou élève ses oisillons directement à partir du sol, dans la végétation du marais salé. Plusieurs espèces d'oiseaux reliées aux marais salés ou saumâtres sont en déclin dans l'estuaire du Saint-Laurent (Gagnon,

1996). Le site fait partie de la zone importante pour la conservation des oiseaux (**ZICO**) de Kamouraska qui est désignée pour des concentrations significatives de **sauvagine**, de **passereaux** migrateurs et de **limicoles**. Trois (3) aires de concentration des oiseaux aquatiques (**ACOA**) sont identifiées dans le secteur de la baie de Kamouraska et elles sont désignées surtout pour des abondances d'oies et de bernaches (Tardif, 1999).

Les oiseaux des terres agricoles et des prairies n'ont pas été observés sous le même effort que ceux du côté de l'estuaire. Cependant, leurs comportements visibles et audibles ne pouvant être ignorés, ils furent considérés dans l'inventaire lors de la première passe et la présence d'espèces en péril justifia de les inclure.

MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE AVIFAUNIQUE

L'inventaire de la faune aviaire a été réalisé au moyen de 9 points d'observation et d'écoute placés au sommet de la digue à tout les 500 m entre le Cap Blanc et le Ruisseau des bras (Figure 6.). En somme, trois passes ont été réalisées entre mai et août, totalisant 27 heures d'ornithologie sur le terrain. Tous les oiseaux entendus ou vus à l'œil nu, aux jumelles ou à la lunette terrestre (téléscope) étaient systématiquement classés par type d'habitat (Figure 24. et Annexe VI.). Les comportements observés chez les oiseaux en période de nidification ont été analysés selon les codes de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (Annexe VIII.) Deux passes s'effectuèrent d'est en ouest (23 mai et 6-7 août) et la troisième en sens inverse (6 juillet). Les observations s'effectuaient de deux façons : par un point d'écoute et de relevé visuel de 15 minutes en direction du prochain transect et par un déplacement vers le point suivant. Afin d'éviter les doubles comptages, il s'agissait de ne jamais observer derrière soi ou d'anticiper le transect suivant. Quelques espèces furent rajoutées à l'inventaire lors de sorties axées sur la flore jusqu'en septembre. Une passe supplémentaire de nuit a été réalisée à l'ouest de la baie, un secteur propice pour le râle jaune (espèce « préoccupante », **COSEPAC**). La passe a été faite de 21 h à 23 h durant la nuit du 5 juillet à l'ouest du marais et deux petits cailloux furent frappés entre eux pour imiter son chant caractéristique.



Fond de carte extrait de : Kamouraska_HMQ95-121-2, photographie aérienne, 1995, MRC de Kamouraska

Figure 24. Quatre (4) grands types d'habitats sur un échantillon de l'aire d'étude

RÉPARTITION DES COMMUNAUTÉS AVIAIRES

Le nombre moyen d'individus par type d'habitat pour chaque point d'observation est représenté dans les Figures 25 et la carte 26. À cause de leurs déplacements et de leur grand nombre, les groupes d'oiseaux en survol (Ex. : goélands) sont ici ignorés pour éviter de biaiser les données sur l'utilisation directe des habitats. À l'est, on observe plus d'oiseaux aquatiques en eaux libres qu'à l'ouest. La présence de la vasière à algue brune à l'est explique fort probablement cette forte abondance. À l'inverse, le marais plus large à l'ouest semble moduler l'abondance des oiseaux des marais vers les plus fortes abondances. L'exploration des données a aussi permis de constater que la diversité (nombre d'espèces total) suivait les mêmes fluctuations que l'abondance, mais de façon moins marquée.

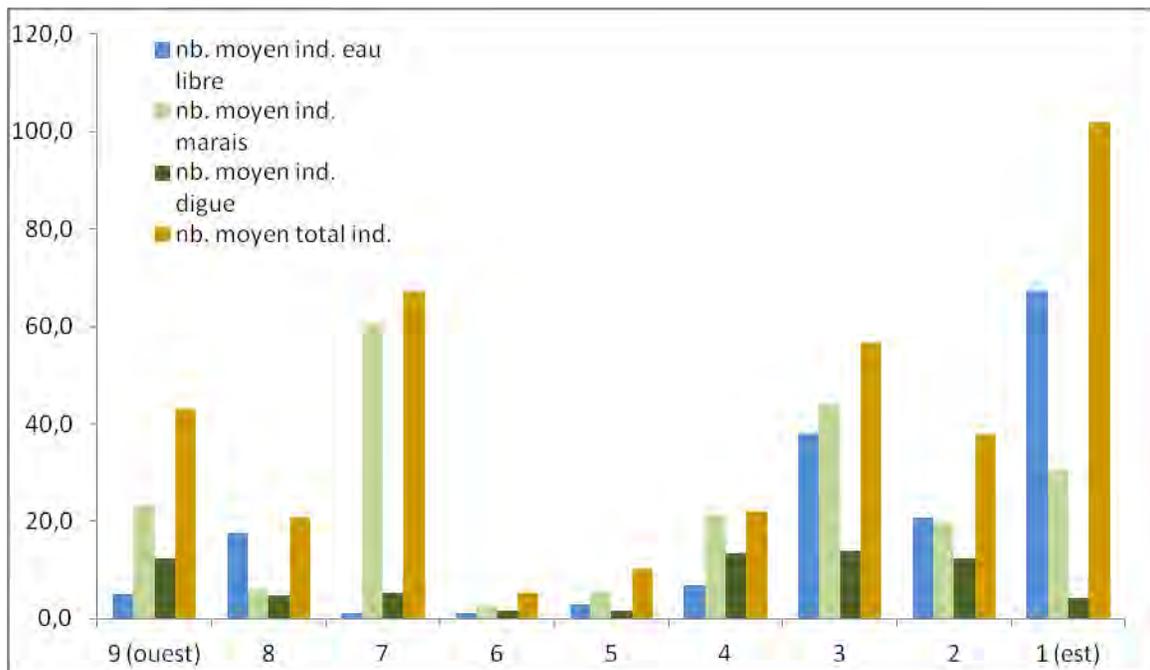
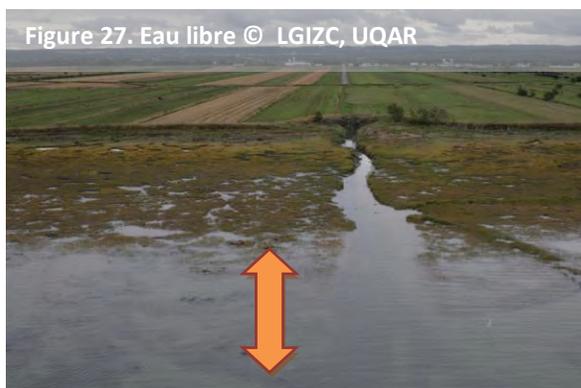


Figure 25. Comparaison du nombre moyen d'espèces d'oiseaux (individus) par point d'observation



Figure 26. Abondance de la faune aviaire par points d'observation

EAU LIBRE



Lorsqu'on parle d'eau libre, il s'agit d'une zone recouverte au moment des marées hautes et qui s'étend sur 100 mètres au large de la limite de la végétation visible identifiée au jugé (Figure 27.). Onze (11) espèces d'oiseaux, principalement des canards, profitaient de la faible profondeur des eaux pour se reposer, fuir de notre présence ou s'alimenter. À

marée basse, une étendue approximative de 25 mètres était considérée sur les eaux de l'estuaire. Le banc d'algues brunes accroché aux rochers de la vasière ainsi que l'étage inférieur du marais salé de l'est attire plus d'oiseaux strictement aquatiques. Les habitats en eau libre de la portion de l'est de l'aire d'étude font augmenter l'abondance moyenne du transect 1 (Tableau 5). Par exemple, l'habitat en question est propice à l'alimentation de l'eider à duvet et de ses canetons (Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'eider à duvet, 2004). C'est d'ailleurs à ce seul endroit dans la baie de Kamouraska que ce canard de mer fut observé durant les levées de terrain. Les nicheurs des petites colonies insulaires de l'île aux Harengs et de l'archipel des îles de Kamouraska (*Ibid.*) peuvent possiblement utiliser la vasière de la baie de Kamouraska en guise d'aire d'élevage des crèches (groupes familiaux).

Tableau 5. Espèces d'oiseaux en eaux libres

Espèce	Statut sur le lieu d'observation
canard colvert	Nicheur confirmé, canetons
canard noir	<i>Idem</i>
canard souchet	Migrateur
eider à duvet	Crèches
goéland à bec cerclé	Visiteur en alimentation
goéland argenté	<i>Idem</i>
goéland bourgmestre	<i>Idem</i>
grand héron	<i>Idem</i>
harle huppé	Migrateur en alimentation
plongeon huard	Visiteur estivant en alimentation
sarcelle d'hiver	<i>Idem</i>

MARAIS SALÉ

Le marais salé est de loin l'habitat qui attire le plus grand nombre d'espèces et parfois en grands groupes (Tableau 6.). Sur les 54 espèces observées durant cet exercice, 35 étaient directement présentes dans cette zone. De petits groupes de **limicoles** en migration comme des bécasseaux et des pluviers, totalisant une dizaine d'espèces, ont fréquenté le marais et quelques-unes ont directement utilisé la végétation herbacée comme protection (Ex. : bécasseau minuscule). Certaines espèces de canards observées au repos et en alimentation durant leur migration printanière ou durant leur estivation **postnuptiale** ont utilisé les marelles à ruppie maritime de l'étage supérieur. Noter que jusqu'à 115 canards noirs, 30 sarcelles d'hiver et 20 grands hérons furent observés entre la végétation du marais en une seule passe. Le grand héron témoigne de l'habitat du poisson. Le canard noir est l'espèce la plus fréquente autant dans cet habitat que dans l'ensemble de la zone aquatique.

Le tableau suivant illustre les espèces nicheuses et les visiteurs réguliers qui s'y alimentaient ou s'y reposaient directement. Les espèces en péril sont en vert pâle. Les migrateurs et les visiteurs de passages ont été exclus (Annexe VI.).

Tableau 6. Espèces d'oiseaux dans le marais salé

Espèce	Statut sur le lieu d'observation
grand héron	Visiteur en alimentation à marée haute
canard noir	Nicheur confirmé, canetons dans la végétation
canard colvert	<i>Idem</i>
pluvier kildir	2 familles observées dans l'étage supérieur
hirondelle rustique ¹	Familles s'alimentant d'insectes aériens au dessus de la végétation
bruant des prés	Nicheur confirmé dans la végétation herbacée
bruant de Nelson ²	Nicheur probable
hibou des marais ³	Nicheur confirmé dans la végétation herbacée

^{1, 2 & 3} voir la rubrique des espèces à statuts particuliers pour une localisation plus précise

DIGUE ET CHENAUX DE DRAINAGE



L'utilité de la structure anthropique naturalisée qu'est l'aboteau a été documentée. La digue et sa végétation herbacée sèche servent de structure de protection pour la nidification des cannes et les chenaux associés de voie de circulation pour les familles de canetons. Pour une espèce en baisse d'abondance comme le canard noir (Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord, 2012**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), il est important de noter que 5 familles

différentes de canetons de cette espèce ont été observées en une même journée du mois de juillet au niveau des chenaux d'écoulement reliés à la digue (Figure 28.).

Des 15 espèces relevées, seules les utilisatrices directes ont été conservées (alimentation et nidification) dans le Tableau 7. Les visiteurs qui ne s'y sont que perchés ou les espèces ubiquistes non nicheuses ont donc été exclus (Ex. : quiscale bronzé, chardonneret jaune, jaseur d'Amérique, etc.).

Tableau 7. Espèces d'oiseaux relevées sur la digue et dans les chenaux de drainage

Espèce	Statut sur le lieu d'observation
grand héron	Visiteur en alimentation dans les chenaux
canard noir	Nicheur confirmé, canetons dans les chenaux
canard colvert	<i>Idem</i>
busard Saint-Martin	En prédation sur la digue
paruline jaune	Nicheur probable dans les arbustes
paruline masquée	Nicheur probable dans les arbustes
bruant chanteur	Nicheur probable dans les arbustes
bruant des prés	Nicheur confirmé dans les herbacées
carouge à épaulettes	Nicheur confirmé dans les chenaux

TERRES AGRICOLES

Une espèce en fort déclin, l'alouette hausse-col (sous-espèce des prairies), fut observée en nidification en terre cultivée durant une levée de terrain au printemps (Tableau 8.). Les oiseaux de prairie, comme l'alouette hausse-col et le goglu des prés (observés durant cet exercice), ont régressé de 70 % dans les basses terres du Saint-Laurent (Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord, 2012). « L'adoption de nouvelles pratiques agricoles rendent les terres agricoles moins propices comme habitat, et les forêts ont repoussé sur des pâturages abandonnés. » (*Ibid.*). Étant donné que la sous-espèce nicheuse des Basses-Terres du Saint-Laurent, appelé à « face blanche » ou « des prairies » (*Eremophila alpestris praticola*) est pratiquement extirpée du Bas-Saint-Laurent (J. Larivée, com. pers. **ÉPOQ**), nous avons jugé que sa mention était plus que pertinente. Cette sous-espèce nichait fréquemment il y a peine 30 ans (*Ibid.*).

Tableau 8. Espèces d'oiseaux relevées en terres agricoles

(Les nicheurs au sol sont en gras et les espèces en péril ou en déclin sont en vert pâle.)

Espèce	Statut sur le lieu d'observation
bihoreau gris	Visiteur dans un chenal de drainage agricole
busard Saint-Martin	En prédation au dessus des terres
faucon pèlerin (<i>anatum</i>) ¹	En survol au dessus des terres
hirondelle bicolore	Visiteur en survol au dessus des terres
hirondelle rustique ²	Visiteur en survol au dessus des terres
alouette hausse-col (des prairies)	Nicheur confirmé sur la surface agraire
étourneau sansonnet	Visiteur en alimentation sur les terres
goglu des prés³	Nicheur confirmé sur la surface agraire
bruant chanteur	Nicheur probable dans les arbustes
bruant des prés	Nicheur confirmé sur la surface agraire
bruant de Nelson ⁴	Visiteur dans la bande riveraine
carouge à épaulettes	Nicheur potentiel dans les fossés

^{1, 2 & 3} voir la rubrique des espèces à statuts particuliers pour une localisation plus précise

ESPÈCES D'OISEAUX EN PÉRIL ET À STATUT PARTICULIER

Un accent fut porté sur la localisation des espèces d'oiseaux en péril (Tableau 9.). Un total de 7 espèces d'oiseaux désignés en péril et une autre en fort déclin furent observées lors des levées d'inventaires. Dans une optique de préservation de ces espèces, il a été tenté d'orienter nos observations sur leurs comportements de nidification ou d'alimentation en lien direct avec la structure végétale présente. Notons que les oiseaux visiteurs ne sont pas considérés comme des « utilisateurs » des habitats puisque ces derniers furent seulement observés en survol et n'affichaient aucun comportement d'alimentation, de repos ou de nidification, donc, d'utilisation directe des habitats et de leurs ressources (Annexes VII.).

Tableau 9. Liste des espèces d'oiseaux en péril inventoriées dans la baie de Kamouraska en 2012

Espèce	Statut provincial MRNF	Statut fédéral COSEPAC	Statut sur la côte	Habitat (s) côtier (s) fréquenté (s)	Statut en terres agricoles	Habitat (s) agricole (s) fréquenté (s)
faucon pèlerin (<i>anatum</i>)	Vulnérable	—	—	—	Visiteur	Survol des terres
bruant de Nelson (atlantique)	SDMV	—	Nicheur probable	Marais salé	Visiteur	Chenal saumâtre derrière la digue
goglu des prés	—	Menacée	Estivant	Aboiteau et marais salé	Nicheur confirmé	Prés avec haies brise-vent
bécasseau maubèche (<i>rufa</i>)	SDMV	En voie de disparition	Migrateur	Vasière maritime	—	—
sterne Caspienne	Menacée	—	Visiteur inusité	Survol au dessus de la vasière maritime	—	—
hirondelle rustique	—	Menacée	Estivant	Aboiteau et marais salé	Nicheur confirmé	Prés
hibou des marais	SDMV	Préoccupante	Nicheur confirmé	Marais salé	—	—



Figure 29. Hibou des marais

© Bex Ross, Eilean Siar

Cela faisait une dizaine d'années que le hibou des marais (**SDMV**, MRNF et préoccupante, COSEPAC) n'avait pas été observé dans le secteur de Kamouraska (ÉPOQ) et un peu plus comme nicheur régional (Gauthier et Aubry, 1995) (Figure 29.). La nidification confirmée de ce hibou diurne sur l'étage supérieur du marais salé de Kamouraska durant cet exercice avait donc de quoi nous réjouir.

Durant la passe nocturne axée sur la présence du râle jaune, aucun individu ne s'est manifesté. Le râle jaune ne

figure pas dans les présences historiques (ÉPOQ) et il est fort probable que l'absence de l'herbaçie saumâtre à carex dans une grande partie de la baie soit un facteur limitant sa présence (Environnement Canada, 2012).

RÉPARTITION DES ESPÈCES EN PÉRIL

La Figure 30. constitue une compilation de toutes les observations d'espèces d'oiseaux pour l'ensemble de la zone d'étude par grands types d'habitats et comprends aussi les oiseaux en survol qui n'étaient que de passage. Les espèces en péril sont distinguées du nombre d'espèces total. Le marais salé est clairement l'habitat le plus fréquenté de la zone d'étude par les espèces en péril. La digue est l'habitat le moins fréquenté et n'accueille que des nicheurs communs même si certaines espèces en péril l'utilisent comme perchoir. Les terres agricoles sont relativement accueillantes, pour des nicheurs champêtres en péril.

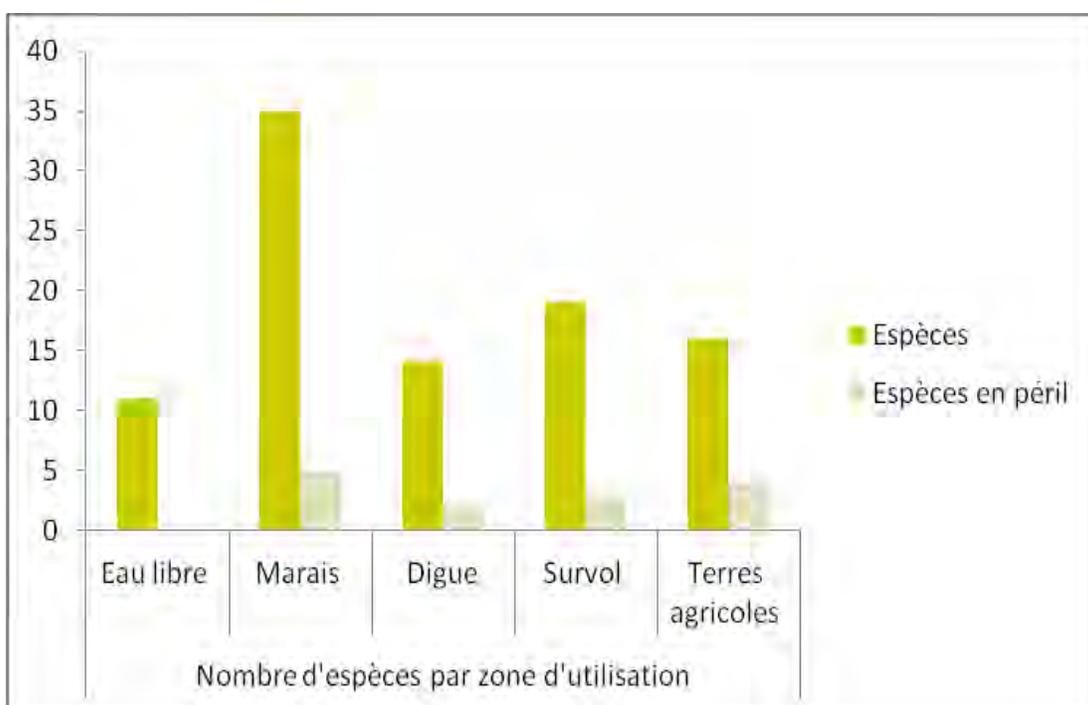


Figure 30. Nombre total d'espèces d'oiseaux et nombre d'espèces d'oiseaux en péril par type d'habitat



Figure 31. Prairie saumâtre à spartine pectinée

L'ouest du marais est davantage utilisé par les espèces en péril et également en plus grand nombre (Figure 32). C'est également à l'ouest, à partir du point d'observation PO-7 que sont retrouvés les bruants de Nelson (6 mâles chanteurs) et le hibou des marais, lesquels sont absents du reste du marais vers l'est. Cette zone est aussi prisée par le goglu des prés en groupes familiaux après la reproduction.

La prairie saumâtre à spartine pectinée (Figure 31.), le marais salé à spartine étalée et le marais estuarien du ruisseau des Bras (PO-8, PO-9, TR-8 et TR-9) se sont avérés être les habitats de la zone la plus riche de l'aire d'étude autant pour la présence du plus grand nombre d'espèces d'oiseaux en péril que pour sa diversité floristique.

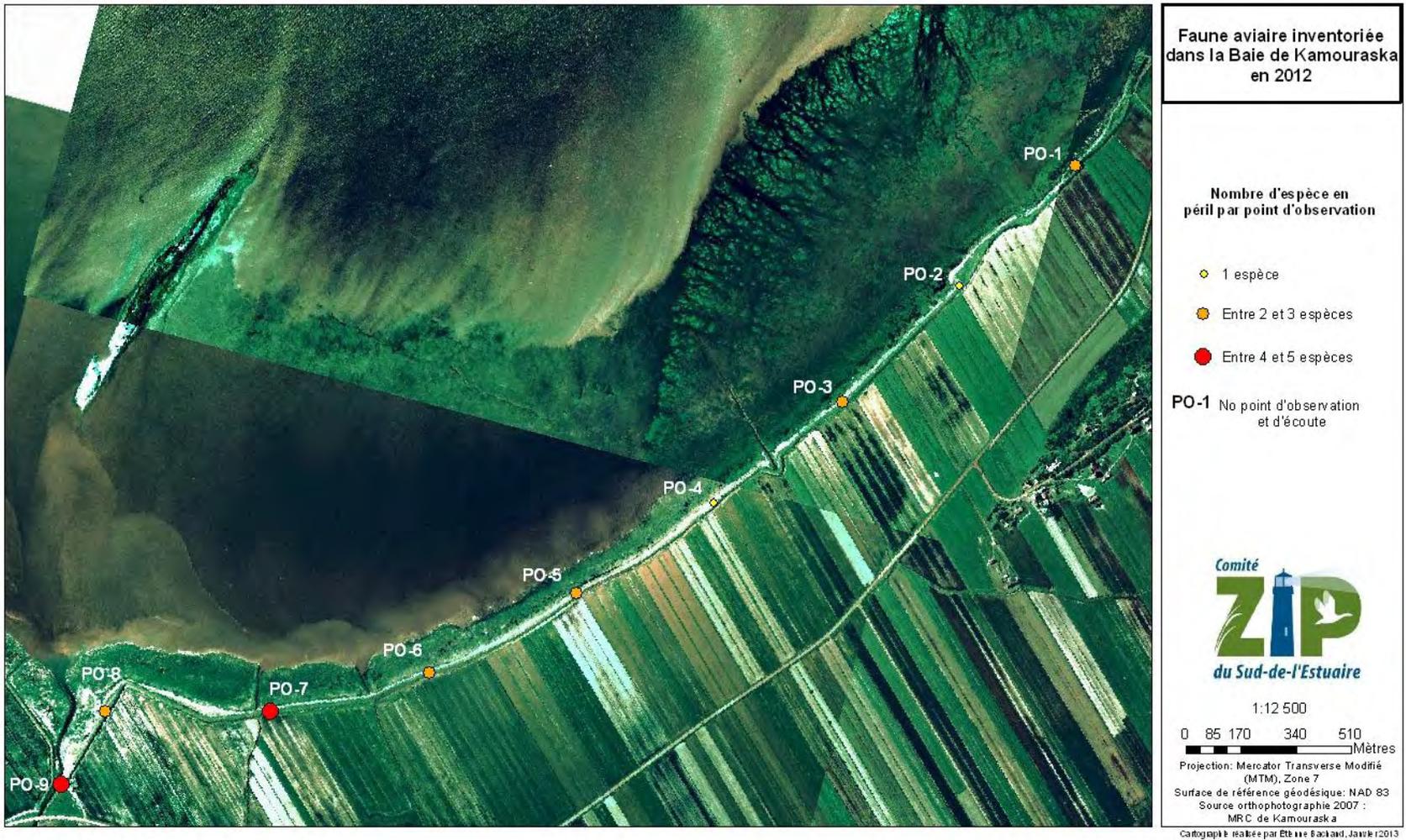


Figure 32. Nombre d'espèces d'oiseaux en péril observées par point d'observation

ENVIRONNEMENT PHYSIQUE (GÉOMORPHOLOGIE)

MÉTHODOLOGIE

L'inventaire géomorphologique s'est déroulé les 10 et 11 août 2012. L'ensemble de la baie de Kamouraska du Cap Blanc à l'embouchure du ruisseau des Bras a été segmenté par tronçon uniforme et caractérisé en fonction des différentes sections de la côte. Au niveau des côtes à terrasse de plage, l'**arrière-plage**, la **haute plage**, le **haut estran** et le **bas estran** ont été caractérisés (Figure 33.). Au niveau du marais salé, les sections de la slikke et du schorre supérieur et inférieur ont été caractérisées (Figure 34.). Plusieurs éléments ont été relevés à chacune des sections comme la largeur de la section, la végétation, les éléments morphologiques présents, les **processus actifs**, la **lithologie**, la **stratigraphie**, les types de structure de protection, l'état du trait de côte, de la **ligne de rivage** et de la digue (Annexe X.).

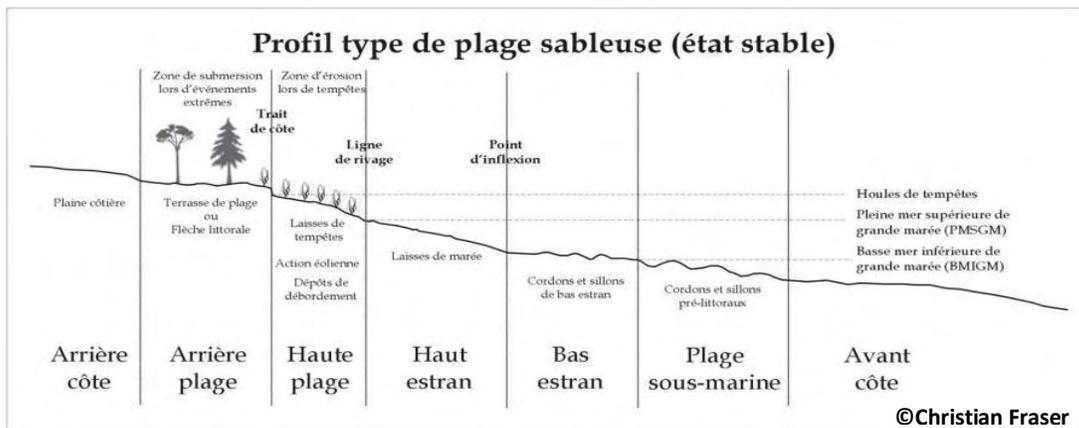


Figure 33. Nomenclature des sections de plage en fonction des niveaux de marée

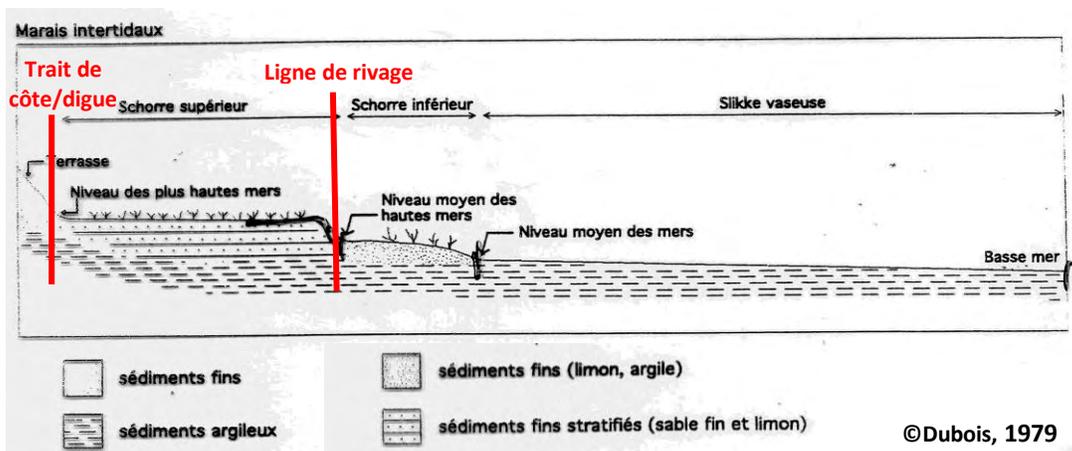


Figure 34. Nomenclature des sections d'un marais salé en fonction des niveaux de marée

Un travail de photo-interprétation a été réalisé sur une série de photographies aériennes de 1961, 1995 et d'un relevé **LIDAR** réalisé en 2009. De plus, la ligne de rivage fut validée et géolocalisée lors du relevé terrain de 2012. Les photographies aériennes ont été géoréférencées à l'aide d'un système d'information géographique (SIG). Le but de l'interprétation chronologique était de constater l'évolution historique de la côte en traçant la ligne de rivage sur chacune des photographies aériennes. Sur une côte à terrasse de plage, la ligne de rivage correspond à l'endroit atteint par les pleines mers supérieures de grandes marées (PMSGM, Annexe XV.) souvent visible à la limite inférieure des plantes vasculaires terrestres halophiles (Ex. : élyme des sables d'Amérique) ou à une microfalaise intimement liée à l'état de la côte (Figure 33.). Tandis que sur une côte à marais salé, la ligne de rivage correspond à l'endroit atteint par les pleines mers supérieures de marées moyennes (PMSMM) visible à la limite entre le schorre supérieur et le schorre inférieur, souvent caractérisée par une microfalaise d'érosion ou un changement dans la végétation (Figure 34., 35. et Annexe II.). Sur les photographies aériennes, la ligne de rivage a été identifiée en se basant sur des changements de teinte, de ton (valeur de gris) et de texture. Par la suite, des mesures de largeur du schorre supérieur ont été réalisées à l'aide d'un SIG sur 10 transects, afin de déterminer l'évolution historique du schorre supérieur entre 1961 et 2012. Il faut noter que le travail réalisé à l'aide d'un SIG comporte une marge d'erreur liée à la manipulation et à la qualité des photographies.

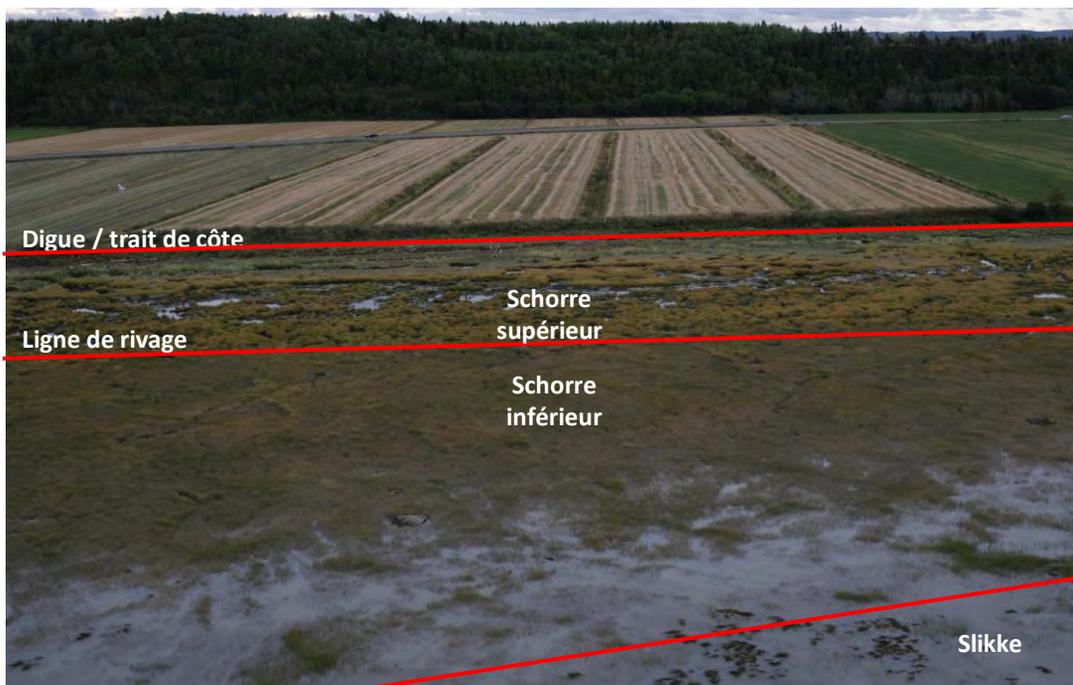


Figure 35. Nomenclature des sections d'un marais salé. © LGIZC 2010

TYPES DE CÔTES ET DE STRUCTURES DE DÉFENSES CÔTIÈRES

Le nombre de mètres de côte caractérisés dans la baie de Kamouraska correspond à 4 435 mètres, du Cap blanc au ruisseau des Bras (Figure 40.).



Figure 36. Côte à marais maritime



Figure 37. Terrasse de plage à marais maritime

La côte est principalement composée de marais maritimes, 4 016 mètres (Figure 36.) et de côte mixte formée de terrasses de plage à marais maritimes, 419 mètres. Ce type de côte correspond à une terrasse de plage où l'on retrouve sur le bas estran une végétation typique de schorre inférieur (Figure 37.).



Figure 38. Digue accompagnée d'un muret de bois



Figure 39. Digue accompagnée d'un muret de bois et de blocs déversés

La digue a été caractérisée sur 4 212 mètres. Bien que principalement construite en sédiment meuble lié aux déblais des chenaux de drainage, ce n'est pas une structure uniforme, car elle est composée de différents matériaux. On retrouve 1 217 mètres de digue seule composée de sédiments meubles. Sur 787 mètres, la digue est accompagnée d'un muret de bois (Figure 38.). Enfin, la digue est accompagnée de blocs déversés sur 418 mètres ou est constituée d'un mélange des trois composants sur 1 790 mètres (Figure 39.).

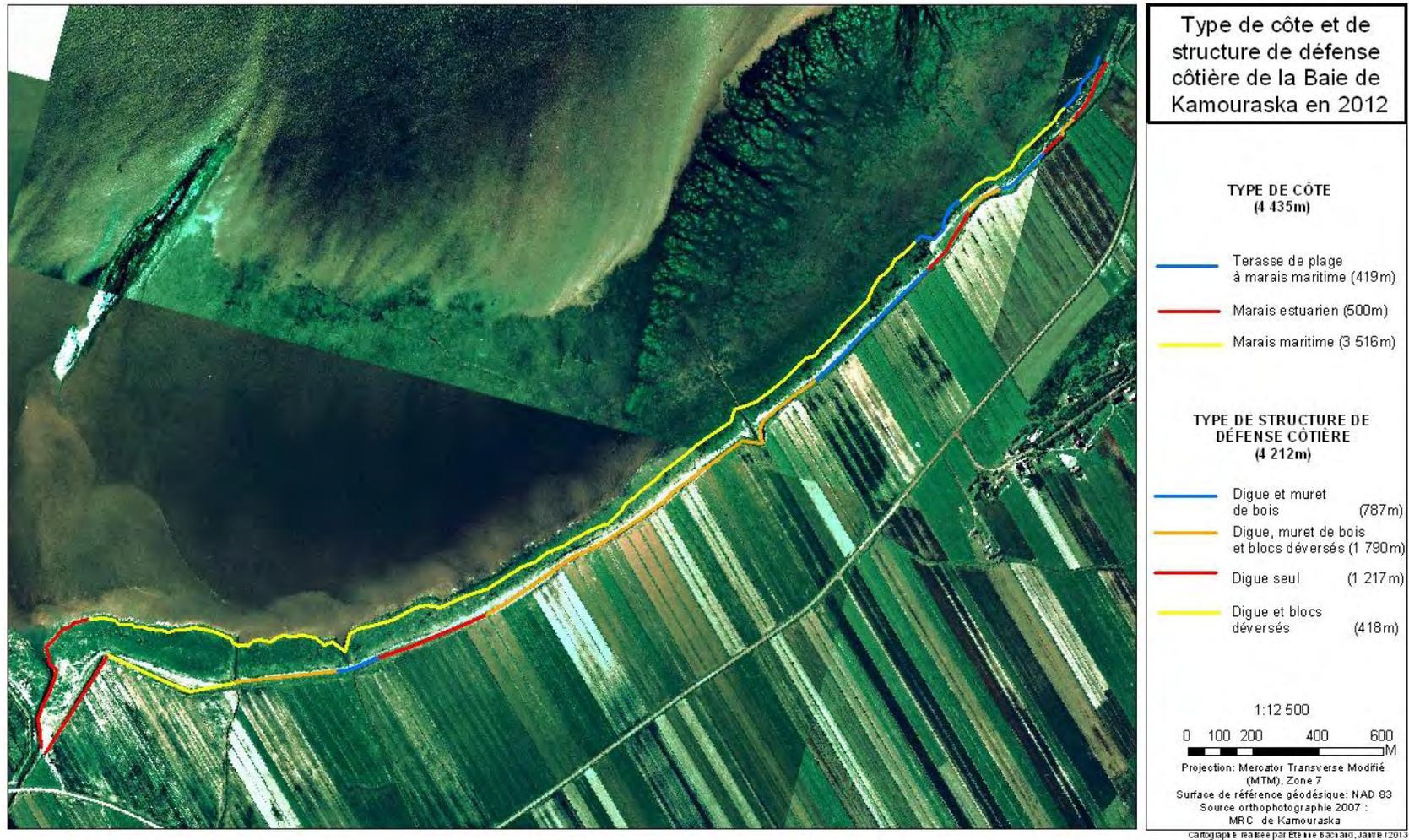


Figure 40. Type de côte et structure de défense côtière de la baie de Kamouraska en 2012

ÉTAT DE LA CÔTE ET DE LA DIGUE



Figure 41. Microfalaise d'érosion



Figure 42. Côte semi-végétalisée

Le marais et la digue présentent des signes d'érosion moyenne et sévère (Figure 45. et Tableau 10.). À la limite entre le schorre supérieur et inférieur, la côte est active et on retrouve une microfalaise d'érosion sur 863 mètres (Figure 41.). Sur 1492 mètres la côte est semi-végétalisée, donc un niveau d'érosion plus faible (Figure 42.). Aussi, sur 2 080 mètres la côte est stable et végétalisée.

Tableau 10. État de la côte et de la digue dans la baie de Kamouraska en 2012

État	Active/Très endommagé (m)	Semi-végétalisé/Partiellement endommagé (m)	Végétalisé/Bon état (m)	Total (m)
Côte	863	1 492	2 080	4 435
Digue	999	1 699	1 514	4 212

Un tronçon de 999 mètres de digue est très endommagé et actif (Figure 43.). On retrouve 1 699 mètres de digue partiellement endommagés et semi-végétalisés. Enfin, 1 514 mètres sont en bon état et végétalisés. Enfin, plusieurs signes de submersion ont été identifiés comme des laisses de tempêtes au pied de la digue (Figure 44.) et des **lobes transgressifs** sableux.



Figure 43. Digue très endommagée



Figure 44. Accumulation de laisses de tempête à la base de la digue

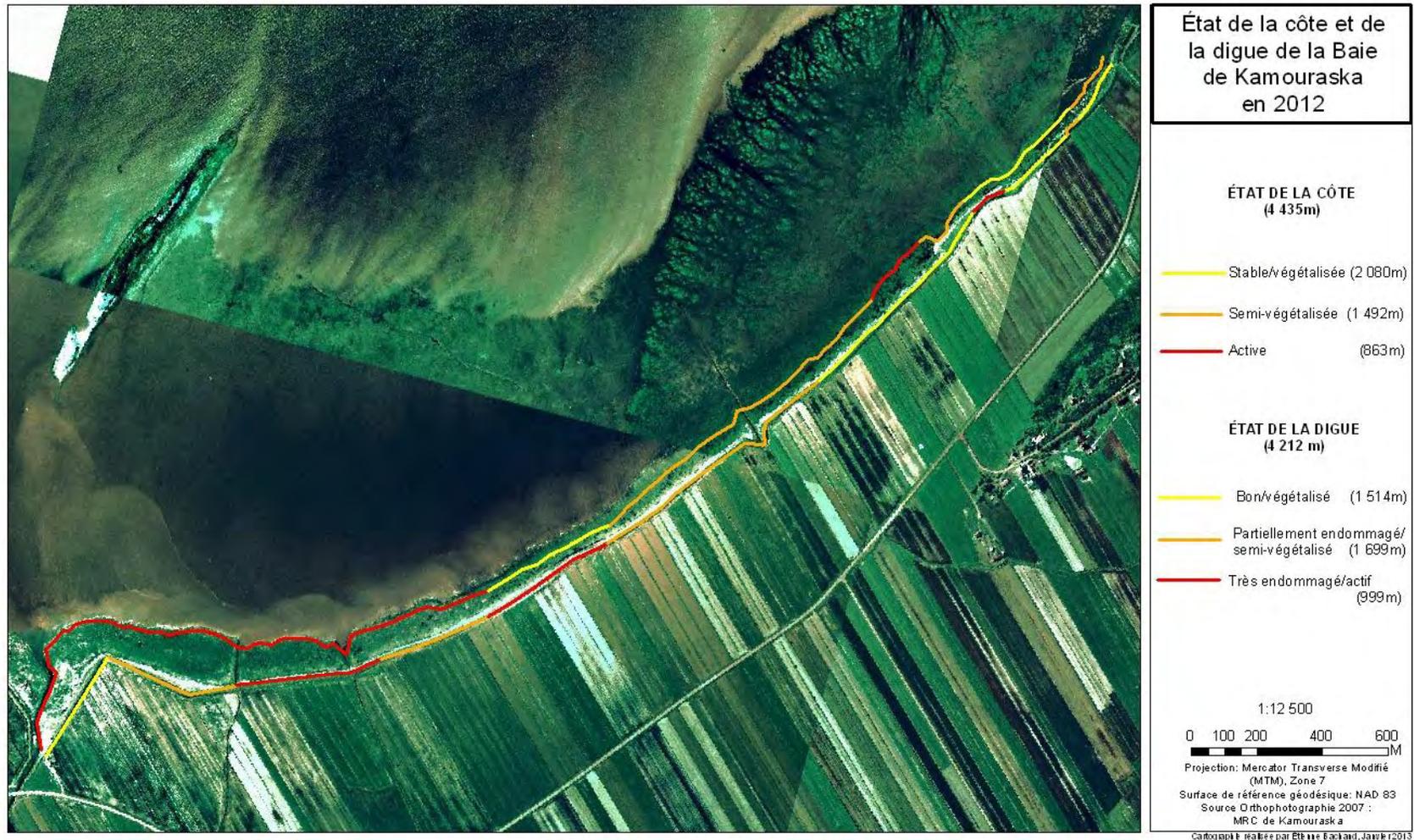


Figure 45. État de la côte et de la digue de la baie de Kamouraska en 2012

ÉVOLUTION RÉCENTE DU MARAIS

Le laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) fait un suivi de l'ensemble des côtes en érosion depuis plusieurs années à l'aide de stations de mesure implantées sur le terrain et relevées annuellement. Dans les côtes à marais maritimes, les taux d'érosion sont mesurés à partir de la microfalaise de l'étage supérieur. Le secteur de la baie de Kamouraska est suivi depuis 2009 (Figure 46.). Il faut noter que les stations de mesure sont implantées dans les secteurs en érosion, soit dans l'ouest de la baie de Kamouraska. Seules les cinq stations de mesure du côté est du ruisseau des Bras ont été considérées puisqu'ils correspondent au territoire caractérisé.

Les résultats démontrent des taux d'érosion importants. Les taux de déplacement annuels varient de -0,35 mètres à -5,2 mètres. Ce dernier est en 2010-2011 soit probablement durant l'évènement extrême du 6 décembre 2010. Les taux moyens de déplacement varient entre -0,65 et -2,95 mètres. Il est difficile de dégager une grande tendance et d'évaluer les taux d'érosions futurs puisque trop peu de données sont encore disponible pour ce secteur. L'évolution historique de la côte sur des photographies aériennes anciennes permet d'évaluer ces grandes tendances ou d'en dégager les périodes d'érosion ou d'accumulation.

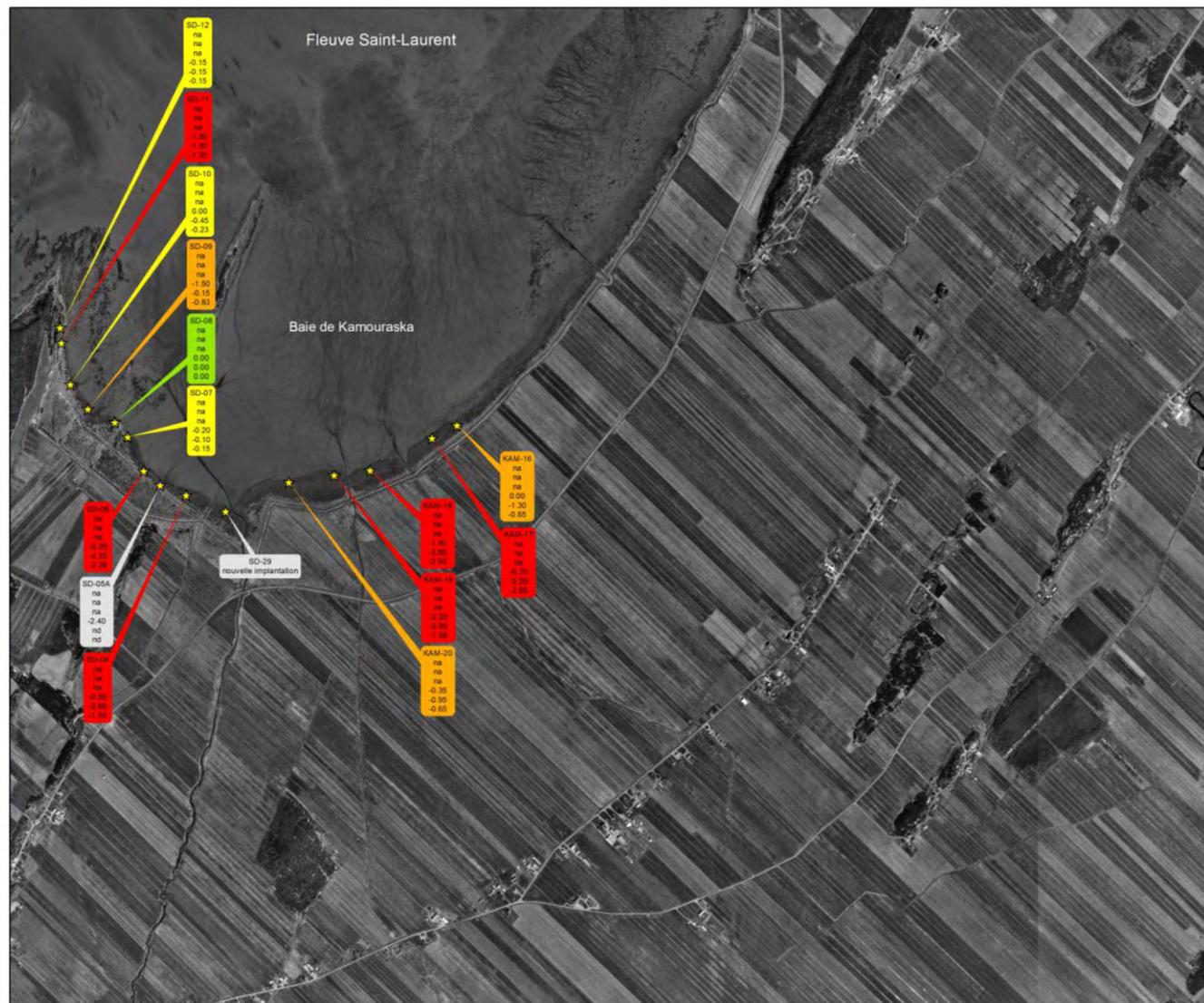
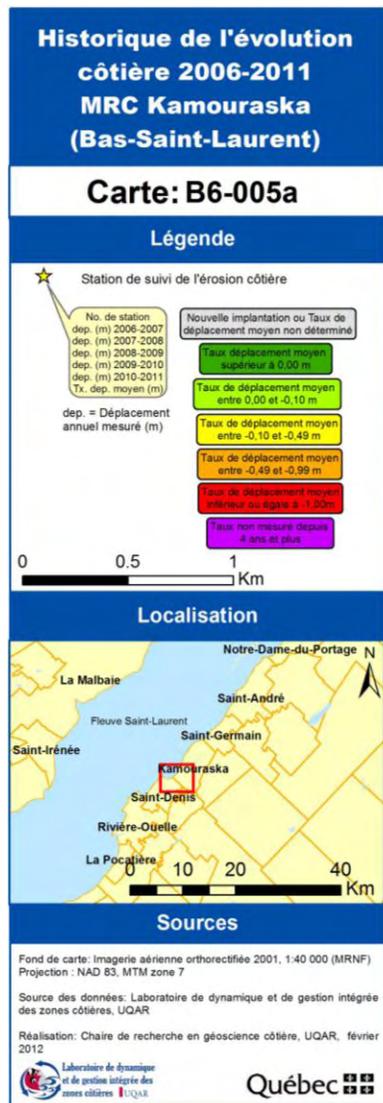


Figure 46. Historique de l'évolution côtière, 2006-2011, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, UQAR

ÉVOLUTION HISTORIQUE DU MARAIS SALÉ

L'analyse de photographies aériennes anciennes et récentes a permis de déterminer que le secteur fut relativement actif au cours des 51 dernières années (Tableau 11., Figure 47. et Annexe IX.). En effet, on observe une variabilité dans les taux de migration de l'ordre de 0 mètre à -42 mètres entre 1961 et 1995. Pour cette période, il y a un taux d'érosion moyen annuel de -0,5 m/an. En prenant uniquement en compte cette valeur, il serait possible de conclure que ce secteur et cette période sont peu actifs. Cependant, en observant les taux de migration pour chacun des transects, on remarque des zones stables au niveau de profils TR-6, TR-7B et TR-8. Tandis que les profils TR-3, TR-4 et TR-9 sont actifs avec des taux de migration négatifs de plus de 30 mètres entre 1961 et 1995.

Pour la période récente entre 1995 et 2012, on observe des taux de migration négatifs et élevés variant de -3 m à -62 m. Le taux d'érosion moyen annuel est de -1,1 m/an. En effet, les transects TR-7A, TR-7B, TR-8 et TR-9 présentent des taux de migration négatifs de plus de 20 mètres entre 1995 et 2012. Le taux maximum de -62 mètres relevé au transect TR-7A est probablement associé à la proximité du chenal d'écoulement qui favorise une **érosion préférentielle**. Un tableau des taux de migration par transects est disponible en Annexe IX.

Tableau 11. Statistiques des taux de migration du marais de la baie de Kamouraska

Période	Taux de migration (mètre)			
	Minimum	Maximum	Moyen	Taux annuel
1961 à 1995	0	-42	-17	-0,5
1995 à 2012	-3	-62	-18,1	-1,1
1961 à 2012	-11	-85	-35,1	-0,7

Les résultats démontrent que le taux annuel a plus que doublé entre la période ancienne (1961-1995) et la période récente (1995-2012). L'ensemble de la période d'analyse (51 ans), présente un taux de migration moyen annuel est de -0,7 m/an, avec un taux de migration moyen de -35,1 mètres. Ces résultats coïncident avec la tendance générale observée dans l'estuaire et dans le golfe du Saint-Laurent où l'on observe une accélération des processus d'érosion. Cette accélération est encore plus marquée dans les côtes à marais salé (Bernatchez et Dubois, 2004).



Figure 47. Évolution historique du marais salé entre 1961 et 2012

QUALITÉ DE L'EAU

Les **écotones** côtiers, tels les marais salés, sont reconnus comme des zones tampons à l'interface continent-océan dans lesquels les nutriments sont recyclés. Ces zones sont soumises à d'importants apports continentaux à l'origine d'une forte production biologique, faisant de ces milieux des écosystèmes parmi les plus productifs de la planète, mais également parmi les plus sensibles. La connaissance et la compréhension de leur fonctionnement forment donc des outils indispensables à la gestion durable de ces zones. Il n'existe pas de normes géochimiques spécifiques pour ces zones de marais, car il est très compliqué de déterminer des « concentrations acceptables » dans ces milieux fortement hétérogène et dynamique. Les normes proposées par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MENVIQ, 1990 ; MDDEFP, 2012) pour les lacs et rivières seront utilisées comme « concentrations seuils » (Painchaud, 1997 ; MDDEFP, 2012). Des informations complémentaires sur la méthode d'analyse des échantillons et sur les concentrations seuils sont disponibles en Annexes XI. et XII.

Tableau 12. Norme environnementale de la qualité de l'eau de surface pour différents paramètres

% OD (MDDEFP)	pH (MDDEFP)	Ammonium (MDDEFP)	Phosphore total (MDDEFP)	Nitrate/Nitrite (MDDEFP)
54-63 %	6,5 à 9,0	0,5 mg/L	0,03 mg/L	10 mg/L

Une trentaine d'échantillons d'eau de surface (marelles, chenaux de drainage, ruisseau des Bras, eau de la zone de balancement des marées) a été collectée le 25 octobre 2012 par deux équipes, une échantillonnant côté fleuve de l'aboiteau, l'autre dans les chenaux d'irrigations des champs agricoles (Figure 48. et Annexe XIV.). De plus, les résultats d'une station d'échantillonnage localisé au pont du ruisseau des Bras ont été inclus à l'annexe XIII. Cette station a été relevé quatre fois entre juillet et octobre 2012 et fait partie d'un réseau de station de la ZICO Kamouraska relevé par l'OBAKIR.

Quatre nutriments ont été analysés dont trois font partie du cycle de l'azote inorganique et le quatrième du phosphore.

- ✓ **L'ammonium (NH_4^+),**
- ✓ **Les nitrites (NO_2^-)**
- ✓ **Les nitrates (NO_3^-),**
- ✓ **Et les phosphates (PO_4^-).**



Figure 48. Localisation des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Les résultats présentés ne sont que des données ponctuelles dans le temps et dans l'espace. Ces résultats ne représentent en aucun cas une moyenne annuelle et doivent être considérés comme une « photographie instantanée » des conditions physico-chimiques et biogéochimiques du système étudié. Il est important de préciser que les échantillons ont été collectés au milieu de l'automne, à la fin de la saison agricole. Peu de précipitation ont été notée dans les jours précédents le prélèvement ce qui explique les faibles valeurs de débit mesurées dans les différents canaux (Annexes XIV.).

Les données de salinité et de conductivité montrent des valeurs comprises entre 0 et 18 psu et 5 et 29 mS/cm indiquant des milieux d'eau douce à saumâtre (Annexe XIV). Le pH varie dans l'aire d'étude entre 5,6 et 8,3 unités pH; les pH les plus bas (donc les plus acides) sont retrouvés au niveau des chenaux de drainage et des clapets. La saturation en oxygène dans l'eau varie de 24 % à 126 % de saturation; les faibles saturations d'oxygène se trouvant dans les mares et marelles et les fortes saturations dans les milieux plus dynamiques que sont les chenaux de drainage. Ces résultats physico-chimiques soulignent l'hétérogénéité de l'aire d'étude et suggèrent d'importants gradients qui sont typiques d'un écotone.

Pour les nutriments, nos résultats montrent que les concentrations d'ammonium sont faibles et globalement comprises entre 0 et 0,46 mg/L. Seulement deux échantillons ont des valeurs supérieures à 0,5 mg/L. Ils sont situés dans le même chenal, de part et d'autre du clapet le plus près de la rivière (Figure 49.). Les concentrations en nitrates dominent le couple nitrate/nitrite. La somme des deux composés sera discutée ici. Les concentrations en nitrite et nitrate sont élevées et atteignent 20 mg/L dans la plupart des échantillons (Figure 50.). On constate que les concentrations sont supérieures à 20 mg/L derrière la digue et dans les chenaux de drainage. Les concentrations sont plus faibles dans le marais et la zone intertidale en aval de l'aboteau, excepté pour les échantillons collectés dans les chenaux de drainage connectés à la digue. Les concentrations en phosphate sont globalement comprises entre 0 et 0,06 mg/L. Deux échantillons montrent des valeurs plus élevées autour de 2,5 mg/L dans des marelles. Ces résultats concordent avec les résultats physico-chimiques et témoignent d'un milieu très hétérogène propice à la coexistence « d'habitats biogéochimiques » diversifiés.

Dans notre aire d'étude, seules les mares et marelles qui sont des milieux semi-fermés et dont l'eau est sporadiquement renouvelée montrent des faibles saturations d'oxygène. Dans les milieux confinés des mares et marelles, où la matière organique s'accumule, les processus de respiration sont intenses et produisent de l'acidité. Les

valeurs de pH déterminées afin de préserver la vie aquatique se situent entre 6,5 à 9,0 unités de pH (Tableau 12.). Dans les mares et marelles, ces valeurs sont plus basses et atteignent 5,6. Dans les chenaux d'irrigation et les clapets, le pH se situe dans les valeurs, variant de 6,8 à 8,3 unités de pH. Ce sont principalement les processus de respiration de la matière organique accumulée dans ces systèmes qui contrôlent ces valeurs de pH.

Seuls deux échantillons d'ammonium, ou azote ammoniacal (NH_4^+), (Figure 49.) dans notre aire d'étude sont légèrement supérieurs à la norme (0,5 mg/L). Ceux-ci se trouvent d'ailleurs sur le même transect que le chenal formé pour l'évacuation de l'eau du troisième clapet (Figure 48. station d'échantillonnage N).

Pour les nitrites/nitrates, la norme établie pour les eaux de surface est de 10 mg/L (MDDEFP, 2012; Tableau 12.). La majorité des échantillons prélevés en amont de l'aboteau sont supérieurs à cette valeur. Ces concentrations sont particulièrement importantes (jusqu'à 4 fois la norme) dans les chenaux de drainage et au niveau des clapets (Figure 50.). Ces fortes concentrations sont probablement liées aux activités agricoles en amont du système d'aboteaux. Les concentrations mesurées dans le marais, en aval de l'aboteau, sont globalement beaucoup plus faibles et témoignent du rôle « tampon » du marais qui semble recycler les apports diffus de nitrate. Seul l'échantillon prélevé au cœur du chenal d'irrigation qui traverse le marais révèle des concentrations identiques à celles mesurées derrière la digue.

Seuls quelques échantillons excèdent la norme seuil du phosphore (0,03 mg/L) dans notre aire d'étude (Figure 51.). Il s'agit plus particulièrement de ceux prélevés dans les mares et marelles dans lesquelles est produit le phosphate par processus de respiration et de dégradation de la matière organique.

Les canaux d'irrigation concentrent l'eau de ruissellement et tous les nutriments qu'elle apporte. Les chenaux de drainage semblent être des voies directes de transport des nutriments à l'estuaire du Saint-Laurent. Dans notre aire d'étude, le chenal principal traverse le marais et représente une source ponctuelle de nutriments, de nitrate particulièrement, au système côtier adjacent. Les apports excédentaires de nitrate en milieu côtier sont aujourd'hui considérés comme la principale cause de l'eutrophisation des milieux côtiers (Paerl et coll., 1993, Rabalais et coll., 2010). Ils sont directement impliqués dans le développement d'efflorescences d'algues toxiques, mais aussi des phénomènes de sous-oxygénation voir d'**anoxie** des systèmes côtiers comme c'est le cas aujourd'hui dans le golfe du Mexique ou plus proche de nous, dans l'Estuaire maritime du Saint-Laurent (Gilbert et coll., 2005, Diaz et Rosenberg, 2008). Dans notre aire d'étude, il y aurait avantage à préférer une évacuation diffuse de l'eau des canaux à

travers un marais en santé plutôt qu'un apport ponctuel qui ne permet aucune filtration des nutriments.

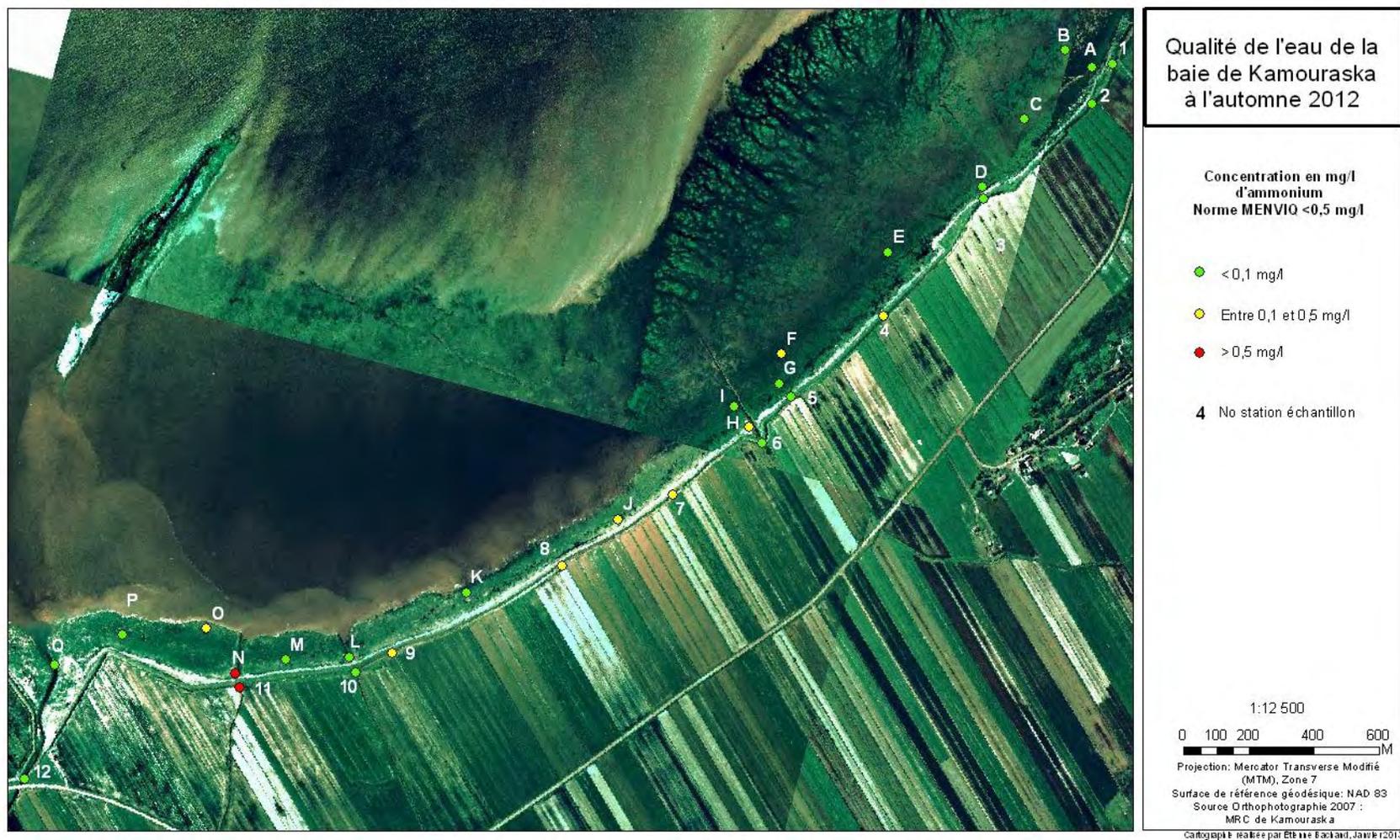


Figure 49. Répartition spatiale des résultats de concentration en ammonium classés en fonction de leurs concentrations

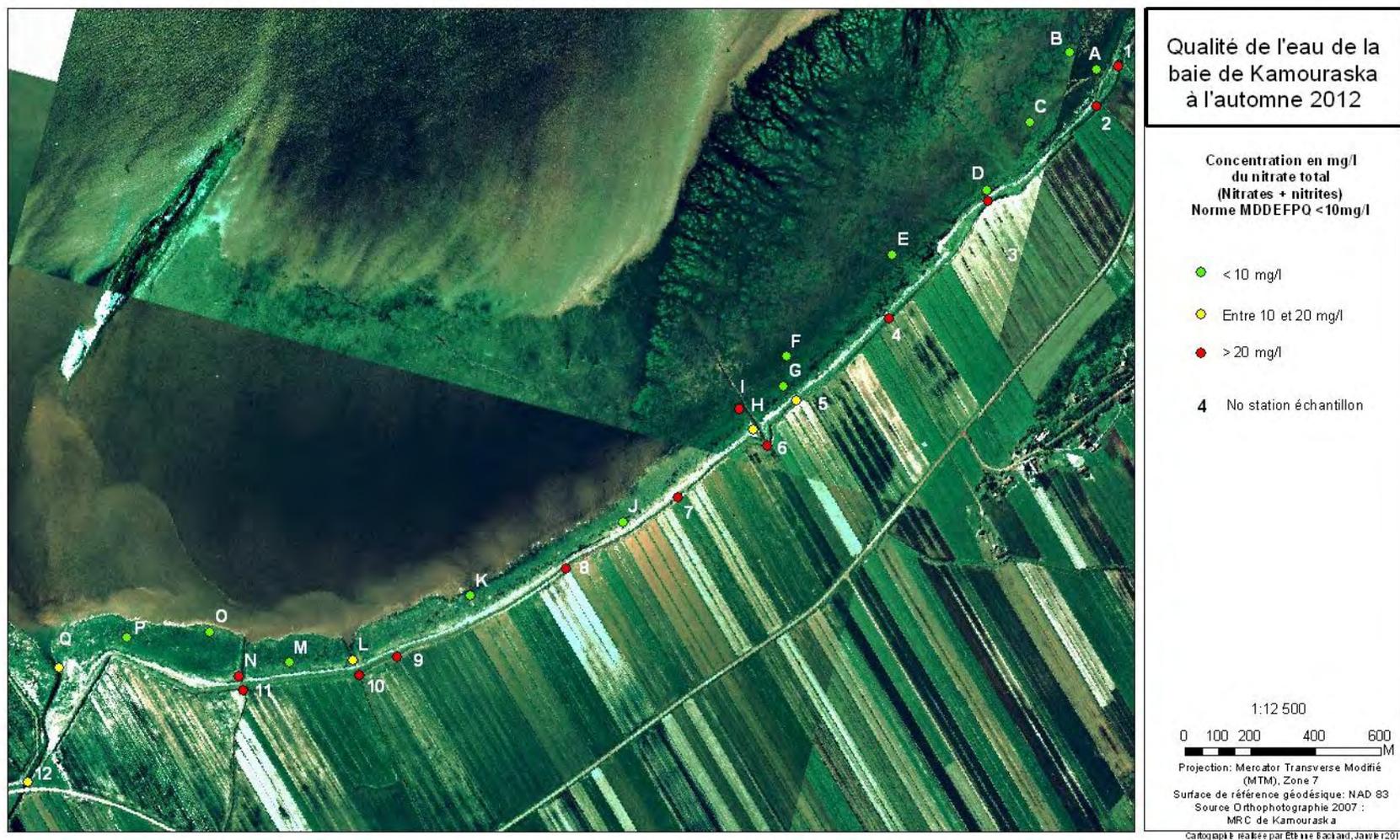


Figure 50. Répartition spatiale des résultats de concentration du nitrate total classés en fonction de leurs concentrations

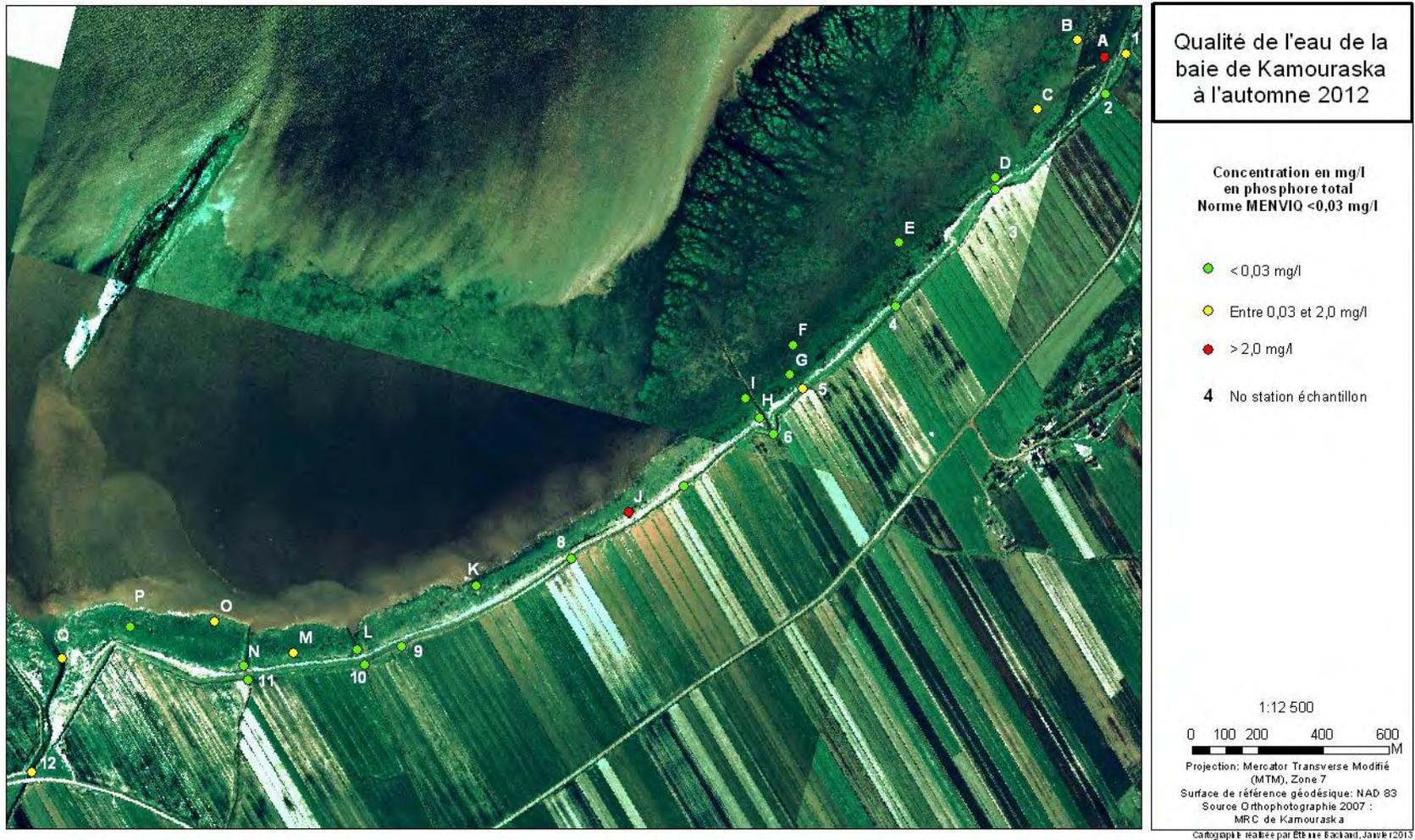


Figure 51. Répartition spatiale des résultats de concentration du phosphore total classés en fonction de leurs concentrations

SECTION 2

EXEMPLES D'AILLEURS, INTERPRÉTATION ET RECOMANDATIONS

EXEMPLES D’AILLEURS

Le contexte des aboiteaux du Kamouraska est unique au Québec. Cependant, plusieurs pays et provinces ont procédé à l’assèchement de marais par le passé et vivent actuellement des problématiques similaires à ceux vécus dans le Kamouraska. Afin d’alimenter une réflexion sur les scénarios de gestion de la digue de la baie de Kamouraska, il est intéressant d’observer comment certaines communautés côtières ont réagi face aux problèmes d’érosion des digues. Dans cette optique, une brève revue de littérature a été réalisée. Des études sur l’écologie des marais salés, à propos des effets des changements climatiques sur les côtes et au sujet de la gestion des habitats littoraux endigués face à la problématique des risques côtiers furent consultées autant du côté européen qu’américain.

EN EUROPE...

En Europe, on procède dès le 13^e siècle aux premières opérations de drainage de milieux humides. L’assèchement et l’endiguement des marais côtiers au moyen des polders⁴ maritimes débutent à partir du 17^e siècle. Au tournant des années 1970 et 1980, une réflexion a été amorcée afin de redonner certaines portions de terre à la mer pour différentes raisons. (Bawedin, 2004). Aujourd’hui, sur les 15 000 km² de côtes endiguées sur le littoral européen, une surface relativement importante de polders agricoles (plus de 20 % en France) fut abandonnée ou remise à la mer. Quelques raisons expliquent ces abandons, soit parce les terres cultivées étaient en perte de productivité ou soit en désuétude par rapport à l’agriculture industrielle de grande surface (Marcadet et Goeldner-Gianella, 2008). D’autres polders furent remis à la mer ou reculés vers les terres en prévision de la submersion côtière (Anselme et coll., 2008). Le nouveau tracé de certaines digues reculées plus en amont sur les terres redonne non seulement de la place pour le retour de la nature, mais protège toujours certaines pratiques agricoles durables (Conservatoire du Littoral, 2007). Le financement du Conservatoire du littoral provient en partie du Ministère français de l’écologie, du développement durable, des transports et du logement, mais aussi du soutien de plusieurs fondations d’entreprise et de quelques mécènes privés.

⁴ Voir le lexique

Néanmoins, même si le processus d'avancement sur la mer est arrêté dans plusieurs pays de la communauté européenne comme en Allemagne par exemple, certains gouvernements ont choisi de renforcer les digues existantes (Verger et Goeldner-Gianella, 2000). Aux Pays-Bas, c'est un véritable projet côtier national qui utilise, selon le cas, plusieurs techniques. L'extension des digues côtières vers le large et entre autres, par création de dunes artificielles afin de recréer habitat et protection est une avenue choisie. On choisit aussi de reculer les digues vers la terre, de renforcer le système existant ou d'arrimer le tout (<http://www.kustvisiezuidholland.nl/#info> et ville hollandaise de *Rijnland*, 2007). On a même construit des îles artificielles devant les *polders* (Goeldner-Gianella, 2008).

La hausse du niveau des océans couplée aux changements climatiques a eu des effets dévastateurs en Europe depuis 30 ans et particulièrement sur le littoral français (Paskoff, 2004, Verger, 2011 et Caspar et coll., 2010). La récente tempête *Xynthia* de 2010 a atteint un niveau exceptionnel en France et a agi comme un électrochoc en forçant certaines communautés à entamer une réflexion par rapport à l'avenir de leurs structures de défense côtière (Verger, 2010). Plusieurs auteurs consultés indiquent que la montée du niveau des océans risque *de contraindre une politique de maintien rigide du trait de côte à des investissements disproportionnés à long terme (Ibid.)*. Dans certains cas, c'est le renforcement des ouvrages préexistants qui fut choisi et leur tracé ne fut pas remis en question (Verger, 2010 et Pascal Lebreton⁵ com. pers.). Ce serait davantage le cas en Hollande et Allemagne notamment (Goeldner-Gianella, 2008).

Le processus de réouverture sur la mer s'est tout de même poursuivi un peu partout sur le littoral européen pour des raisons de perte de productivité agricole, mais aussi pour des besoins de protection côtière et de restauration d'habitat perturbés. En Angleterre, c'est donc sous l'angle d'un gain écologique et économique qu'une politique gouvernementale (TEEBcase, 2011) a favorisé le retrait de plusieurs digues vers les terres (Bawedin, 2004 et Doody, 2008). Le retrait planifié est une stratégie de **gestion intégrée des zones côtières** qui vise à planifier un réaligement des infrastructures de défense côtière par les autorités et la population locale dans le but d'obtenir des gains environnementaux et socio-économiques à long terme (Doody, 2008). En d'autres mots, le retrait planifié vise à déplacer les digues vers les terres afin de restaurer lentement l'étendue de certaines parties du marais salé perturbé. Des brèches peuvent aussi être réalisées dans l'ancienne digue afin de favoriser la restauration du marais salé.

Plusieurs études britanniques considèrent les marais salés naturels et restaurés comme des structures de défense côtière dans une visée de protection de l'arrière-côte contre

⁵ Pascal Lebreton est consultant en aménagement maritime et fluvial durable pour le ministère du développement durable de France.

les vagues et les tempêtes. Il s'agit d'un gain d'habitat autant que d'un gain de capital puisque la végétation du marais restauré aura pour effet d'atténuer la force des vagues et ainsi de diminuer les dommages de submersion et donc, de diminuer la facture collective en réparation de digue et en perte d'habitat côtier (King et Lester, 1995 et Toft et coll., 1995 cités par Doody, 2008). La réflexion des vagues sur les structures rigides et verticales (enrochement, murets, etc.) accentue l'effet de la submersion côtière lors de tempête (Bernatchez et coll. 2008) et l'effet atténuateur de la restauration d'un marais salé n'obligera pas la construction de ce type de protection côtière plus onéreuse.

Le constat qui semble assez dominant en Europe est qu'une communauté côtière informée sur les bénéfices économiques des marais salés et impliquée dans le processus de gouvernance envisage mieux la solution du retrait planifié des digues vers les terres et la remise à l'état naturel des côtes (Bawedin, 2004, Goeldner-Gianella, 2007, Marcadet et Goeldner-Gianella, 2008). Des outils de sensibilisation tels que des lettres aux résidences, des articles de journaux, des sorties guidées et des soirées publiques d'information sont donc toujours appropriés pour changer les perceptions (Doody, 2008, Goeldner-Gianella, 2007 et Quintin et coll., 2009). De fait, cette forme de mise en valeur ou de revitalisation par le réaménagement d'anciens milieux naturels humanisés est d'ailleurs mieux reçue sous l'angle de la beauté des paysages autant en Europe qu'ici (*Ibid.* et Lalande et Parent, 2004). Selon le Conservatoire du littoral (France), une commune donnée se voit autant sensibilisée que responsabilisée, puisque le rôle de gestion de l'écosystème protégé lui est ensuite délégué (Conservatoire du littoral, 2013). D'ailleurs, cet organisme assure la protection de 152 000 hectares qui représentent plus de 12 % des côtes françaises et travaille à les mettre en valeur par un vaste programme d'éducation visant à sensibiliser l'opinion publique sur la valeur du littoral (*Ibid.*).

EN AMÉRIQUE...

Calqués sur les digues françaises, les premiers aboiteaux d'Acadie se construisirent également à partir du 17^e siècle (Lavoie, 2009) et se transposèrent au Québec beaucoup plus tard.

À notre connaissance, peu de projets de restauration et aucun projet de réouverture sur la mer n'ont été réalisés sur le territoire du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent. Les projets de remise à l'eau de terres drainées sont tout juste aux premiers balbutiements au Québec (Environnement Canada, Atlas de restauration des rives du Saint-Laurent, Plan Saint-Laurent, 2006) et très peu de projets de compensation d'habitats perturbés concernent la création ou la restauration de marais salés (Bertrand et coll., 1994, Gratton, 1990, GENIVAR données non publiées et Jean Bachand com. pers⁶).

Des études préparatoires pour des projets de restauration ont été faites au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse (Robinson et coll., 2004 et Singh, et coll., 2007). Un exemple récent de réouverture sur la mer réalisé dans la baie de Fundy en 2010 sur le marais *Beausejour* à Aulac au Nouveau-Brunswick donne actuellement de bons résultats. Ce projet concerne deux sections de digue qui protégeaient des terres agricoles de la submersion (Figure 52.). Il fut convenu d'utiliser le marais salé pour protéger les terres agricoles contre l'érosion causée par les marées. À la suite de la construction d'une digue plus haute sur les terres, des brèches ont été réalisées dans les anciennes digues pour permettre à la marée de reprendre une partie des terres agricoles en vue de rétablir le marais salé (Figure 53.). Le suivi de Canard illimité sur ce site montre des résultats très intéressants, puisqu'en l'espace d'à peine un an, on y dénote les prémices d'un nouveau marais salé avec le retour d'une faune et d'une flore typique (Alderson et coll., 2012). La restauration de ce site a été financée par le ministère des Transports du Nouveau-Brunswick, le programme des ports pour petits bateaux du ministère des Pêches et des Océans et du Fonds en fiducie pour l'environnement du Nouveau-Brunswick. Le suivi de l'évolution du marais est assuré par Canards illimités Canada en partenariat avec le corps professoral et les étudiants de L'université de *Mount Allison*, de l'Université du Nouveau-Brunswick et de l'université *Acadia*.

Du côté états-unien, plusieurs travaux de restauration de marais salé ont été réalisés depuis les années 1980. Du côté Atlantique, on retrouve des travaux de ce genre dans

⁶ Jean Bachand est technicien en aménagement cynégétique et halieutique et a travaillé dans le cadre de quelques projets de restauration et d'aménagement de milieux humides en zone intertidale dans la réserve nationale de faune de l'Île Verte (Bertrand et coll., 1994).

les états côtiers du Delaware, du New Jersey, du Connecticut et du Maine (Teal et Weishar, 2005, Warren et coll. 2002). Du côté Pacifique des travaux ont été réalisés dans la baie de San Francisco en Californie (William et Faber, 2001). Ces travaux de restauration ont démontré que les marais salés recréés contribuent dès leurs premières années à la production primaire, au cycle des éléments nutritifs, comme habitat du poisson, comme habitat pour l'avifaune et autres animaux sauvages ainsi qu'au niveau de la stabilisation des côtes (Broome et coll. 1988, Kusler et Kentula, 1989). Les marais salés restaurés ont donc une valeur écologique indéniable.



Figure 52. Marais *Beausejour* à Aulac, Nouveau-Brunswick avant les travaux de remise à la mer



Figure 53. Marais *Beausejour* à Aulac, Nouveau-Brunswick après les travaux de remise à la mer

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

La caractérisation du marais de la baie de Kamouraska a permis de relever un joyau régional possédant une richesse importante en termes de biodiversité. Le marais salé est très vaste et développé, les trois étages caractéristiques soient, le schorre supérieur, et inférieur et la vasière maritime sont bien représentés à différents niveaux. En effet, le schorre supérieur est très étroit du côté est du marais, mais le schorre inférieur et la vasière maritime sont fortement développés et très larges. À l'inverse du côté ouest de la baie, on retrouve un schorre supérieur très large tandis que le schorre inférieur est étroit ou absent par endroits. Ces particularités au niveau de la largeur du marais coïncident avec les plus fortes abondances des oiseaux. Les espèces relevées dans le marais sont plus diversifiées du côté ouest où ce dernier est plus large. Tandis que les espèces relevées en eaux libres se retrouvent en plus grands nombres du côté est de la baie où le schorre inférieur et la vasière sont bien développés.

Plus de 30 espèces floristiques typiques des marais salés de l'estuaire moyen du Saint-Laurent ont été notées. À titre comparatif en 2011, une caractérisation du marais salé de Pointe-au-Père a révélé une cinquantaine d'espèces floristiques associées aux marais côtiers (Joubert et Bachand, 2011). Le marais salé de Kamouraska a donc une plus faible diversité floristique principalement au niveau du schorre supérieur et de la prairie saumâtre. Des espèces de plantes de prairie saumâtre moins tolérantes à une immersion dans l'eau salée comme les carex, la fétuque rouge, le scirpe maritime et les joncs sont aujourd'hui faiblement représentées ou carrément absentes dans le marais de la baie de Kamouraska. Gauthier et ses collaborateurs notent la présence de ces espèces en 1980 qui devaient se retrouver anciennement dans les marais au sud de la digue aujourd'hui asséchées par le drainage des terres. L'emplacement de la digue très avancée sur la mer a influencé la composition de ce marais en modulant la répartition des espèces végétales dans le temps comme le note Mathieu (2008). Le trait de côté imposé par la position de la digue a donc obligé des espèces de prairie saumâtre à céder leur place à celles des étages inférieurs, mieux adaptées aux submersions plus fréquentes. Les chenaux de drainage sont bordés par ce même étagement. D'ailleurs, le long du chenal agricole au sud de la digue, une intrusion d'eau salée permet le maintien sporadique d'une végétation halophile.

Au cours des dernières années, certaines études ont démontré que les environnements naturels offrent des biens et des services écologiques à la communauté. À ce sujet, il a été clairement démontré qu'en plus d'être des filtres naturels (Champagne et coll., 1982, Canards Illimités 2007 et Huard, 2010), des pouponnières, des haltes migratoires et des sites d'alimentation pour une multitude d'espèces consommées par l'humain

(Centre Saint-Laurent, 1996, Dryade, 1980, Gauthier et coll., 1980, Pelletier et coll., 1990,)), les marais salés agissent comme premières structures de défense côtière permettant de diminuer les coûts d'entretien des digues (Doody, 2008). En effet, la largeur du marais à un effet atténuant sur l'intensité des vagues sur la côte. Plus large est le marais, plus le déferlement des vagues est affaibli avant d'arriver à la côte (Ibid.). Cette même étude mentionne que les zones végétalisées des marais (schorre supérieur) sont deux fois plus efficaces que les vasières dénudées afin d'atténuer la hauteur et l'énergie des vagues. De plus, il est largement reconnu que l'étage supérieur des marais salés de l'estuaire moyen du Saint-Laurent constitue un habitat de prédilection pour la nidification de plusieurs espèces d'oiseaux en diminution ou en péril (Gagnon, 1998 et Gauthier et Aubry, 1996). Sur l'étage supérieur du marais salé de la baie de Kamouraska, plusieurs de ces espèces s'y reproduisent ou s'alimentent encore de nos jours.

Notons aussi l'apparition récente dans le marais du roseau commun une espèce exotique envahissante très agressive. Tel que mentionné dans Quintin et ses collaborateurs (2009), l'étalement de cette espèce pourrait avoir des conséquences dramatiques sur l'étage supérieur du marais comme l'appauvrissement de la diversité végétale de la qualité de l'habitat du poisson (Groupe Phragmites, 2012).

Malgré les nombreuses perturbations, l'étage supérieur du marais est toujours accueillant pour une avifaune riche et diversifiée telle qu'une cinquantaine espèces d'oiseaux, dont 4 en péril.

Actuellement, dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, les marais salés enregistrent des taux d'érosion les plus élevés (Bernatchez et Dubois, 2004). À ce sujet, plusieurs auteurs notent de l'érosion récente dans les marais de l'estuaire moyen (Bernatchez et Dubois, 2004, Dionne, 2000, et Hatvany, 2008). Nos observations dans la baie de Kamouraska correspondent à cette tendance puisque l'on note que le taux annuel d'érosion du schorre supérieur a plus que doublé au cours de la période récente (1995 à 2012) dans la portion ouest de la baie. Cette érosion sera d'autant plus accentuée puisqu'il est impossible pour l'étage supérieur du marais de migrer vers les terres à cause de la digue. L'étage supérieur du marais est donc coincé entre les assauts de l'estuaire du Saint-Laurent et la digue qui empêche sa migration. On peut facilement anticiper la poursuite de la détérioration du marais dans les prochaines décennies avec les changements environnementaux projetés. La largeur du schorre supérieur du marais varie de 37 mètres (TR-1) à 170 mètres (TR-9) entre la digue et le schorre inférieur. Si l'érosion se poursuit au rythme du taux annuel d'érosion récente de -1,1 m/an, certaines sections du marais vont disparaître rapidement au cours des prochaines décennies. De fait, si l'érosion se réactive au niveau du transect TR-1, il resterait environ 30 ans pour que l'étage supérieur ait complètement disparu dans ce secteur.

Avec les effets des changements climatiques projetés, tels que l'augmentation de la fréquence et de l'intensification des tempêtes, la diminution de la couverture de glace, l'augmentation des cycles de gel et de dégel et la hausse du niveau moyen des mers (Savard et coll., 2008) l'érosion de l'étage supérieur du marais de Kamouraska se poursuivra dans les années à venir. Cette érosion de l'étage supérieur du marais aura des impacts importants en termes économiques et écologiques du secteur de la baie de Kamouraska.

Au plan économique, la diminution de la largeur de l'étage supérieur du marais aura des impacts directs sur la digue et sur les coûts de son entretien. La perte progressive du marais salé de la baie de Kamouraska permettra aux vagues d'atteindre plus fréquemment la digue et de façon plus intense. Les estimations des coûts d'entretien des digues en Angleterre laissent entrevoir que ceux-ci augmentent de façon exponentielle à mesure que l'étage supérieur du marais diminue (Doody, 2008 et King et Lester, 1995).

Au plan écologique, la perte de l'étage supérieur du marais aura des impacts sur la diversité floristique et il est à prévoir que la végétation typique de l'étage inférieur occupera l'espace laissé libre par l'érosion de l'étage supérieur (Mathieu, 2008). Rappelons que l'étage inférieur est dominé par la spartine alterniflore qui est une plante pionnière. Ce remplacement de végétation aura des impacts directs sur l'avifaune. Des espèces nicheuses de l'étage supérieur du marais salé, comme le canard noir, le bruant de Nelson et le hibou des marais pourraient alors disparaître du site. Des espèces migratrices plus opportunistes comme l'oie des neiges pourraient cependant se voir favorisées par l'augmentation de la spartine alterniflore dont elle se nourrit. D'ailleurs, un broutage excessif par les oies occasionnerait un facteur d'érosion (Dionne, 1985) qui viendrait s'ajouter à la somme des perturbations.

RECOMMANDATIONS

Devant la hausse du niveau des océans et l'amplification des extrêmes climatiques, la réfection durable de la digue doit s'équilibrer entre la préservation des terres agricoles et du marais salé. Les solutions de protection côtière se regroupent en trois grands ensembles, la protection, le retrait planifié et l'adaptation. La première, et souvent la plus utilisée à ce jour au Québec, est la protection qui se veut ni plus ni moins qu'un combat face à la nature. Différentes techniques existent à cet effet, aussi rigides que douces. Elles possèdent chacune des avantages et des inconvénients, mais ont toutes le même inconvénient d'être temporaires. Les techniques de protection rigides ou douces demandent de l'entretien et doivent être constamment refaites en réponse aux aléas côtiers. En fonction du choix de la technique utilisée (rehaussement de digues, végétalisation, génie végétal, enrochement, muret de ciment), les coûts de construction et d'entretien de ces structures varient de quelques centaines à plusieurs milliers de dollars du mètre linéaire de côte à protéger. Une digue rigide et verticale participerait aussi à augmenter le processus d'érosion du marais par effet de réflexion des vagues (Bernatchez et coll., 2008, Bernatchez et coll., 2011, Bernatchez et Fraser, 2012). La deuxième vise le retrait planifié qui consiste à reculer littéralement la digue vers les terres en abandonnant une partie des parcelles drainées afin que se reconstruise lentement un marais tel que réalisé au Nouveau-Brunswick (Alderson et coll., 2012). Vu leur nature adaptative, les marais salés sont des zones tampons efficaces contre l'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempête. Après seulement un an, le marais est en voie de reconstruction (Alderson et coll., 2012). Enfin, l'adaptation est un travail de concertation avec l'ensemble des acteurs concernés et des utilisateurs du milieu afin de trouver une solution harmonieuse qui analyse différents scénarios en ayant en main l'ensemble des informations nécessaires à la prise de décision la plus éclairée possible.

ÉTUDE COÛT-AVANTAGE

Les différents scénarios décrits précédemment font références autant au retrait planifié qu'aux différentes techniques de protection rigide et douce. **À ce sujet, une étude coût-avantage de différents scénarios serait fort appropriée pour le secteur de la baie de Kamouraska** (Webster et coll., 2008). Cet exercice est essentiel afin d'avoir une vision à long terme sur l'avenir de la digue. Les scénarios d'enrochement, de génie végétal, de végétalisation seraient analysés, mais aussi différents scénarios de recul de la digue. En effet, le recul de la digue pourrait être partiel ou total avec ou sans restauration de marais salé et à différentes distances de la digue actuelle. Cette étude coût-avantage permettrait de connaître les coûts de chacun des scénarios dans le domaine de leur construction et de leur entretien sur un horizon de 20 ou 25 ans. Il serait important que cette étude prenne en compte la valeur des biens et des services écologiques que le marais dispense, notamment en termes de défense côtière.

Plusieurs organismes et groupes-conseils sont en mesure de faire ce genre d'étude. Notons à titre d'exemple la firme GENIVAR qui a déjà réalisé ce genre d'étude à Saint-Augustin-de-Desmaures (GENIVAR, 2009). Notons ensuite le groupe-conseil TecSult qui en 2008, a réalisé ce genre d'étude pour la Ville de Sept-Îles (TecSult, 2008). Le groupe-conseil ROCHE accompagné des Consultants ROPARS inc. et du groupe-conseil LaSalle ont aussi réalisé ce genre de travaux pour le compte de la municipalité des Îles-de-la-Madeleines en 2011 (ROCHE et coll., 2011).

À ce sujet, une visite du marais restauré *Beausejour* à Aulac au Nouveau-Brunswick pourrait être organisée afin d'inspirer les décideurs du Kamouraska au sujet de l'avenir des digues. Le marais *Beausejour* présente un contexte d'aboteau composé de digues et de clapets similaires à ceux du Kamouraska.

Au Québec, une fiducie foncière d'acquisition de territoire en milieux privés peut racheter des terres en réouverture sur la mer dans une optique de restauration de l'habitat. Il s'agit de Conservation de la Nature. La Fondation de la Faune du Québec (FFQ) a aussi un programme de financement qui comprend de l'acquisition de territoire. La FFQ possède déjà des portions de marais salés privées dans le secteur de Saint-Germain (Battures de Kamouraska). Enfin, le MDDEFP a aussi un programme de conservation d'aires naturelles en terres privées.

SUIVI ET ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

Il serait pertinent de suivre la qualité des eaux de surface du marais (marelles), de l'estuaire du Saint-Laurent, du ruisseau des Bras et des chenaux de drainage sur toute l'année et dans l'ensemble de la baie de Kamouraska puisque les données recueillies dans cet exercice étaient ponctuelles. Les mêmes paramètres et nutriments devraient être alors analysés.

SUIVI DES ESPÈCES EN PÉRIL (OISEAUX)

Un suivi des espèces d'oiseaux en péril nicheurs serait à même de vérifier la stabilité, l'augmentation ou la diminution de leurs effectifs dans le marais salé et sur les terres agricoles. Comme les habitats potentiels pour le râle jaune ont été peu documentés dans le Kamouraska (Robert et Laporte, 1996), il serait intéressant d'effectuer un inventaire nocturne sur sa présence possible dans les étages supérieurs des marais régionaux et précisément sur le territoire de la baie de Kamouraska.

SUIVI DE L'ÉROSION CÔTIÈRE

En partenariat avec le laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'UQAR, un suivi au niveau du marais salé et de l'aboteau serait important à faire principalement dans la portion en érosion. Des stations pourraient aussi être ajoutées vers l'est où l'érosion semble s'intensifier à certains endroits.

CONTRÔLE DES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Quant au roseau commun, il est temps d'intervenir par prévention, puisqu'il s'y trouve actuellement en petites colonies qui risquent de s'étendre avec le temps. D'ailleurs, son expansion potentielle dans les chenaux de drainage agricoles et dans les champs cultivés nécessiterait des entretiens plus fréquents et impliquerait des coûts supplémentaires; voir même des pertes de rendement (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2011).

FAVORISER LA MISE EN VALEUR INTÉGRÉE

Finalement, la beauté du paysage et la présence d'une flore et d'une faune spécifiquement maritime sur le site justifient une forme de mise en valeur limitée par le caractère sensible de certaines espèces d'oiseaux à la présence humaine (Ex. : eider à duvet, grand héron, canard noir, hibou des marais, etc.). Un plan de mise en valeur de l'aboteau, du patrimoine agricole et du marais salé développé par les instances locales pourrait intégrer les paramètres de sensibilité aviaire. Par exemple, un petit abri d'observation et d'interprétation érigé sur la digue, à proximité des accès par voie carrossable, permettrait de dissimuler les observateurs et s'inscrirait alors dans la visée de cette intégration.

LEXIQUE

Les termes techniques employés dans ce document sont ici définis pour le bien du lecteur. Leurs définitions proviennent de plusieurs sources et furent parfois simplifiées ou adaptées au contexte côtier afin de rendre la compréhension plus aisée.

Aboiteaux : terme acadien désignant un ensemble de digues de terre à tuyaux munis de clapets mobiles qui se ferment à marée haute pour empêcher les eaux salées d'inonder les terres et s'ouvrent à marée basse afin de laisser écouler les eaux des précipitations

Adventice : En agronomie, ce terme désigne une plante indésirable à l'endroit où elle se trouve; une *mauvaise herbe*. Il s'agit parfois de nouvelles espèces dans la flore spontanée d'une région, mais pas particulièrement exotiques ou envahissantes, mais plutôt des espèces favorisées par les perturbations. C'est le cas de plantes pionnières naturalisées d'Europe comme le chiendent maintenant retrouvé partout, même sur le littoral.

Aérobique : relatif à l'aérobie, qui vit ou qui n'a lieu qu'en présence d'oxygène

Aléas côtiers : ensemble des phénomènes naturels ayant un impact sur la côte (submersion, érosion, etc.)

Anaérobique : relatif à une activité biologique qui demande peu ou pas d'oxygène

Anatidé : famille des canards, oies, bernaches, sauvagine

Anoxie : manque de dioxygène dissous d'un milieu aquatique

Anthropique ou anthropisé : relatif à la transformation de milieux naturels sous l'action de l'humain

Avifaune, aviaire, avienne : du latin *Aves* qui signifie oiseaux, relatifs à la faune aviaire, c.-à-d. aux oiseaux

Bloc glaciaire : bloc rocheux transporté par la glace flottante

Chenal : canal creusé pour le drainage des terres qu'il soit du côté agricole ou du côté mer

Clapet : porte ou la valve qui s'ouvre à marée basse et se ferme à marée haute

Digue : déblai de terre ou de blocs déversés

Écotone : zone de transition écologique entre deux écosystèmes

Érosion côtière : phénomène d'ajustement qui entraîne un recul de la côte par des processus marins, terrestres ou aériens.

Érosion préférentielle : érosion qui agit à un endroit plutôt qu'un autre selon la morphologie d'une côte

Estran : zone intertidal ou partie du littoral située entre le niveau supérieurs des hautes eaux et le niveau inférieur des basses eaux souvent. Ce que l'on désigne comme la plage.

Eutrophisation : modification et la dégradation d'un milieu aquatique, lié en général à un apport excessif de substances nutritives

Géomorphologie (côtière) : qui étudie les formes du relief propre au milieu côtier et leur évolution

Gestion intégrée des zones côtières : La gestion intégrée des zones côtières (GIZC) est une démarche et un outil de gouvernance des territoires littoraux visant un développement durable. Elle promeut une gestion intégrée de l'espace et des ressources prenant simultanément en compte les enjeux terrestres et marins, naturels économiques et sociaux d'une zone littorale définie comme territoire cohérent de réflexion et d'action.

Glaciel : qui se rapporte aux processus et aux formes de reliefs liées aux glaces flottantes

Graminée : famille de plantes herbacées à tige cylindrique et creuse formant des épillets de graines (blé, orge, spartine, etc.)

Halophyte ou halophile : se dit d'une plante adaptée aux sols salés

Herbaciaie salée : prairie humide composée de plantes herbacées tolérantes des conditions maritimes comme le carex paléacé par exemple

Herbacée : plante non ligneuse de la nature de l'herbe dont la tige tendre dépérit après la fructification

Joncacée : famille de plantes herbacées (joncs) à feuilles cylindriques ou rubanées à graines en grappes

Laisse de mer : cordons de débris marins échoués sur le littoral (déchets humains, algues, bois flottant, animaux morts, zostère marine, etc.)

Laisse de tempête : cordons de débris marins échoués en amont de la limite des pleines mers supérieures de grande marée

Ligne de rivage : correspond au niveau théorique des pleines mers supérieur de grande marées, les lasses de marées les plus hautes représente cette ligne

Limicole : vient du latin *limus*, « limon », « boue »; la majorité des espèces d'oiseaux de rivage qui constituent ce groupe (bécasseaux, pluviers, etc.) consomme des petits invertébrés vivants dans la vase

Lithologie : qui étudie la nature des roches au sein d'une formation géologique

Littoral : zone de transition entre la mer et la terre comprise entre la limite atteinte par le niveau supérieurs des hautes eaux et le sous le niveau du zéro hydrographique.

Lobe transgressif : avancée d'une accumulation convexe de sédiments sur le continent liée au déplacement du niveau de la mer

Marelles : ce sont des mares d'eau salée ou saumâtre creusée dans la végétation du schorre et constituant des petits habitats à l'intérieur du marais salé. Deux types de marelles existent, les non glacielles et les glacielles. Les non glacielles sont des mares d'eau saumâtre présentes dans l'étage supérieur du marais salé. Plusieurs thèses expliquent leur formation. Elles sont colonisées par des algues et des plantes aquatiques, elles servent de site de ponte pour les moustiques et de nombreux autres insectes; fréquentées abondamment par les anatidés. Les marelles glacielles sont des trous laissés dans l'étage inférieur et au bas de l'étage supérieur des marais salés après le passage des glaces en hiver; avec le mouvement des eaux, la glace arrache des morceaux de terre et de végétaux, laissant des trous; le mouvement des marées les alimente en eau.

Passereaux : l'ordre des passériformes est le plus grand ordre de la classe des oiseaux (plus de la moitié des espèces d'oiseaux dans le monde); souvent qualifiés d'oiseaux chanteurs ou percheurs (mésange, hirondelle, merle, bruant, paruline, corneille, etc.)

Polder : (...) désigne une étendue artificielle de terre conquise sur la mer ou sur une autre étendue d'eau grâce à des digues, des barrages, des systèmes de pompage des eaux et dont le niveau est inférieur à celui de la mer. Les polders sont réalisés par drainage provoquant l'assèchement de marais, de lacs, ou de zones littorales. Les Pays-Bas sont souvent associés aux polders, puisqu'une grande partie de leur surface a été gagnée sur la mer au cours des siècles.

Postnuptiale (relatif à la parade nuptiale des oiseaux) : après la reproduction (prénuptiale : avant la reproduction)

Processus actifs (dynamique côtière) : phénomènes mécaniques réguliers ou ponctuels en milieu côtier (glaces, vagues, chenal de drainage, courant de marée, etc.)

Radeau de végétation : morceau de substrat flottant avec ses végétaux, arraché par l'action mécanique des glaces et charrié plus loin que son lieu d'origine; les végétaux d'un radeau peuvent s'enraciner à nouveau dans des conditions abiotiques similaires

Rhizosphère : réseau formé par l'enchevêtrement des rhizomes (tige souterraine, généralement horizontale) d'une communauté végétale

Roseaie : se dit d'un habitat constitué principalement de rosiers (*Rosa sp.*)

Schorre : terre couverte par la mer lors des marées de vive-eau et peuplée d'une végétation halophile qui la fixe partiellement. Le **schorre supérieur** (haut-marais, étage supérieur du marais salé) est atteint par les marées de pleine lune et entièrement recouvert que par les pleines mers supérieures de grandes marées. Cette zone est caractérisée par une végétation tolérante aux conditions maritimes et à une submersion occasionnelle. Le **schorre inférieur** (bas-marais, étage inférieur du marais salé) est recouvert par les marées hautes biquotidiennes moyennes. Cette zone est caractérisée par une végétation adaptée aux submersions journalières.

Slikke : partie inférieure du littoral, celle qui est la plus souvent inondée; à chaque marée haute, même de morte-eau. Appelée aussi vasière maritime, elle est caractérisée par des dépôts meubles (vases et sables fins) souvent dénudés, essentiellement colonisés par des algues et moins souvent par les plantes vasculaires.

Stratigraphie : discipline qui étudie la succession des différentes couches géologiques ou strates (de roches, de sables et de vases)

Submersion côtière : inondation de terrains côtiers par le niveau de la mer ou par le déferlement des vagues.

Terrasse de plage : accumulation de sable et de gravier formée d'un replat généralement végétalisé qui est très rarement submergé par les marées

Trait de côte : limite entre les terres et la zone soumise directement à l'action des marées. Le trait de côte se place au niveau atteint par les plus hautes mers (calmes).

Transect : ligne virtuelle ou physique que l'on met en place pour étudier un phénomène où l'on comptera les occurrences

Zone intertidale : zone des marées, de l'anglais *tidal* (marée) et *inter* (entre) est synonyme de zone de balancement des marées, d'estran, ou de batture. Cette zone s'étend depuis la limite des basses mers inférieures de grandes marées jusqu'à l'endroit atteint par le déferlement des vagues de tempête.

ABRÉVIATIONS

ACOA : Aire de concentration d'oiseaux aquatiques reconnue par le Gouvernement du Québec

BAnQ-Q : Bibliothèque et archives nationales du Québec à Québec

CDPNQ : Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (MDDEFP)

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

ÉPOQ : Étude des populations d'oiseaux du Québec

LGIZC : Laboratoire de gestion intégrée et de dynamique des zones côtières (UQAR)

LIDAR : La télédétection par laser ou LIDAR, acronyme de l'expression en langue anglaise « light detection and ranging », est une technologie de télédétection ou de mesure optique basée sur l'analyse des propriétés d'une lumière laser renvoyée vers son émetteur.

MDDEP⁷ (MDDEFP) : Ministère du Développement durable de l'environnement et des parcs (Gouvernement du Québec)

MRNF⁸ (MRN) : Ministère des ressources naturelles et de la faune (Gouvernement du Québec)

MTQ : Ministère des transports du Québec (Gouvernement du Québec)

OBAKIR : Organisme de bassins versants de Kamouraska, L'Islet et Rivière-du-Loup

PCCOR : Plan canadien de conservation des oiseaux de rivage (SCF)

SCF : Service canadien de la faune (Gouvernement du Canada)

SDMV : Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (désigne une espèce à risque qui pourrait se voir attribuer ou non un statut d'espèce en péril)

UPA : Union des producteurs agricoles (du Québec)

UQAR : Université du Québec à Rimouski

ZICO : Zone importante pour la conservation des oiseaux

ZIPSE : Zone d'Intervention Prioritaire du Sud-de-l'Estuaire

⁷ Depuis l'automne 2012, la faune fait partie de ce ministère

⁸ Depuis l'automne 2012, la faune est passée sous la gestion du MDDEP

RÉFÉRENCES

- Able, K. W., Grothues, T. M., Hagan, S. M., Kimball, M. E., Nemerson, D. M., Taghon, G. L., (2007) *Long-term response of fishes and other fauna to restoration of former salt hay farms: multiple measures of restoration success*, Research paper. Springer Science & Business Media B.V.
- Alderson, C. R., Barbeau, M. A., Brylinsky, M., Bursey, L. K. & Ollerhead, J. (2012) For Ducks Unlimited Canada. *One year post-restoration: monitoring of a salt marsh project near Aulac, NB*, Prepared by : Mount Allison University, University of New Brunswick, and Acadia University.
- Anderson, L. (1979) *Simultaneous spectrophotometric determination of nitrite and nitrate by flow-injection analysis*. Anal. Chim. Acta. 110 : 123-128.
- Anselme, B., Durand P., Goeldner-Gianella, L., et Bertrand, F. (2008) *Impacts de l'élévation du niveau marin sur l'évolution future d'un marais maritime endigué : le domaine de Graveyron, bassin d'Arcachon (France)*, Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 8, Numéro 1, Adresse URL : <http://vertigo.revues.org/1254> ; DOI : 10.4000/vertigo.1254
- Bawedin, V. (2004) *La dépollution, composante d'une gestion intégrée des espaces littoraux ? Prospective sur le littoral picard et analyse à la lumière de quelques expériences : Baie des Veys (Normandie), Aber de Crozon (Bretagne), Tollesbury (Essex) et Freiston shore (Lincolnshire)*, Cahiers Nantais, N°6, janvier 2004, Université de Nantes, pp. 11-20.
- Bernatchez, P. et Dubois, J.-M. (2004) *Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien*, Géographie physique et quaternaire, vol. 58, no 1, p. 45-71.
- Bernatchez, P. et Fraser C. (2012) *Evolution of coastal defense structures and consequences for beach width trends*, Québec, Canada, Journal of coastal research, Vol 28, no 6, p 1550-1566.
- Bernatchez, P., Fraser C. et Lefavre, D. (2008) *Effets des structures rigides de protection sur la dynamique des risques naturels côtiers : Érosion et submersion*. Comptes rendus de la 4e conférence canadienne sur les géorisques : des causes à la gestion. Presse de l'Université Laval, Québec, 594 p.
- Bernatchez, P., Fraser, C., Lefavre, D. et Dugas, S. (2011) *Integrating anthropogenic factor, geomorphological indicators and local knowledge in the analysis of coastal flooding and erosion hazards*. Ocean & Coastal Management, vol. 54, p. 621-632.
- Bernatchez, P., Marie, G., Boyer-Villemaire, U., et Drejza, S. (2012) *Les aléas côtiers dans l'est du Québec et les impacts des changements climatiques, consultation dans le cadre de l'élaboration du prochain Plan d'action sur les changements climatiques*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Chaire de recherche en géoscience côtière, UQAR, Rimouski, 2 février 2012. Adresse URL : http://crebsl.com/documents/pdf/changements_climatiques/presentation_erosioncc_pacc2020f.pdf
- Bertrand, P., D'Aoust, M. et Gratton, L. Argus inc. (Les consultants en environnement) (1994) *Restauration d'une herbaie salée dans la Réserve nationale de faune de la baie de l'Isle-Verte*. Projet-pilote. Environnement Canada, Service canadien de la faune, 96 pages.
- Broome, S. W., Seneca, E. D. et Woodhouse, W.W. (1988) *Tidal salt marsh restoration, Aquatic Botany*, Volume 32, Issues 1–2, Pages 1–22
- Brouillet, L., F. Coursol, S.J. Meades, M. Favreau, M. Anions, P. Béglise et P. Desmet. VASCAN, *la Base de données des plantes vasculaires du Canada*. (2010) Adresse URL : <http://data.canadensys.net/vascan/search/>
- Canards Illimités Canada (2007) *Valeurs de la nature : Le lien entre l'environnement et l'économie, Zones Marines*, Fiche documentaire 14, juillet 2007.
- Canards Illimités Canada et Stratégie Saint-Laurent (2004) *Inventaire des problématiques d'usages et de ressources du Saint-Laurent en lien avec les activités agricoles*. Rapport présenté à Environnement Canada et Saint-Laurent vision 2000, 21 novembre 2004.
- Careau, C. (2010) *Les marais intertidaux du Saint-Laurent : complexités et dynamiques naturelles et culturelles*, Mémoire de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec.

Caspar, R. Costa, S., Lebreton, P., et Letortu, P. *Les submersions de tempête de la nuit du 10 au 11 mars 2008 sur la côte d'Albâtre (Haute-Normandie, France) : détermination météo-marine*, Norois. Adresse URL : <http://norois.revues.org/index3273.html>

Centre de données sur le patrimoine naturel québécois (CDPNQ) (2008) *Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. 3e édition*. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Québec. 180 p.

Centre de données sur le patrimoine naturel québécois (CDPNQ) (2009) *Localisation des espèces en péril ou susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables de la région de Kamouraska*. Fichier préparée pour le comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire en décembre 2008.

Centre Saint-Laurent (1996) *Rapport-synthèse sur l'état du Saint-Laurent. Volume 1 : L'Écosystème du Saint-Laurent*. Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, et Éditions MultiMondes, Montréal. Coll. « BILAN Saint-Laurent ».

Centre Saint-Laurent, adresse URL : http://www.qc.ec.gc.ca/csl/glo/glo001_f.html

Chabot, R. et Rossignol, A. (2003) *Algues et faune du littoral du Saint-Laurent maritime : Guide d'identification*. Institut des sciences de la mer de Rimouski, Rimouski; Pêches et Océans Canada (Institut Maurice-Lamontagne) Mont-Joli. 133 pages.

Chandler, R. (2009) *Shorebirds of North America, Europe, and Asia*. Guide photographique. Princeton University Press.

Clus-Auby, C., Paskoff, R. et Verger, F. (2004) *Impact du changement climatique sur le patrimoine du conservatoire du littoral, scénarios d'érosion et de submersion à l'horizon 2100, Synthèse*. Conservatoire du littoral français.

Clus-Auby, C., Paskoff, R. et Verger, F. (2005) *Chaud et froid sur le littoral. Impact du changement climatique sur le patrimoine du Conservatoire du littoral, scénarios d'érosion et de submersion à l'horizon 2100*. Jeudi 10 mars 2005 – Paris

Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), Statut des espèces. (2012) Adresse URL : http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct5/index_f.cfm

Conservatoire du Littoral (2007) *Protection du littoral et développement durable. Quels projets ? Quels partenaires ? Quelle gouvernance ?* Atelier du Conservatoire du littoral, 26 et 27 septembre 2007 - Arles

Conservatoire du Littoral (2008) *Protocole relatif à la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) de la Méditerranée*. Madrid, Espagne, 21 janvier 2008.

Conservatoire du littoral (de France), (2013) Adresse URL : <http://www.conservatoire-du-littoral.fr/front/process/Home.html>

Corporation de la Sauvagine de L'Isle-aux-Grues inc. (2002) *Contrôle de l'érosion et perspectives d'aménagement, Chapitre 9 : Solutions pour contrer l'érosion – Île aux Grues*, Rapport préliminaire – Février 2002. Argus N/Réf : 21828

Dansereau, P. (1955) *Le coincement, un processus écologique*. *Acta Biotheoretica*, Vol.11, No 4, p.157-178.

Dionne, J.C. (1985) *Tidal Marsh Erosion by Geese, St. Lawrence Estuary, Québec*, Géographie physique et Quaternaire, vol. 39, n° 1, 1985, p. 99-105. Adresse URL : <http://id.erudit.org/iderudit/032589ar>

Dionne, J.C. et Bouchard, M-C. (2000) *Nouvelles données sur l'érosion du schorre supérieur à Montmagny, moyen estuaire du Saint-Laurent*. Géographie physique et Quaternaire, vol. 54, n° 2 : 219-230. Adresse URL : <http://id.erudit.org/iderudit/032651ar>

Dionne, Jean-Claude. (1986) *Érosion récente des marais intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent*. Québec. Département de géographie et Centre d'études nordiques, Université Laval, Géographie physique et Quaternaire, vol. 40, n° 3, 1986, p. 307-323. Adresse URL : <http://id.erudit.org/iderudit/032651ar>

Doody, J. P. (2008) *Saltmarsh Conservation, Management and Restoration*. Coastal Systems and Continental Margins. Volume 12. © Springer. Library of Congress Control Number: 2007933718 ISBN 978-1-4020-4603-2 eISBN 978-1-4020-5748-9

Dryade (Le Groupe) (1980) *Habitats propices aux oiseaux migrateurs le long des rives : de la rivière Richelieu; de la rivière des Outaouais; du fleuve Saint-Laurent; de l'estuaire du Saint-Laurent; de la côte nord du golfe du Saint-Laurent; de la péninsule gaspésienne; des Îles-de-la-Madeleine*. Rapport présenté à Environnement Canada, Service canadien de la faune.

- Environnement Canada (2012) *Plan de gestion du Rôle jaune (Coturnicops noveboracensis) au Canada*. [Proposition], Série de Plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa, iii + 26 p.
- Environnement Canada, Atlas de restauration des rives du Saint-Laurent, Plan Saint-Laurent. (2006) Adresse URL : http://www.qc.ec.gc.ca/faune/atlasderestaurationdesrivesdusaint-laurent/accueil_f.asp
- Environnement Canada, C.S.-L. (2004) Le Phragmite commun, *Phragmites australis*. Adresse URL : http://www.qc.ec.gc.ca/csl/inf/inf038_f.html
- Environnement Canada, Situation des oiseaux au Canada. (2010) Renseignements sur les espèces, Bruant de Nelson *Ammodramus nelsoni*. Adresse URL : <http://www.ec.gc.ca/soc-sbc/oiseau-bird-fra.aspx?sY=2010&sL=f&sM=a&sB=NSTS>
- Étongué Mayer, R., Roche, Y. et Mouafo, D. (2002) *Dictionnaire des termes géographiques contemporains*, Guérin, éditeur Itée., 2002. ISBN 2-7601-6149-8.
- Étude des populations d'oiseaux du Québec (ÉPOQ) (2012) *Liste des mentions du secteur de Kamouraska*. Liste produite le 10/03/2012 par Marie-France Julien
- Farrar, J. L. (2004) *Les arbres du Canada*, Service canadien des forêts et Fides.
- Fernand. V. Goeldner-Gianella L, (2000) *L'Allemagne et ses polders, conquête et renaissance des marais maritimes*. Annales de Géographie. 2000, t. 109, n°616. p. 658.
- Fleurbec (1978) *Plantes sauvages des villes et des champs*. Volume 1 (guide d'identification), Fleurbec.
- Fleurbec (1981) *Plantes sauvages comestibles* (guide d'identification), Fleurbec.
- Fleurbec (1983) *Plantes sauvages des villes, des champs et en bordure des chemins*. Volume 2 (guide d'identification), Fleurbec.
- Fleurbec (1987) *Plantes sauvages des lacs, des rivières et des tourbières* (guide d'identification), Fleurbec.
- Fleurbec / Lamoureux, S., Lamoureux, G., Lavoie, G. et Boudreau, F. (1995) *La répartition du troscart de la gaspésie (Triglochin gaspense) dans le Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie*. Rapport préparé pour le gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec 69 pages.
- Fleurbec (1985) *Plantes sauvages du bord de la mer* (guide d'identification), Fleurbec.
- Flora of North America, Liste taxonomique, clés d'identification et recherche d'espèces. Adresse URL : <http://floranorthamerica.org/>
- Fondation de la Faune du Québec, Initiatives fauniques, sites protégés. Adresse URL : http://www.fondationdelafaune.qc.ca/initiatives/sites_proteges/
- Gagnon, M. (1998) *Bilan régional - Rive sud de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Zones d'intervention prioritaire 15, 16 et 17*. Environnement Canada - région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Xx + 76 pages.
- Gauthier, B. et Goudreau, M. (1983) *Mares glacielles et non glacielles dans le marais salé de l'Isle Verte, estuaire du St-Laurent, Québec*. Géographie physique et Quaternaire, vol. 37, n° 1, p. 49-66. URI: <http://id.erudit.org/iderudit/>
- Gauthier, J., et Y. Aubry, sous la direction de, (1995) *Les oiseaux nicheurs du Québec : atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec
- Gauthier, J., Lehoux, D., Rosa, J. (1980) *Les marécages intertidaux dans l'estuaire du Saint-Laurent*. Ottawa : Environnement Canada, Service canadien de la faune.91 p.
- GENIVAR (2009) *Étude de préféabilité pour des travaux de restauration des berges le long du fleuve à Saint-Augustin-de-Desmaures*. Rapport final de GENIVAR Société en commandite à la Fondation québécoise pour la protection du patrimoine naturel. 60 p. et annexes.
- Gilbert, G. (1981) *Le comportement social du pinson à queue aigüe*. Thèse de maîtrise, Faculté des sciences et génies, Université Laval.

- Goeldner-Gianella, L. & Imbert, C. (2005) *Représentations sociales des marais et dépoldérisation: le cas d'un marais breton*. L'Espace géographique 3/2005 (tome 34), p. 251-265. Adresse URL : www.cairn.info/revue-espace-geographique-2005-3-page-251.htm.
- Goeldner-Gianella, L. (2007) *Perceptions and Attitudes Toward De-polderisation in Europe: A Comparison of Five Opinion Surveys in France and the UK*. Journal of Coastal Research, 23(5), 1218-1230. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
- Goeldner-Gianella, L. (2008) *Polders du XXI^e siècle : des paysages diversifiés et mouvants dans un contexte de changement climatique et d'évolution sociale*. Les carnets du paysage, n°17, p. 50-73.
- Gouvernement du Canada. Registre public des espèces en péril. Adresse URL : <http://www.registrelep.gc.ca>
- Gratton, L. (1990) *Écologie et techniques de plantation pour les trois espèces de spartines des marais salés de l'estuaire du Saint-Laurent*. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Conservation et Protection.
- Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'Eider à duvet (2004) *Plan québécois de l'Eider à duvet Somateria mollissima dresseri*. Publication spéciale du Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'Eider à duvet, Québec, 44 pages.
- Groupe de recherche PHRAGMITES, groupe de recherche interuniversitaire sur le roseau commun (2012) ; Adresse URL : <http://phragmites.crad.ulaval.ca/>.
- Groupe Phragmites (Le) (2012) *Le roseau envahisseur : la dynamique, l'impact et le contrôle d'une invasion d'envergure*. Le Naturaliste canadien, 136 N°3. La société Provencher d'histoire naturelle du Canada.
- Hatvany, M. (2002) *The Aboiteaux of Kamouraska: An Historical Geography of Nature, People and Processes*, in Département de géographie, Université Laval : Québec. p. 344 p.
- Hatvany, Matthew G. (2009) *Paysages de marais*. Quatre siècles de relations entre l'humain et les marais du Kamouraska. Traduction de l'anglais *Marshlands*. Société historique de la Côte-du-Sud, Ruralys.
- Holmes, R. M., Aminot, A., Kerouel, R., Hooker, B. A. & Peterson, J. B. (1999) "A simple and precise method for measuring ammonium in marine and freshwater ecosystems." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 56(10): 1801-1807.
- Hoogheemraadschap van Rijnland, (2007) *Information brochure, Coastal Reinforcement Noordwijk Afdeling Communicatie, Communicatiebureau PODIUM, Utrecht*. www.rijnland.net/kustversterking
- Huard A.M. (2010) *Évolution saisonnière de la biogéochimie et de la microbiologie des marais côtiers nordiques : le cas des marelles du parc national du bic*. Mémoire de maîtrise en océanographie, UQAR.
- Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (2012) *État des populations d'oiseaux du Canada*. 2012. Environnement Canada, Ottawa, Canada. 36 pages. No de cat. : CW66-312/2012F ISBN 978-1-100-99218-1.
- Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer. Adresse URL : <http://www.ifremer.fr/>
- Joubert, J.-É., Bachand, É., et Lelièvre-Mathieu, A. (2012) *Rapport de caractérisation du marais de la Réserve nationale de Faune de Pointe-au-Père. Les communautés végétales du marais maritime de Pointe-au-Père et caractérisation géomorphologique*. Présenté à Environnement Canada. Comité Zone d'Intervention Prioritaire du Sud-de-l'Estuaire, Printemps 2012. 37 p.
- King, S. E. et Lester, J. N. (1995) *The Value of Salt Marsh as a Sea Defence*, Marine Pollution Bulletin, Elsevier, Volume 30, Number 3, March 1995, pp. 180-189 (10)
- Kusler, J. A. & Kentula, M. E. (1989) *Wetland creation and restoration : The status of the science. Volume II : Perspective*. United States Environmental Protection Agency. Environmental research Laboratory, Research and development
- Kusler, J. A. et Kentula, M. E. (1989) *Wetland creation and restoration; the status of the science, Volume II; Perspectives*, US Environmental Protection Agency, 170 p.
- Lalande, D. et Parent, A. (2004) *Les paysages du Kamouraska : Connaissance, évaluation et valorisation*. Ruralys, MRC de Kamouraska et les Partenaires de l'Entente spécifique pour le développement de l'offre en tourisme du Bas-Saint-Laurent : Conférence régionale des élus du Bas-Saint-Laurent, Ministère de la Culture et des Communications, Tourisme Bas-Saint-Laurent et Tourisme Québec.
- Lavoie, C. (2003) *Des plantes à la conquête des marais*. Quatre-temps, Printemps: p. 16-18.

- Lavoie, C. (2007) *Le roseau commun au Québec: enquête sur une invasion*. Le naturaliste canadien, 131(2): p. 5-9.
- Lavoie, C. (2008) *Le roseau commun (Phragmites australis) : une menace pour les milieux humides du Québec ?* Réalisé pour le compte du Comité interministériel du Gouvernement du Québec sur le roseau commun et pour Canards Illimités Canada 44.
- Lavoie, M. (2009) *Les aboiteaux acadiens : origines, controverses et ambiguïtés*, Port Acadie : revue interdisciplinaire en études acadiennes / Port Acadie: An Interdisciplinary Review in Acadian Studies, 2008-2009, p. 115-145. Adresse URL : <http://id.erudit.org/iderudit/038425ar>
- Marcadet, C. & Lydie Goeldner-Gianella, L. (2008) « *Dépoldériser dans le bassin d'Arcachon ? Réactions sociales et propositions de gestion* », *Norois*, 197 | 2005/4, mis en ligne le 15 décembre 2008, consulté le 29 octobre 2012. URL : <http://norois.revues.org/288> ; DOI : 10.4000/norois. 288.
- Marie-Victorin, Frère (2001) *La flore laurentienne*. 3^{ième} édition, Presses de l'Université de Montréal.
- Mathieu, K. (2008) *Évolution du marais de la baie de Kamouraska : l'effet de coincement*. Essai de maîtrise professionnelle en biogéosciences de l'environnement, Département de géographie, Université Laval. Québec.
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Espèces en péril au Québec, Liste des espèces en péril. Adresse URL : <http://www3.mrnf.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.as>
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario (2011) *Phragmite envahissant – Pratiques de gestion exemplaires*, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario Peterborough (Ontario), version 2011, 15 pages.
- Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs (2007) *Délimitation de la ligne des hautes eaux*. Méthode botanique simplifiée, Les Publications du Québec, Gouvernement du Québec.
- Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs, Plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. Adresse URL : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/plantes-vasculaires-menacees.htm>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec (2008) *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Note explicative sur la ligne naturelle des hautes eaux : la méthode botanique experte, 8 p. + annexes.
- Ministère du Développement durable, Environnement, Faune et Parcs, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables © Gouvernement du Québec. (2002) Adresse URL : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/index.htm>
- Ministère du Développement durable, Environnement, Faune et Parcs Québec (2012) *Critères de qualité de l'eau de surface*, Adresse URL : http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp, Page consultée le 19 février 2013
- Ministère du Développement durable, Environnement, Faune et Parcs Québec, (2004) *Portrait global de la qualité de l'eau des principales rivières du Québec*, Adresse URL : http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/global-2004/Etat2004.htm#etat_parametres, page consulté le 26 mars 2013.
- Murphy, J., Riley, J. P. (1962) *A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters*. *Anal. Chim Acta* 27 : 31-6.
- Nature-Québec, ZICO du Québec, fiche descriptive de la ZICO de Kamouraska. Adresse URL : <http://www.naturequebec.org/projets/zico/zico-du-quebec/>
- Office québécois de la langue française. Le grand dictionnaire terminologique. Adresse URL : <http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/gdt.html>
- OURANOS (2004) *S'adapter aux changements climatiques*. Consortium Ouranos, Montréal, ISBN 2-923292-00-6 (PDF), 91 p.
- P. Champagne, R. Denis et Lebel, C. (1983) *Établissement des modèles caractérisant l'équilibre dynamique des estrans de la rive sud du moyen estuaire du Saint-Laurent*. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques no 1711, Direction de la recherche sur les pêches, Ministère des Pêches et des Océans.
- Painchaud, J., (1997) *La qualité de l'eau des rivières du Québec : état et tendances*, Direction des écosystèmes aquatiques, 67p.
- Pêche et Océans Canada. Les marais salés du Saint-Laurent. Adresse URL : <http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/os/bysea-enmer/marshes-marais-f.php#plants>

- Pelletier M., R. Vaillancourt, S. Hébert, R. Greendale et Vigneault Y. (1990) *Habitats côtiers perturbés dans le réseau Saint-Laurent en aval de l'île d'Orléans* : Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1754: ixt.61 p.
- Quintin, C., Lajoie, M. et Plante, S. (2009) *Des rivières à la mer : Vers une gestion intégrée de la zone côtière du Kamouraska*. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec. 164 p. (incluant les annexes).
- Repentigny (de), L.-G. (1976) *Aperçu de la végétation des champs et paturages près de la zone intertidale à la baie de l'Isle Verte, P. Québec*. Service canadien de la faune, Ste-Foy, Québec
- Robert, M. et Laporte, P. (1996) *Le rôle jaune dans le sud du Québec : inventaires, habitats et nidification*, Série de rapports techniques No 247, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, viii + 87 p.
- Robinson, S., van Proosdij, D., and Kolstee, H. (2004) *Change in Dykeland Practices in Agricultural Salt Marshes in Cobequid Bay, Bay of Fundy*. BoFEP Conference Proceedings, Department of Geography, Saint Mary's University, Halifax & Nova Scotia Department of Agriculture and Fisheries, Resource Stewardship Division.
- ROCHE, Consultants Ropars inc. et LaSalle (2011) *Analyse des solutions en érosion côtière dans la Baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine*, Étude en hydraulique maritime, N/Réf. : 61933, Rapport final, 219 p. et annexes
- Savard J-P., Bernatchez P., Morneau F., Saucier F., Gachon P., Senneville S., Fraser C., Jolivet Y. (2008) *Étude de la sensibilité des côtes et de la vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques - Synthèse des résultats*. OURANOS, Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatique.
- Service canadien de la faune (SCF) Région du Québec, Les oiseaux en péril du Québec. Adresse URL : http://www.qc.ec.gc.ca/faune/oiseaux_menaces/html/index_f.html
- Shaffer, F., J.P. LeBel and R. Ouellet (1990) *State of the Sharp-tailed Sparrow (Ammodramus caudacutus subvirgatus) in Quebec and Canada*. Dept. Rec., Hunting and Fishing, Quebec Assn. Ornithol. Unions, Québec.
- Sibley, D. A. (2003) *The Sibley Field Guide to Birds of Eastern North America* Editions Alfred A. Knopf, Inc. avec Audubon society.
- Singh, K., Bradley B., Ollerhead, J. and Walters (2007) *Climate Change, Sea-Level Rise and the Case for Salt Marsh Restoration in the Bay of Fundy*, Canada Environments Journal Volume 35(2).
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group (2004) *The SER International Primer on Ecological Restoration & Tucson* : Society for Ecological Restoration International. www.ser.org Traduit par: Christelle Fontaine and James Aronson, CEFE/CNRS, Montpellier, France.
- SOS-POP (2007) *Banque de données sur les oiseaux en péril du Québec*. Regroupement QuébecOiseaux et Service canadien de la faune d'Environnement Canada, région du Québec, 8 avril 2008.
- TARDIF, R. (1999) *Inventaire des aires de concentration des oiseaux aquatiques dans la région du Bas-Saint-Laurent*, 1998. Faune et Parcs Québec, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Rivière-du-Loup, 19 p.
- Teal, J. M. Weishar, L. (2005) *Ecological engineering, adaptive management, and restoration management in Delaware Bay salt marsh restoration*, Ecological Engineering, Volume 25, Issue 3, Pages 304–314
- Tecslut (2008) *Analyse coûts-avantages de solutions d'adaptation à l'érosion côtière pour la Ville de Sept-Îles*, Rapport final - version définitive, 150 p.
- TEEBcase, Compiled by Förster, J. and L. De Muelenaere mainly based on Turner et al. 2007 and DEFRA and EA 2002. (2011) *Managed realignment for coastal protection, UK*. Adresse URL : TEEBweb.org.
- Tremblay, B. (2002) *Les milieux humides côtiers du sud de la Gaspésie*, Comité ZIP Baie des Chaleurs. Document présenté à la Société de la faune et des parcs du Québec et au ministère des Pêches et des Océans du Canada, Maria, novembre 2002, ISBN 2-9805886-1-X Dépôt légal - 4^e trimestre 2002.
- Verger, F. (2011) *Digues et polders littoraux : réflexions après la tempête Xynthia*, Physio-Géo, Volume 5. Adresse URL : <http://physio-geo.revues.org/1740>
- Vollenweider R.A., (1968) *Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et des eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophisation*. Paris, OCDE, Rapport technique DAS/CIS 68-27, 250 p

Warren, R. S., Fell, P.E., Rozsa, R., Brawley, A. H., Orsted, A. C., Olson, E. T., Swamy, V. et Niering, W. A. (2002) *Salt Marsh Restoration in Connecticut: 20 Years of Science and Management*, Restoration Ecology, Vol. 10 Issue 3, p497-513.

Webster A., Gagnon-Lebrun F., DesJarlais C., Nolet J., Sauvé C. et Uhde S. (2008) *L'évaluation des avantages et des coûts de l'adaptation aux changements climatiques*, Eco Ressources consultants, Rapport de recherche remis au Consortium OURANOS, 71 p

Wikipédia. Adresse URL : <http://fr.wikipedia.org>

Wiktionnaire. Adresse URL : http://fr.wiktionary.org/wiki/Wiktionnaire:Page_d%E2%80%99accueil

Williams, P. et Faber, P. (2001) *Salt marsh restoration experience in San Francisco Bay*, Journal of coastal research, Special issue 27, page 203- 211

Un marais en changement

Caractérisation du marais salé de la baie de Kamouraska - Mars 2013



Partenaires :



(Chaire de recherche en Géochimie des Hydrogéosystèmes côtiers)

Ce projet est réalisé, en partie, à l'aide d'une contribution du programme Interactions communautaires. Le financement de ce programme conjoint, lié au Plan Saint-Laurent pour un développement durable, est partagé entre Environnement Canada et le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec. http://planstlaurent.qc.ca/fr/interactions_communautaires.html

Annexes

INDEX DES ANNEXES

I.	DONNÉES DE L'INVENTAIRE FLORISTIQUE	90
II.	ÉTAGES ET GROUPEMENTS DE VÉGÉTATION EN FONCTION DE LA LIMITE DES MARÉES DANS UN MARAIS SALÉ	103
III.	FICHE D'INVENTAIRE BOTANIQUE	104
IV.	LISTE TOTALE DES PLANTES	105
V.	LISTE DES OISEAUX OBSERVÉS	107
VI.	ESPÈCES D'OISEAUX PAR ZONE D'UTILISATION	109
VII.	COMPORTEMENTS OBSERVÉS CHEZ LES ESPÈCES D'OISEAUX EN PÉRIL ET EN DÉCLIN	111
VIII.	CODES DE NIDIFICATION DES OISEAUX	112
IX.	TAUX DE MIGRATION PAR TRANSECT DU MARAIS DE LA BAIE DE KAMOURASKA	113
X.	CARACTÉRISATION GÉOMORPHOLOGIQUE	114
XI.	ÉCHANTILLONNAGE ET MÉTHODE D'ANALYSE DE L'EAU	117
XII.	CONCENTRATIONS SEUILS DE LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE	118
XIII.	DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES ET CONCENTRATION DE NUTRIMENTS POUR LE RUISSEAU DES BRAS	120
XIV.	DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES ET CONCENTRATION DE NUTRIMENTS ANALYSÉS PAR ÉCHANTILLON	121
XV.	DONNÉES HYDROGRAPHIQUES SUR LE SECTEUR DE POINTE AUX ORIGNAUX	123

I. DONNÉES DE L'INVENTAIRE FLORISTIQUE

	transect 1	190		47 32 35 4 069 53 07 7
Schorre supérieur			arroche hastée	<i>Atriplex prostrata</i>
Marais salé à spartine pectinée discontinue			scirpe maritime	<i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i>
			spartine pectinée	<i>Spartina pectinata</i>
	transect 1	191		47 32 35 5 069 53 08 0
Schorre supérieur			arroche hastée	<i>Atriplex prostrata</i>
Marais salé à spartine étalée et alterniflore			orge queue-d'écureuil	<i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i>
			limonium de Caroline	<i>Limonium carolinianum</i>
			Troscart de Gaspésie	<i>Triglochin gaspensis</i>
			plantain maritime	<i>Plantago maritima subsp. juncoides</i>
			salicorne maritime	<i>Salicornia maritima</i>
			spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>
			spartine étalée	<i>Spartina patens</i>
			troscart maritime	<i>Triglochin maritima</i>
	transect 1	194		47 32 36 2 069 53 09 6
Schorre inférieur			ascophylle noueuse	<i>Ascophyllum nodosum</i>
Marais salé à spartine alterniflore			fucus sp.	<i>fucus sp.</i>
			spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>
			laitue de mer	<i>Ulva lactuca</i>
	transect 1	196		47 32 39 8 069 53 17 0
Slikke			ascophylle noueuse	<i>Ascophyllum nodosum</i>
Vasière à spartine alterniflore et algues brunes dense			fucus sp.	<i>fucus sp.</i>
			spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>
	transect 1	198		47 32 33 7 069 53 08 3

<p>Schorre supérieur Marais salé à spartine pectinée discontinue POINT DE CONTROLE</p>	<p>arroche hastée orge queue-d'écureuil puccinellie naine salicorne maritime scirpe maritime spartine alterniflore spartine pectinée verge d'or toujours verte</p>	<p><i>Atriplex prostrata</i> <i>Hordeum jubatum</i> subsp. <i>jubatum</i> <i>Puccinellia pumila</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>maritimus</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spartina pectinata</i> <i>Solidago sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i></p>	<p>47 32 33 8 069 53 08 3</p>
<p>transect 1</p>	<p>199</p>		
<p>Schorre supérieur Marais salé à arroche hastée 43 PHRAGMITES</p>	<p>arroche hastée achillée millefeuille roseau commun agropyre à crête liseron des haies d'Amérique</p>	<p><i>Atriplex prostrata</i> <i>Achillea millefolium</i> <i>Phragmites australis</i> subsp. <i>australis</i> subsp. <i>australis</i> <i>Agropyron cristatum</i> <i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>Americana</i></p>	<p>47 32 32 9 069 53 09 0</p>
<p>transect 2</p>	<p>200</p>		
<p>Schorre supérieur Marais salé à spartine étalée et alterniflore POINT DE CONTROLE</p>	<p>arroche hastée spartine alterniflore spartine étalée verge d'or toujours verte limonium de Caroline plantain maritime glaux maritime</p>	<p><i>Atriplex prostrata</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spartina patens</i> <i>Solidago sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>juncooides</i> <i>Glaux maritima</i></p>	<p>47 32 27 9 069 53 15 8</p>
<p>transect 2</p>	<p>201</p>		
<p>Arrière plage Plage à rosiers rugueux POINT DE CONTROLE</p>	<p>rosier rugueux agropyre à crête impatiente du Cap calamagrostide du Canada frêne rouge amélanchier bas</p>	<p><i>Rosa rugosa</i> <i>Agropyron cristatum</i> <i>Impatiens capensis</i> <i>Calamagrostis canadensis</i> <i>Fraxinus pennsylvanica</i> <i>Amelanchier humilis</i></p>	

	orge queue-d'écureuil achillée millefeuille	<i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Achillea millefolium</i>	47 32 23 9 069 53 18 9
transect 2	202		
Schorre supérieur Marais salé à élyme des sables d'Amérique et spartine étalée	agropyre à crête arroche hastée élyme des sables d'Amérique orge queue-d'écureuil rosier rugueux scirpe maritime spartine étalée spartine pectinée verge d'or toujours verte	<i>Agropyron cristatum</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Leymus mollis subsp. mollis</i> <i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Rosa rugosa</i> <i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i> <i>Spartina patens</i> <i>Spartina pectinata</i> <i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i>	
transect 2	203		47 32 20 9 069 53 20 7
Haute plage Plage à élyme des sables d'Amérique	honckénye diffuse (sabline faux-péplue) gesse maritime rosier rugueux élyme des sables d'Amérique arroche hastée agropyre à crête laiteron des champs	<i>Honckenya peploides subsp. diffusa</i> <i>Lathyrus japonicus</i> <i>Rosa rugosa</i> <i>Leymus mollis subsp. mollis</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Agropyron cristatum</i> <i>Sonchus arvensis subsp. arvensis</i>	
transect 2	204		47 32 21 2 069 53 21 4
Schorre supérieur Marais salé à spartine étalée et alterniflore	arroche hastée glaux maritime limonium de Caroline plantain maritime salicorne maritime spartine alterniflore spartine étalée spergulaire des marais salés	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Glaux maritima</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Plantago maritima subsp. juncoides</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spartina patens</i> <i>Spergularia salina</i>	

		verge d'or toujours verte	<i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i>	
	transect 2	205		47 32 21 4 069 53 22 2
Schorre inférieur Marais salé à spartine alterniflore		spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	
	transect 2	206		47 32 22 1 069 53 23 9
Slikke Vasière à spartine alterniflore et algues brunes dense		ascophylle noueuse fucus sp. spartine alterniflore	<i>Ascophyllum nodosum</i> <i>fucus sp.</i> <i>Spartina alterniflora</i>	
	transect 2	207		47 32 24 1 069 53 28 0
Schorre supérieur 450 PHRAGMITES		roseau commun	<i>Phragmites australis subsp. australis subsp. australis</i>	
	transect 3	208		47 32 19 0 069 53 21 5
Schorre supérieur marais salé à spartines mixtes POINT DE CONTROLE		arroche hastée glaux maritime orge queue-d'écureuil ruppie maritime scirpe maritime spartine alterniflore spartine étalée spartine pectinée verge d'or toujours verte	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Glaux maritima</i> <i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Ruppia maritima</i> <i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spartina patens</i> <i>Spartina pectinata</i> <i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i>	
	transect 3	210		47 32 13 9 069 53 27 2
Schorre supérieur 70 PHRAGMITES		roseau commun	<i>Phragmites australis subsp. australis subsp. australis</i>	
	transect 3	211		47 32 06 8 069 53 32 5
Schorre supérieur		orge queue-d'écureuil	<i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i>	

marais salé à spartines mixtes	arroche hastée scirpe maritime spartine alterniflore spartine étalée spartine pectinée verge d'or toujours verte	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>maritimus</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spartina patens</i> <i>Spartina pectinata</i> <i>Solidago sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i>	
transect 3	212		47 32 06 8 069 53 32 5
Schorre supérieur Marais salé à spartine étalée et alterniflore	arroche hastée spartine alterniflore spartine étalée salicorne maritime verge d'or toujours verte fétuque de Richardson ruppie maritime potentille ansérine limonium de Caroline glaux maritime	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spartina patens</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Solidago sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i> <i>Festuca rubra</i> subsp. <i>arctica</i> <i>Ruppia maritima</i> <i>Potentilla anserina</i> subsp. <i>anserina</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Glaux maritima</i>	
transect 3	213		47 32 07 1 069 53 33 4
Schorre inférieur Marais salé à spartine alterniflore	spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	
transect 3	214		47 32 08 6 069 53 36 8
Slikke Vasière à spartine alterniflore et algues brunes dense	ascophylle noueuse fucus sp. spartine alterniflore	<i>Ascophyllum nodosum</i> <i>fucus</i> sp. <i>Spartina alterniflora</i>	
transect 4	216		47 31 53 7 069 53 47 1
Schorre supérieur Marais salé à spartine pectinée discontinue	salicorne maritime plantain maritime arroche hastée	<i>Salicornia maritima</i> <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>juncoides</i> <i>Atriplex prostrata</i>	

		scirpe maritime spartine pectinée	<i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i> <i>Spartina pectinata</i>	
	transect 4	217		47 31 53 7 069 53 47 1
Schorre supérieur Marais salé à spartine étalée et alterniflore		salicorne maritime plantain maritime verge d'or toujours verte glaux maritime orge queue-d'écureuil ruppie maritime limonium de Caroline arroche hastée spartine alterniflore spartine étalée	<i>Salicornia maritima</i> <i>Plantago maritima subsp. juncoides</i> <i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i> <i>Glaux maritima</i> <i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Ruppia maritima</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spartina patens</i>	
	transect 4	218		47 31 54 1 069 53 47 9
Schorre inférieur Marais salé à spartine alterniflore		spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	
	transect 4	219		47 31 56 1 069 53 52 7
Slikke Vasière à spartine alterniflore et algues brunes discontinue		ascophylle noueuse fucus vésiculeux spartine alterniflore	<i>Ascophyllum nodosum</i> <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Spartina alterniflora</i>	
	transect 4	220		47 31 59 3 069 53 59 3
Scorre supérieur Marais salé à spartine pectinée dense POINT DE CONTROLE		scirpe maritime spartine pectinée arroche hastée	<i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i> <i>Spartina pectinata</i> <i>Atriplex prostrata</i>	
	transect 5	221		47 31 49 3 069 53 51 9
Scorre supérieur		arroche hastée	<i>Atriplex prostrata</i>	

Marais salé à spartine pectinée et étalée dense	limonium de Caroline plantain maritime salicorne maritime scirpe maritime spartine étalée spartine pectinée spergulaire des marais salés	<i>Limonium carolinianum</i> <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>juncoides</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>maritimus</i> <i>Spartina patens</i> <i>Spartina pectinata</i> <i>Spergularia salina</i>	47 31 41 8 069 54 64 1
transect 5	222		
Score supérieur Marais salé à spartine étalée et alterniflore	spartine étalée spartine alterniflore limonium de Caroline glaux maritime plantain maritime	<i>spartina patens</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Glaux maritima</i> <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>juncoides</i>	
transect 5	223		47 31 41 9 069 54 04 1
Score inférieur Marais salé à spartine alterniflore	spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	
transect 5	224		47 31 42 9 069 54 05 5
Slikke Vasière quasi dénudée	spartine alterniflore ascophylle noueuse	<i>Spartina alterniflora</i> <i>Ascophyllum nodosum</i>	
transect 6	225		47 31 45 0 069 54 08 3
Schorre supérieur 1000 PHRAGMITES	roseau commun	<i>Phragmites australis</i> subsp. <i>australis</i> subsp. <i>australis</i>	
transect 6	226		47 31 38 9 069 54 06 3
Schorre supérieur Marais salé à spartine pectinée dense POINT DE CONTROLE	arroche hastée scirpe maritime spartine alterniflore spartine pectinée	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>maritimus</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spartina pectinata</i>	

	transect 6	227		47 31 37 2 069 54 08 8
Schorre supérieur Marais salé à spartine pectinée et étalée discontinue			arroche hastée scirpe maritime spartine étalée spartine pectinée verge d'or toujours verte	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>maritimus</i> <i>Spartina pectinata</i> <i>Spartina patens</i> <i>Solidago sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i>
	transect 6	228		47 31 30 3 069 54 21 0
Schorre supérieur Marais salé à spartine étalée et alterniflore			limonium de Caroline plantain maritime ruppie maritime spartine étalée spartine alterniflore troscart maritime verge d'or toujours verte	<i>Limonium carolinianum</i> <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>juncoides</i> <i>Ruppia maritima</i> <i>Spartina patens</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Triglochin maritima</i> <i>Solidago sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i>
	transect 6	229		47 31 31 1 069 54 21 7
Schorre inférieur Marais salé à spartine alterniflore			spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>
	transect 6	230		47 31 33 0 069 54 23 8
Slikke Vasière dénudée				
	transect 7-1	232		47 31 26 0 069 54 30 8
Schorre supérieur Laisses de mer			arroche hastée scirpe maritime	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>maritimus</i>
	transect 7-1	233		47 31 27 0 069 54 31 5
Schorre supérieur			troscart maritime	<i>Triglochin maritima</i>

Marais salé à spartine alterniflore et étalée	glaux maritime limonium de Caroline orge queue-d'écureuil plantain maritime ruppie maritime salicorne maritime scirpe maritime spartine alterniflore spartine étalée spergulaire des marais salés verge d'or toujours verte	<i>Glaux maritima</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Plantago maritima subsp. juncoides</i> <i>Ruppia maritima</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Spartina patens</i> <i>spergularia salina</i> <i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i>	
transect 7-1	234		47 31 30 0 069 54 33 5
Schorre inférieur absent			
transect 7-1	235		47 31 27 0 069 54 31 5
Slikke Vasière dénudée à radeaux de spartine alterniflore	spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	
transect 7-2	237		47 31 22 9 069 54 42 2
Schorre supérieur Laisses de mer	scirpe maritime arroche hastée	<i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i> <i>Atriplex prostrata</i>	
transect 7-2	238		47 31 22 9 069 54 42 2
Schorre supérieur Marais salé à spartine alterniflore et étalée	arroche hastée glaux maritime limonium de Caroline orge queue-d'écureuil plantain maritime ruppie maritime salicorne maritime spartine alterniflore	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Glaux maritima</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Plantago maritima subsp. juncoides</i> <i>Ruppia maritima</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Spartina alterniflora</i>	

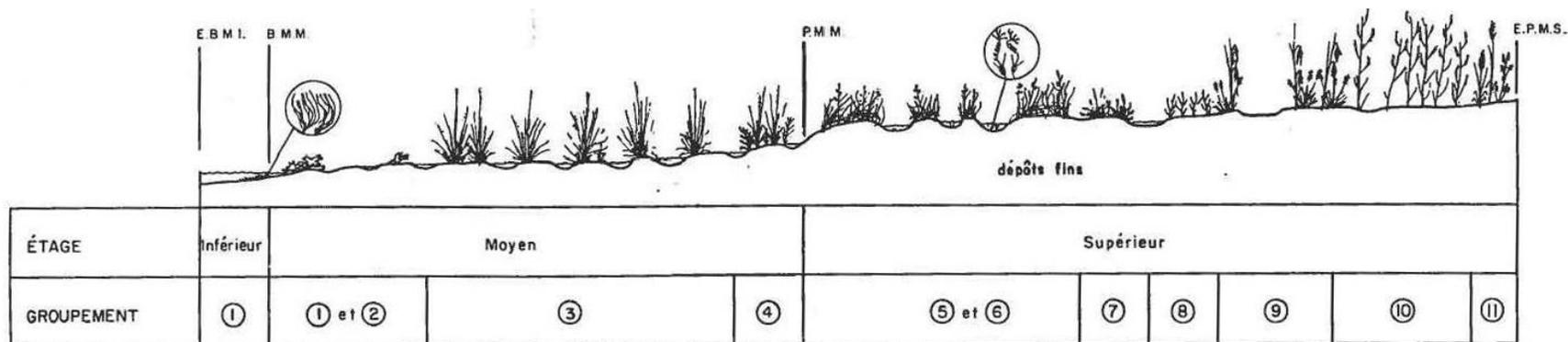
		spartine étalée spergulaire des marais salés verge d'or toujours verte	<i>Spartina patens</i> <i>Spergularia salina</i> <i>Solidago sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i>	
	transect 7-2	240		47 31 24 5 069 54 42 9
Schorre inférieur absent		spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	
	transect 7-2	241		47 31 24 5 069 54 42 9
Slikke Vasière dénudée à radeaux de spartine alterniflore		spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	
	transect 7-2	242		47 31 22 8 069 54 43 9
Bourrelet de terre (schorre supérieur) Prairie sèche POINT DE CONTROLE		agropyre à crête alpiste roseau arroche hastée laiteron des champs matricaire maritime onagre bisannuelle spartine pectinée vesce jargeau	<i>Agropyron cristatum</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Sonchus arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> <i>Tripleurospermum maritimum</i> subsp. <i>maritimum</i> <i>Oenothera biennis</i> <i>Spartina pectinata</i> <i>Vicia cracca</i>	
	transect 8	243		47 31 22 8 069 54 43 9
Schorre supérieur Marais salé à spartine pectinée et étalée 65 PHRAGMITES		arroche hastée orge queue-d'écureuil scirpe maritime spartine étalée spartine pectinée	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Hordeum jubatum</i> subsp. <i>jubatum</i> <i>Bolboschoenus maritimus</i> subsp. <i>maritimus</i> <i>Spartina patens</i> <i>Spartina pectinata</i>	
	transect 8	246		47 31 23 6 069 54 54 3
Schorre supérieur Marais salé à spartine alterniflore		spartine alterniflore limonium de Caroline	<i>Spartina alterniflora</i> <i>Limonium carolinianum</i>	

		<p>plantain maritime salicorne maritime glaux maritime spergulaire des marais salés</p>	<p><i>Plantago maritima subsp. juncoides</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Glaux maritima</i> <i>Spergularia salina</i></p>	
	transect 8	247		47 31 22 5 069 54 54 3
Schorre supérieur Marais salé à spartine étalée		<p>glaux maritime limonium de Caroline orge queue-d'écureuil plantain maritime salicorne maritime scirpe maritime spartine étalée spergulaire des marais salés verge d'or toujours verte</p>	<p><i>Glaux maritima</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Plantago maritima subsp. juncoides</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i> <i>Spartina patens</i> <i>spergularia salina</i> <i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i></p>	
	transect 8	248		47 31 21 2 069 54 54 3
Schorre supérieur 250 PHRAGMITES		<p>roseau commun arroche hastée scirpe maritime</p>	<p><i>Phragmites australis subsp. australis subsp. australis</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i></p>	
	transect 8	244		47 31 21 0 069 54 54 1
Schorre inférieur Marais salé à spartine alterniflore		<p>spartine alterniflore</p>	<p><i>Spartina alterniflora</i></p>	
	transect 8	245		47 31 21 0 069 54 54 1
Slikke Vasière dénudée à radeaux de spartine alterniflore		<p>spartine alterniflore</p>	<p><i>Spartina alterniflora</i></p>	
	transect 9	249		47 31 21 0 069 54 54 1
Schorre supérieur 20 PHRAGMITES		<p>roseau commun</p>	<p><i>Phragmites australis subsp. australis subsp. australis</i></p>	

	transect 9	250		47 31 21 0 069 54 54 1
Schorre supérieur 950 PHRAGMITES (trois tales)		roseau commun	<i>Phragmites australis subsp. australis subsp. australis</i>	
	transect 9	251		47 31 19 1 069 55 07 8
Schorre supérieur Marais salé à spartines mixtes 20 PHRAGMITES		arroche hastée limonium de Caroline liseron des haies d'Amérique orge queue-d'écureuil plantain maritime roseau commun salicorne maritime scirpe maritime spartine alterniflore spartine étalée spartine pectinée spergulaire des marais salés verge d'or toujours verte	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Calystegia sepium subsp. americana</i> <i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Plantago maritima subsp. juncoides</i> <i>Phragmites australis subsp. australis subsp. australis</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i> <i>spartina alterniflora</i> <i>Spartina patens</i> <i>Spartina pectinata</i> <i>Spergularia salina</i> <i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i>	
	transect 9	252		47 31 21 3 069 55 09 9
Scorre supérieur Marais salé à spartine alterniflore		glaux maritime limonium de Caroline orge queue-d'écureuil plantain maritime salicorne maritime spartine alterniflore spergulaire des marais salés verge d'or toujours verte	<i>Glaux maritima</i> <i>Limonium carolinianum</i> <i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Plantago maritima subsp. juncoides</i> <i>Salicornia maritima</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>spergularia salina</i> <i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i>	
	transect 9	253		47 31 22 1 069 55 11 2
Scorre inférieur Marais salé à spartine alterniflore érodé		spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	

	transect 9	254		47 31 25 1 069 55 13 0
Slikke Vasière dénudée				
	transect 9	256		47 31 12 9 069 55 09 4
Schorre supérieur Prairie saumâtre à spartine pectinée POINT DE CONTROLE		spartine pectinée angélique brillante salicaire commune liseron des haies d'Amérique laiteron des champs orge queue-d'écureuil verge d'or toujours verte achillée millefeuille jonc de Gérard arroche hastée jonc de la Baltique hiérocloée odorante	<i>Spartina pectinata</i> <i>Angelica lucida</i> <i>Lythrum salicaria</i> <i>Calystegia sepium subsp. americana</i> <i>Sonchus arvensis subsp. arvensis</i> <i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i> <i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i> <i>Achillea millefolium</i> <i>Juncus gerardii subsp. gerardii</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Juncus balticus</i> <i>Anthoxanthum nitens subsp. nitens</i>	

II. ÉTAGES ET GROUPEMENTS DE VÉGÉTATION EN FONCTION DE LA LIMITE DES MARÉES DANS UN MARAIS SALÉ



1. Gr. à Fucus sp.
2. Gr. à Zostera marina
3. Gr. à Spartina alterniflora
4. Gr. à Spartina alterniflora et Salicornia europaea
5. Gr. à Spartina patens
6. Gr. à Ruppia maritima

7. Gr. à Plantago maritima
8. Gr. à Salicornia europaea
9. Gr. à Festuca rubra et/ou Carex paleacea
10. Gr. à Spartina pectinata
11. Gr. à Calamagrostis canadensis et Sanguisorba canadensis

E.B.M.I. Extrême de basse mer inférieure
B.M.M. Basse mer moyenne

P.M.M. Pleine mer moyenne
E.P.M.S. Extrême de pleine mer supérieure

Source : L'hydrosère représentative des marais salés de l'estuaire du Saint-Laurent (tiré de Couillard et Grondin, 1986) cité par Gratton, 1990

III. FICHE D'INVENTAIRE BOTANIQUE

Cette fiche était utilisée sur le terrain pour l'inventaire floristique. Elle a été modifiée de l'originale afin de faciliter la compréhension du lecteur. Nous avons fait comme si elle avait été remplie pour montrer de quelle façon elle était utilisée.

PLANTES INDICATRICES → ÉTAGES		ZONES	GPS	#	AUTRES PLANTES
<i>Ribes hirtellum</i>	Supralittoral	Arrière plage	45 054 98 N	134	<i>Solidago sempervirens</i>
<i>Rosa sp.</i>	Arrière plage	Haute plage	78 456 08 W		<i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i>
<i>Leymus mollis subsp. mollis</i>	Haute plage	Haut estran	Phragmites		
<i>Ligusticum scothicum</i> ou <i>Angelica lucida</i>	Supralittoral	Bas estran	Nb. de plants	70	
<i>Lathyrus japonicus</i>	Haute plage	Schorre sup.	N	IDEM	
<i>Atriplex prostrata</i>	Schorre sup.	Schorre inf.	W		
<i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i>	Schorre sup.	Aboiteau	Schorre sup.		
<i>Juncus sp.</i>	Schorre sup.	Slikke	<i>Triglochin gaspensis</i>		
<i>Spartina pectina</i>	Schorre sup.	Bas estran	Nb. de plants		
<i>Spartina patens</i>	Schorre sup.		N		
<i>Spartina alterniflora</i>	Schorre inf.		W		
NOTES					
Importantes laines de mer étouffantes pour la végétation qui est éparse et discontinue. (J-É Joubert, 06-08-12)					

IV. LISTE TOTALE DES PLANTES

NOM FRANÇAIS	NOM LATIN
achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i>
agropyre à crête	<i>Agropyron cristatum</i>
alpiste roseau	<i>Phalaris arundinacea</i>
amélanchier bas	<i>Amelanchier humilis</i>
angélique brillante	<i>Angelica lucida</i>
armoise vulgaire	<i>Artemisia vulgaris</i>
arroche hastée	<i>Atriplex prostrata</i>
ascophylle noueuse	<i>Ascophyllum nodosum</i>
bouleau à papier	<i>Betula papyrifera</i>
brome inerme	<i>Bromus inermis</i>
calamagrostide du Canada	<i>Calamagrostis canadensis</i>
carex sp.	<i>Carex sect. Ouales</i>
carex sp.	<i>Carex sect. Acrocystis</i>
carex sp.	<i>Carex sect. Glareosae</i>
carex sp.	<i>Carex sect. Ouales</i>
cerisier de Virginie	<i>Prunus virginiana var. virginiana</i>
chardon des champs	<i>Cirsium arvense</i>
chardon vulgaire	<i>Cirsium vulgare</i>
cicutaire maculée	<i>Cicuta maculata var. maculata</i>
concombre grim pant	<i>Echinocystis lobata</i>
élyme des sables d'Amérique	<i>Leymus mollis subsp. mollis</i>
épervière des prés	<i>Pilosella caespitosa</i>
épilobe sp.	<i>Chamerion sp.</i>
épinette blanche	<i>Picea glauca</i>
érable à Giguère	<i>Acer negundo</i>
fétuque de Richardson (rouge)	<i>Festuca rubra subsp. arctica</i>
fléole des prés	<i>Phleum pratense subsp. pratense</i>
framboisier sauvage	<i>Rubus idaeus subsp. strigosus</i>
frêne rouge	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>
fucus sp.	<i>Fucus</i>
fucus vesiculeux	<i>Fucus vesiculosus</i>
gesse maritime	<i>Lathyrus japonicus</i>
glaux maritime	<i>Glaux maritima</i>
grande bardane	<i>Arctium lappa</i>
groseillier hérissé	<i>Ribes hirtellum</i>
hiéochloé odorante	<i>Anthoxanthum nitens subsp. nitens</i>
honckénye diffuse (sablina faux-péplue)	<i>Honckenya peploides subsp. diffusa</i>
impatiente du Cap	<i>Impatiens capensis</i>
iris versicolore	<i>Iris versicolor</i>
isoète à spores épineuses	<i>Isoëtes echinospora</i>
jonc de Gérard	<i>Juncus gerardii subsp. gerardii</i>
jonc de la Baltique	<i>Juncus balticus</i>
laiteron des champs	<i>Sonchus arvensis subsp. arvensis</i>
laitue de mer	<i>Ulva lactuca</i>

NOM FRANÇAIS	NOM LATIN
limonium de caroline	<i>Limonium carolinianum</i>
liseron des haies d'Amérique	<i>Calystegia sepium subsp. americana</i>
lycopode claviforme	<i>Lycopodium clavatum</i>
matricaire maritime	<i>Tripleurospermum maritimum subsp. maritimum</i>
mélèze laricin	<i>Larix laricina</i>
menthe du Canada	<i>Mentha arvensis subsp. borealis</i>
onagre bisannuelle	<i>Oenothera biennis</i>
orge queue-d'écureuil	<i>Hordeum jubatum subsp. jubatum</i>
orpin âcre	<i>Sedum acre</i>
patience crépue	<i>Rumex crispus</i>
peuplier faux-tremble	<i>Populus tremuloides</i>
pigamon sp.	<i>Thalictrum sect. Leucocoma</i>
plantain maritime	<i>Plantago maritima subsp. juncoides</i>
potentille ansérine	<i>Potentilla anserina subsp. anserina</i>
puccinellie naine	<i>Puccinellia pumila</i>
quenouille à feuilles larges	<i>Typha latifolia</i>
renoncule cymbalaire	<i>Halerpestes cymbalaria</i>
roseau commun	<i>Phragmites australis subsp. australis</i>
roseau commun	<i>Phragmites australis subsp. australis subsp. Australis</i>
rosier inerme	<i>Rosa blanda</i>
rosier rugueux	<i>Rosa rugosa</i>
ruppie maritime	<i>Ruppia maritima</i>
salicaire commune	<i>Lythrum salicaria</i>
salicorne maritime	<i>Salicornia maritima</i>
scirpe maritime	<i>Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus</i>
spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>
spartine étalée	<i>Spartina patens</i>
spartine pectinée	<i>Spartina pectinata</i>
spergulaire des marais salés	<i>Spergularia salina</i>
sureau rouge	<i>Sambucus racemosa subsp. pubens var. pubens</i>
trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>
trèfle rouge	<i>Trifolium pratense</i>
troscart de la Gaspésie	<i>Troglochin gaspensis</i>
troscart maritime	<i>Triglochin maritima</i>
verge d'or des marais	<i>Solidago uliginosa</i>
verge d'or du Canada	<i>Solidago canadensis</i>
verge d'or toujours verte	<i>Solidago sempervirens subsp. sempervirens</i>
vesce jargeau	<i>Vicia cracca</i>

V. LISTE DES OISEAUX OBSERVÉS

Les noms français et latins des oiseaux se réfèrent à la *Check-list of North-America Birds* 7e édition de l'*American Ornithologist Union* (AOU) (incluant les 53 suppléments) et le site internet AVIBASE : <http://avibase.bsc-eoc.org/>. Les codes de nidification se réfèrent à la méthode de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec et leur explication est disponible à l'annexe VIII. Les statuts des espèces en péril se réfèrent au COSEPAC et au MRNF.

nom français	NOM LATIN	SP. EN PERIL	STATUT SUR LE SITE	CODE NIDIF.
plongeon huard	<i>Gavia immer</i>		Migrateur et estivant	X
cormoran à aigrettes	<i>Phalacrocorax auritus</i>		Nicheur régional	X
grand héron	<i>Ardea herodias</i>		Nicheur régional	X
bihoreau gris (américain)	<i>Nycticorax nycticorax hoactli</i>		Nicheur régional	X
oie des neiges (grande)	<i>Anser caerulescens atlanticus</i>		Estivant inusité	X
bernache cravant (atlantique)	<i>Branta hrota</i>		Migrateur	X
canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>		Nicheur confirmé sur le site	JE
canard noir	<i>Anas rubripes</i>		Nicheur confirmé sur le site	JE
canard chipeau	<i>Anas strepera</i>		Nicheur possible sur le site	P
canard souchet	<i>Anas clypeata</i>		Migrateur et estivant	X
sarcelle d'hiver (américaine)	<i>Anas carolinensis</i>		Estivant et nicheur possible sur le site	H
canard branchu	<i>Aix sponsa</i>		Estivant	X
eider à duvet (atlantique)	<i>Somateria mollissima</i>		Nicheur régional confirmé	JE
harle couronné	<i>Lophodytes cucullatus</i>		Estivant	X
harle huppé	<i>Mergus serrator</i>		Migrateur	X
busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>		Nicheur possible sur le site	H
faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>		Nicheur régional	X
faucon pèlerin (<i>anatum</i>)	<i>Falco peregrinus anatum</i>	Vulnérable	Nicheur régional	X
pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>		Migrateur	X
pluvier kildir	<i>Charadrius vociferus</i>		Nicheur confirmé sur le site	JE
pluvier semipalmé	<i>Charadrius semipalmatus</i>		Migrateur	X
chevalier grivelé	<i>Actitis macularius</i>		Migrateur	X
bécasseau à croupion blanc	<i>Calidris fuscicollis</i>		Migrateur	X
bécasseau semipalmé	<i>Calidris pusilla</i>	En déclin	Migrateur	X
bécasseau minuscule	<i>Calidris minutilla</i>	En déclin	Migrateur	X
bécasseau maubèche (<i>rufa</i>)	<i>Calidris canutus rufa</i>	En voie de disparition et sdmv	Migrateur	X
bécasseau à poitrine cendrée	<i>Calidris melanotos</i>	En déclin	Migrateur	X
bécassin roux	<i>Limnodromus griseus</i>		Migrateur	X

NOM FRANÇAIS	NOM LATIN	SP. EN PERIL	STATUT SUR LE SITE	CODE NIDIF.
petit chevalier	<i>Tringa flavipes</i>		Migrateur	X
sterne caspienne	<i>Sterna caspia</i>	Menacée	Visiteur inusité	X
goéland à bec cerclé	<i>Larus delawarensis</i>		Nicheur régional	X
goéland argenté (américain)	<i>Larus smithsonianus</i>		Nicheur régional	X
goéland bourgmestre	<i>Larus hyperboreus</i>		Hivernant (tardif en mai)	X
goéland marin	<i>Larus marinus</i>		Nicheur régional	X
hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	Préoccupante et sdmv	Nicheur confirmé sur le site	JE
corneille d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>		Nicheur régional	X
grand corbeau	<i>Corvus corax</i>		Nicheur régional	X
alouette hausse-col (des prairies)	<i>Eremophila alpestris praticola</i>	En déclin	Nicheur agricole confirmé	CN
hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Menacée	Nicheur agricole confirmé	JE
hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>		Migrateur et estivant	X
hirondelle à front blanc	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>		Nicheur régional	X
hirondelle bicolore	<i>Tachycineta bicolor</i>		Nicheur régional	X
merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>		Nicheur régional	X
pipit d'Amérique	<i>Anthus rubescens</i>		Migrateur	X
étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>		Nicheur agricole	X
paruline jaune	<i>Setophaga petechia</i>		Nicheur possible sur le site	S
paruline masquée	<i>Geothlypis trichas</i>		Nicheur possible sur le site	S
bruant chanteur	<i>Melospiza melodia</i>		Nicheur confirmé sur le site	AT
bruant des prés	<i>Passerculus sandwichensis</i>		Nicheur confirmé sur le site	JE
bruant de Nelson (Atlantique)	<i>Ammodramus nelsoni subvirgatus</i>	Sdmv	Nicheur probable sur le site	T
carouge à épaulettes	<i>Agelaius phoeniceus</i>		Nicheur confirmé sur le site	AT
quiscale bronzé	<i>Quiscalus quiscula</i>		Nicheur agricole confirmé	JE
goglu des prés	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Menacée	Nicheur agricole confirmé	JE
chardonneret jaune	<i>Carduelis tristis</i>		Nicheur régional	X

VI. ESPÈCES D'OISEAUX PAR ZONE D'UTILISATION

ESPECES D'OISEAUX PAR ZONE D'UTILISATION				
EAU LIBRE	MARAIS	ABOITEAU	SURVOL	TERRE AGRICOLE
canard colvert	bécasseau à croupion blanc	bruant chanteur	bécasseau minuscule	alouette hausse-col (des prairies)
canard noir	bécasseau à poitrine cendrée	bruant des prés	bécassin roux	bihoreau gris
canard souchet	bécasseau maubèche (<i>rufa</i>)	busard Saint-Martin	canard noir	bruant chanteur
eider à duvet	bécasseau minuscule	canard colvert	comorant à aigrettes	bruant de Nelson (Atlantique)
goéland à bec cerclé	bécasseau semipalmé	canard noir	corneille d'Amérique	bruant des prés
goéland argenté	bécassin roux	carouge à épaulettes	faucon émerillon	busard Saint-Martin
goéland bourgmestre	bernache cravant (Atlantique)	chardonneret jaune	faucon pèlerin (<i>anatum</i>)	carouge à épaulette
grand héron	bruant chanteur	étourneau sansonnet	goéland argenté	chardonneret jaune
harle huppé	bruant de nelson (Atlantique)	goglu des prés	goéland marin	étourneau sansonnet
plongeon huard	bruant des prés	grand héron	grand héron	goéland à bec cerclé
sarcelle d'hiver	busard Saint-Martin	hirondelle rustique	hirondelle à front blanc	goéland argenté
	canard branchu	paruline jaune	hirondelle de rivage	goglu des prés
	canard chipeau	paruline masquée	hirondelle rustique	hirondelle bicolore
	canard colvert	quiscale bronzé	oie des neiges	hirondelle rustique
	canard d'Amérique		petit chevalier	merle d'Amérique
	canard noir (Atlantique)		pipit d'Amérique	quiscale bronzé
	canard souchet		plongeon huard	
	carouge à épaulettes		pluvier argenté	
	chardonneret jaune		sterne caspienne	
	étourneau sansonnet			
	goéland à bec cerclé			

EAU LIBRE

MARAI

ABOITEAU

SURVOL

TERRE AGRICOLE

goéland argenté

goéland bourgmestre

goéland marin

goglu des prés

grand héron

hibou des marais

hirondelle rustique

oie des neiges (grande)

pipit d'Amérique

pluvier argenté

pluvier kildir

pluvier semipalmé

quiscale bronzé

sarcelle d'hiver (américaine)

VII. COMPORTEMENTS OBSERVÉS CHEZ LES ESPÈCES D'OISEAUX EN PÉRIL ET EN DÉCLIN

Les observations compilées des espèces d'oiseaux en péril sont synthétisées sous la séquence suivante :

- **Bécasseau maubèche** : le 7 août - 1 juvénile en alimentation avec des pluviers argentés, espèce observée en migration en août dans la vasière maritime ;
- **Faucon pèlerin** : en mai - 1 adulte en vol, espèce observée en survol au dessus des terres agricoles uniquement derrière tout le secteur couvert par les transects orientés du côté mer ;
- **Hibou des marais** : le 6 août - 1 adulte en chasse au dessus du marais salé, le 7 août - claquements de becs d'immatures entendus dans une touffe de roseaux communs au moment de l'envol d'un adulte au sol, espèce observée à partir du transect 7 ;
- **Sterne Caspienne** : en mai - 3 adultes en vol, espèce observée dans le transect 1, survol de l'ensemble de la baie ;
- **Alouette hausse-col** : en mai - 3 adultes, 1 mâle chanteur et 1 couple transportant du matériel dans l'habitat en mai, espèce uniquement observée du côté agricole en arrière des transects 5 et 7 ;
- **Hirondelle rustique** : à toute les passes - familles en vol et s'alimentant d'insectes aériens au dessus du marais salé, jusqu'à 10 individus simultanément, espèce observée dans 6 transects sur 10 ;
- **Bruant de Nelson** : en juin et août - mâles chanteurs dans l'habitat en juillet-août et comportement de fuite typique aux bruants (vol en équerre et fuite au sol), jusqu'à 6 individus simultanément dans une même journée, espèce observée et/ou entendue à partir du transect 7 jusqu'à l'ouest ;
- **Goglu des prés** : mâles chanteurs en mai dans l'habitat et groupe en déplacements formé d'adultes et de jeunes en août s'alimentant entre l'aboteau et le schorre supérieur à l'ouest du marais de la baie, jusqu'à 12 individus simultanément, espèce observée et/ou entendue dans les terres agricoles derrière le transects 5 durant la nidification en juin et à partir du transect 9 autour de l'aboteau lors des regroupements post-nuptiaux à la fin de l'été.

VIII. CODES DE NIDIFICATION DES OISEAUX

CODES	DESCRIPTION
ESPÈCE OBSERVÉE	
X	Espèce observée pendant sa période de reproduction, mais dans un habitat non propice à sa nidification (aucun indice de nidification).
NIDIFICATION POSSIBLE	
H	Espèce observée pendant sa période de reproduction dans un habitat de nidification propice.
S	Individu chantant ou sons associés à la reproduction (p. ex. cris, tambourinage) entendus pendant la période de reproduction de l'espèce dans un habitat de nidification propice.
NIDIFICATION PROBABLE	
M	Au moins 7 individus chantant ou produisant des sons associés à la reproduction (p. ex. cris, tambourinage), entendus au cours d'une même visite pendant la période de reproduction de l'espèce dans un habitat de nidification propice.
P	Couple observé pendant la période de reproduction de l'espèce dans un habitat de nidification propice.
T	Territoire présumé sur la base de l'audition de chants ou de sons associés à la reproduction (p. ex. cris, tambourinage) ou de l'observation d'un oiseau adulte, deux journées différentes à au moins une semaine d'intervalle pendant la période de reproduction de l'espèce, au
C	Comportement nuptial entre un mâle et une femelle (p. ex. parade, nourrissage, copulation) ou comportement agonistique entre deux individus (p. ex. querelle, poursuite), pendant la période de reproduction de l'espèce dans un habitat de nidification propice.
V	Oiseau visitant un site probable de nidification pendant la période de reproduction de l'espèce dans un habitat de nidification propice.
A	Comportement agité ou cris d'alarme de la part d'un adulte pendant la période de reproduction de l'espèce dans un habitat de nidification propice.
B	Plaques incubatrices ou protubérances cloacales observées sur un individu adulte capturé pendant la période de reproduction de l'espèce dans un habitat de nidification propice.
N	Construction d'un nid par un troglodyte ou excavation d'une cavité par un pic.
NIDIFICATION CONFIRMÉE	
CN	Construction d'un nid (sauf pour les pics et les troglodytes), y compris le transport de matériel de nidification.
DD	Oiseau tentant de détourner l'attention du nid ou des jeunes en simulant une blessure ou en utilisant une autre parade de diversion.
NU	Nid vide ayant été utilisé dans la période de l'atlas, ou coquilles d'œufs pondus dans cette même période.
JE	Jeune ayant récemment quitté le nid (espèces nidicoles) ou jeune en duvet (espèces nidifuges), incapable d'un vol soutenu.
NO	Adulte occupant, quittant ou gagnant un site probable de nidification (visible ou non) et dont le comportement est révélateur d'un nid occupé.
FE	Adulte transportant un sac fécal.
AT	Adulte transportant de la nourriture pour un ou plusieurs jeunes.
NF	Nid contenant un ou plusieurs œufs.
NJ	Nid contenant un ou plusieurs jeunes (vus ou entendus).

Source : <http://www.atlas-oiseaux.qc.ca/donneesqc/codes.jsp?lang=fr&pg=breeding>

IX. TAUX DE MIGRATION PAR TRANSECT DU MARAIS DE LA BAIE DE KAMOURASKA

Période	Taux de migration (mètre)									
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7A	T-7B	T-8	T-9
1961 à 1995	-24	-8	-35	-42	-8	0	-23	0	0	-30
1995 à 2012	-4	-3	-3	-11	-15	-18	-62	-21	-29	-15
1961 à 2012	-28	-11	-38	-53	-23	-18	-85	-21	-29	-45

X. CARACTÉRISATION GÉOMORPHOLOGIQUE

Caractérisation segment								1. Schorre inférieur/Slikke				2. Haut estran/Schorre inférieur/Sup					
Date	Observateur	# segme	GPS	Latitude	Longitude	Sens	Type de cô	# photo	Lithologie	Largeur	Élé. Mor	Notes	Litho/Strat	Largeur	Végét	Éléments	mcNotes
2012-08-06	ÉB, SF	1	19	47,54543	69,88428	Ouest	TP à MM	100-0011, 100-0012	ag,si,v	m	bg,ma	sch. Inf.	s,ga	e	a	do,lt	he
2012-08-06	ÉB, SF	2	20	47,54478	69,88457	Ouest	TP à MM	13 à 17	ag,si,v	m	ma	sch. Inf.	s,ga	m	her	do,lt	he
2012-08-06	ÉB, SF	3	21	47,54428	69,88465	ouest	TP à MM	18 à 21	ag,si,v	m	ma	sch. Inf.	s,ga	te	her	do,lt	he
2012-08-06	ÉB, SF	4	22	47,54370	69,88499	Ouest	MM	22 à 23	ag,si,v,roc	na	bg	slik	ag,v	l	her	bg,ma	sch.inf
2012-08-06	ÉB, SF	5	23	47,54310	69,88538	Ouest	MM	24 à 26	ag,si,v	na	bg	slik	ag,v	l	her	bg,ma	sch.inf
2012-08-06	ÉB, SF	6	24	47,54266	69,88589	Ouest	MM	27 à 28	ag,si,v,roc	na	bg	slik	ag,v	l	her	bg,ma	sch.inf
2012-08-06	ÉB, SF	7	25	47,54132	69,88724	Ouest	MM	29 à 35	ag,si,v	na	bg	slik	ag,v	l	her	ma	sch.inf
2012-08-06	ÉB, SF	8	26	47,54055	69,88824	Ouest	MM à TP	36 à 43	ag,si,v	m	bg	sch. Inf.	s,ga	te	her	do,lt	he
2012-08-06	ÉB, SF	9	27	47,53883	69,88944	Ouest	MM	44 à 48	ag,si,v	na	bg	slik	ag,si,ga	l	her	ma	sch.inf
2012-08-06	ÉB, SF	10	28	47,53741	69,89107	Ouest	MM	49-50	ag,si,v	na	bg	slik	ag,si,ga	l	her	ma	sch.inf
2012-08-06	ÉB, SF	11	29	47,53498	69,89249	Ouest	MM	51-60	ag,si,v	na	bg	slik	ag,si,v	tl	her	ma	sch.inf
2012-08-06	ÉB, SF	12	31	47,52924	69,89906	Ouest	MM	61 à 74	ag,si,v	na	bg	slik	ag,si,v	m	her	ma	sch.inf
2012-08-06	ÉB, SF,AR	13	32	47,52652	69,90303	Ouest	MM	75 à 80,85	ag,si,v	na	bg	slik	ag,si,v	l	her	ma,cg,vg	sch.inf
2012-08-06	ÉB, SF,AR	14	33	47,52465	69,90674	Ouest	MM	81 à 91,102	ag,si,v	na	bg	slik	ag,si,v	qa	her	ma,cg,ct	sch.inf
2012-08-07	ÉB, SF,AR	15	34	47,52381	69,90829	Ouest	MM	92 à 106	ag,si,v	na	bg	slik	ag,si,v	a	her		sch.inf
2012-08-07	ÉB, SF,AR	16	35	47,52277	69,9122	Ouest	MM	96,107,108,113 à 117	ag,si,v	na	bg	slik	ag,si,v	a	her		sch.inf
2012-08-07	ÉB, SF,AR	17	36	47,52264	69,91773	Ouest	M estuarié	118 à 122	ag,si,v	na		slik	ag,si,v	a			sch.inf

3. Ligne de rivage							4. Haute plage/Schorre sup.					
Litho/Strat	Hauteur	Végét	État ligne	Processus actif	Aléas	Notes	Litho/Strat	Largeur	Végét	élé. Morph	Aléas	Notes
sg,ga	sf	her	sv	sub,vg,pi,pr	sub		sg,ga	qa	her	do	sub	hp
sg,ga	sf	her	sv	sub,vg,pi,pr	sub		sg,ga	qa	her	do	sub	hp
sg,ga	sf	her	sv	sub,vg,pi,pr	sub		sg,ga	qa	her	do	sub	hp
ag,v	sf	her	v	gl,sub	sub		v	l	her	do,ma,chm	sub	sch.sup. environ 5m arroche, 5m vase, 15m spartine
ag,v	sf	her	v	gl,sub	sub		v	l	her	do,ma,chm	sub,er	sch.sup. 2e aboiteau 15m au sud, 1er aboiteau à l'int sch. sup. signe ér et sub
ag,v	sf	her	v	gl,sub	sub		v	tl	her	do,ma	sub	sch.sup
ag,v	sf	her	v	gl,sub	sub		v	e	her	do,ma	sub	sch.sup.
sg,ga	mf	her	sv	sub,vg	er,sub		sg,ga	qa	her	do	sub,er	hp
ag,v	mf	a	a	cm	sub,er	LR active par mares et marelles	v	l	her	ma,do	sub,er	sch.sup,cm
ag,v	sf	her	sv	ma,cm	sub,er		v	l	her	ma,do	sub,er	sch.sup,cm
ag,v	sf	her	sv	vg,sub,cm	sub,er		v	l	her	do,ma	sub,er	sch.sup, 5 à 10m do et aroche
ag,v	sf	her	v	vg,sub	sub,er		v	l	her	do,ma	sub,er	sch.sup. long. Ma parrallèle aboiteau, Syst. de mares + dével à la fin du segm.
ag,v	mf	her	a	vg,gl,cm	er,sub		v	tl	her	ma,do	sub,er	sch.sup
ag,v	mf	her	a	vg,gl	er,sub		v	tl	her	ma,do,chm	sub,er	sch.sup
ag,v	mf	her	a	vg,gl	er,sub		v	tl	her	ma,do	sub,er	sch.sup
ag,v	mf	her	a	vg,gl	er		v	tl	her	ma,gl,do	sub,er	sch.sup
ag,v	mf	her	a	vg,gl,ce	er		v	tl	her	do,ma,cm	sub	sch.sup

5. Arrière-plage						6. Aboiteau/Trait de côte						Remarques et commentaires d'ensemble		
Litho/stra	Larg	Végét	Élém.	Aléas	Notes	Litho/str	Haut	Végét	État TC	Infra	État ir		Processus	Aléas
sg_ga	m	her	lt, do	sub	Route et stationnement en gravier	rem	b	arb,her	v	a	b	sub,vtt,pi	sub	
sg_ga	l	her	lt, do	sub	Mf-Sv, Route et stationnement en gravier	rem	b	arb,her	v	a	b	sub,vtt,pi	sub	
sg_ga	e	her	lt, do	sub	Route et stationnement en gravier	rem	sf	her	v	a	b	sub,vtt,pi	sub	
na	na	na	na	na	na	rem	b	arb,her	v	a,mbo,bd	pe	sub,vg,efe	sub,er	Pieux de bois le long de l'aboiteau, mesure de protection suite à l'érosion passé
v	e	her	do	sub,e	Brèche de tempête causé par l'abandon probable du 1er l'aboiteau un 2e construit 15m derrière.	rem	b	arb,her	v	a	b	sub,vg	sub	
v	e	her	do	sub		rem	b	arb,her	v	a,mbo	b	sub,vg	sub,er	Pieux de bois pour protection érosion
na	na	na	na	na	na	rem	b	her	a	a,mbo,bd	te	sub,vg,efe	sub,er	végé annuel en reprise
sg_ga	m	arb,he	do	sub	TP à rosiers	rem	b	arb,her	v	a	b	sub,vg	sub,er	
na	na	na	na	na	na	rem	b	arb,her	v	a,mbo	b	sub,vg,efe	er,sub	mbo par endroit
na	na	na	na	na	na	rem	b	arb,her	v	a,mbo	b	sub,vg,efe	er,sub	mbo par endroit
na	na	na	na	na	na	rem	b	arb,her	sv	a,mbo,bd	pe	vg,er	er,sub	base active, mbo enseveli et te
na	na	na	na	na	na	rem	b	her	a	a,mbo,bd	te	vg,efe	er,sub	Sommet végé,efe reprise de la végé
na	na	na	na	na	na	rem	b	her	a	a	pe	vg,efe	er,sub	efe végé annuel.
na	na	na	na	na	na	rem	b	her	a	a,mbo	te	vg,efe	er,sub	efe sv annuel
na	na	na	na	na	na	rem	b	her	a	a,mbo,bd	te	vg,gj,efe	er,sub	efe, sv annuelle
na	na	na	na	na	na	rem	b	her	v	a,bd	pe	vg,efe	er	efe à la base végé annuelle
na	na	na	na	na	na	rem	b	her	v	a	b	vg,sub	sub	er légère à la base

XI. ÉCHANTILLONNAGE ET MÉTHODE D'ANALYSE DE L'EAU

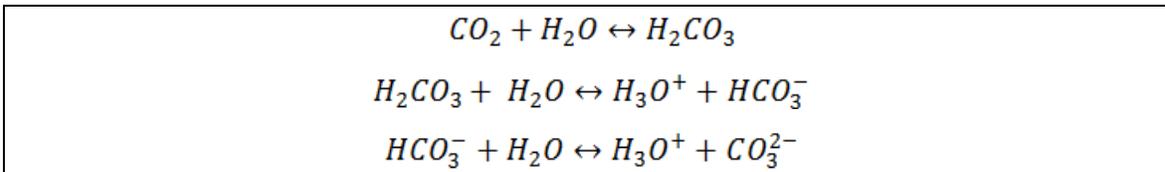
À chaque point d'échantillonnages, l'eau de surface a été prélevée à l'aide de seringues propres et rincées avec l'échantillon. L'eau a été filtrée sur des filtres de 0,45 µm de porosité pour collecter la partie dissoute et empêcher la fraction solide (particule en suspension) de contaminer l'échantillon. L'eau ainsi filtrée est stockée dans des tubes propres et placés au congélateur à -20°C jusqu'à l'analyse des nutriments au laboratoire. Une sonde multiparamétrique de type YSI-600QS a aussi été utilisée pour mesurer *in situ* les paramètres physico-chimiques du point d'échantillonnage. La température, la salinité, la conductivité et la saturation en oxygène de l'eau ont été lues et enregistrées après stabilisation des résultats. Chaque point d'échantillonnage a été géolocalisé à l'aide d'un GPS portable. Dans les canaux d'irrigations, le débit d'eau a été évalué à l'aide d'un débit mètre. Les données sont reportées en Annexe XIV.

L'ammonium (NH₄⁺) a été dosé par fluorescence selon la technique de Holmes et al, 1999. La fluorescence a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à fluorescence de marque *Cary Ellipse*. La précision générale de cette méthode est de ±5 % dans la gamme de concentration des échantillons analysés. Les nitrites (NO₂⁻) et nitrates (NO₃⁻) ont été dosés par la méthode de Strickland et Parsons (1972) à l'aide d'un spectromètre UV/Vis *Lambda 850* de Perkin Elmer dans le visible à 543 nm après par injection en flux continu. Certains échantillons, riches en colloïdes de fer avaient une couleur jaune – brune plus prononcée qui interférait avec la méthode d'analyse par absorption. Ces échantillons ont été centrifugés pour que ces colloïdes « tombent » dans le fond du tube et l'eau surnageante a été collectée puis injectée dans le système de flux continu. L'erreur analytique est de ≤ 5 % dans la gamme de valeurs analysées. Les phosphates (PO₄⁻) ont été dosés selon la méthode proposée par Murphy et Riley (1962) par un spectromètre UV/vis (*Genesys20 ThermoSpectronic*). L'erreur analytique est ≈3 %. Toutes les analyses ont été effectuées en duplicata.

XII. CONCENTRATIONS SEUILS DE LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE

L'oxygène dissout, la température, le pH, la conductivité ou la salinité ainsi que les éléments nutritifs sont des paramètres de base qu'il est recommandé de prendre en considération aux fins de la protection des utilisations prioritaires de l'eau et des écosystèmes aquatiques (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2006).

L'oxygène est primordial pour tous organismes vivants. Sa concentration est variable dans le temps et dans l'espace et déterminée par de multiples facteurs physiques et biologiques. Dans les milieux dynamiques, l'eau est généralement très bien oxygénée voir sursaturé puisque qu'il y a brassage constant. Par contre, dans les milieux plus stagnants et où la production est importante, comme c'est le cas généralement dans les marais, il peut avoir sous-oxygénation du milieu. La saturation en oxygène nécessaire afin d'avoir un milieu aquatique sain varie selon la température de l'eau entre 54 et 63 %. Les systèmes sous-saturés telles que les marelles, sont des zones de forte productivité primaire accompagnés de processus de consommation (ou respiration) importants. Cette respiration va directement contrôler la production de métabolites réduits tels que l'ammonium ou les phosphates mais aussi l'acidité du milieu (pH). En effet, les processus de respiration, qu'ils soient **aérobiques** ou **anaérobiques** produisent du CO₂ qui déplace l'équilibre des carbonates et libèrent de l'acide sous forme de H₃O⁺ :



Sources : Holmes et coll., 1999, Anderson, 1979 et Murphy et Riley, 1962

Les nutriments tels que le phosphore (P) et l'azote (N) sont primordiaux pour la productivité des systèmes aquatiques, qu'ils soient d'eau douce ou d'eau salée. Par contre, un apport excessif dans ces nutriments peut induire un déséquilibre écologique et une détérioration, ou l'**eutrophisation**, du milieu aquatique.

Les phosphates (PO₄⁻) sont les représentants majoritaires du phosphore. C'est l'élément nutritif limitant la croissance des organismes aquatiques en eau douce. Les apports excédentaires de ce nutriment sont une cause directe de floraison algale et de l'eutrophisation des systèmes aquatiques d'eau douce. Cette eutrophisation, due à une production primaire trop élevée induit une surconsommation de l'oxygène qui entraîne alors la sous-oxygénation du système. Pour limiter ces effets néfastes, les phosphates ont des normes restreintes de 0,03 mg/L (valables pour la forme phosphore total, Tableau 12.).

L'azote est un élément nutritif limitant la production primaire en eau salée. On distingue deux types de nutriments azotés. L'ammonium, ou azote ammoniacal (NH_4^+), est la forme réduite de l'azote inorganique. Quoique non cumulative et non persistante, sa toxicité dépend surtout de la température et du pH de l'eau. Ainsi, pour des températures entre 15 et 20 °C et des pH relativement neutres, la concentration maximale permise pour la préservation de la vie aquatique est de 0,5 mg/L (Tableau 12., Painchaud, 1997).

La seconde forme d'azote est composée de la somme de nitrite (NO_2^-) et de nitrate (NO_3^-) qui sont les formes les plus oxydées de l'azote inorganique. En trop grande quantité, ce nutriment induit une forte production primaire et induit l'eutrophisation des milieux côtiers.

XIII. DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES ET CONCENTRATION DE NUTRIMENTS POUR LE RUISSEAU DES BRAS

Site	Date	Solide en suspension (mg/L)	Azote ammoniacal (mg/L) NH ₃ N	Nitrates (mg/L) NO ₃ N	Orthophosphates (mg/L) P	Phosphore total (mg/L de P)	Turbidité (UNT)	Conductivité (µS/cm)
Ruisseau du Bras	2012-07-16	127	0,15	ND	0,12	0,28	111	1124
	2012-08-21	140	0,27	ND	0,11	0,15	118	8,53
	2012-09-19	359	0,6*	ND	0,25	0,3	346	1883
	2012-10-09	89	0,23	ND	0,06	0,14	50,7	794

ND Non détecté

* Au dessus de la plage de mesure

Méthodologie : Grâce à un prêt du MDDEP, nous avons réalisé entre juin et octobre 2012 une série d'analyse de la qualité de l'eau des tributaires en zone côtière du territoire de l'OBAKIR. Les analyses étaient réalisées à l'ITA et au Cégep de La Pocatière au moyen d'une trousse de HACH (Spectrophotomètre portable, modèle DR2800). Les résultats, bien que représentatifs de la situation, sont sujet à une plus grande marge d'erreur que ceux issus d'analyses réalisées dans un laboratoire accrédité. Les paramètres mesurés à l'aide de cette trousse étaient les solides en suspension, la couleur apparente, l'azote ammoniacal, les nitrates, les orthophosphates, le phosphore total. En plus, la turbidité et la conductivité ont également été mesurées au moyen d'un turbidimètre (modèle LaMotte 2020e) et d'une multisonde (modèle WTW MultiLine P4). Pour les cours d'eau situés dans ou près des limites de la ZICO de Kamouraska, les stations ont été échantillonnées quatre ou cinq fois entre juillet et octobre 2012.

XIV. DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES ET CONCENTRATION DE NUTRIMENTS ANALYSÉS PAR ÉCHANTILLON

NO	Conductivité	Salinité	DO	pH	Débit	Conc. N tot.	Conc.Nitrite	Conc.Nitrate	Conc. Ammonium	Conc. Phosphate
1	5,63	0,24	117,1	8,33	0	24,876	0,023	24,853	0,000	0,051
2	5,66	0,29	110,2	7,95	0,2	30,018	0,017	30,001	0,000	0,026
3	5,48	0,38	122,9	7,92	0,2	23,681	0,027	23,654	0,000	0,005
4	6,23	0,71	118,6	7,62	0	26,694	0,026	26,669	0,102	0,007
5	5,38	0,41	122,5	7,78	0,1	13,192	0,011	13,182	0,006	0,044
6	6,02	0,54	123,4	7,76	0	30,656	0,018	30,637	0,044	0,005
7	2,906	1,57	97,1	5,63	0	22,819	0,040	22,779	0,201	0,005
8	1,863	0,95	115,8	5,92		39,956	0,018	39,937	0,106	0,000
9	4,361	2,32	123,1	6,8	0,1	31,344	0,056	31,289	0,254	0,005
10	1,371	0,69	126,3	7,54	0,1-0,2	27,039	0,020	27,019	0,000	0,000
11	1,455	0,75	123,8	7,89	0,2	27,556	0,100	27,456	0,576	0,002
12	0,778	0,38	121,5	8,07	0,4	12,056	0,057	11,999	0,085	0,087
A	5,06	0,1	45,6	6,9		3,996	0,014	3,981	0,030	2,538
B	28,71	17,37	97,4	7,71		0,768	0,087	0,681	0,049	0,033
C	29,66	18,12	101,5	7,7		0,793	0,105	0,688	0,069	0,033
D	29,5	17,86	98,3	7,9		0,176	0,059	0,117	0,044	0,012
E	28,98	17,72	102,6	7,71		2,157	0,076	2,081	0,094	0,021
F	27,34	16,62	104,7	7,78		1,883	0,081	1,801	0,107	0,019
G	24,73	14,87	97,8	7,24		0,189	0,053	0,137	0,033	0,019

H	3,862	2,13	96,5	7,62		19,806	0,019	19,786	0,100	0,009
I	2,906	1,57	97,1	5,63		24,369	0,015	24,354	0,063	0,005
J	7,04	17,96	24,3	6,2	0	0,158	0,125	0,034	0,458	2,391
K	8,31	17,04	104,5	7,32	0	0,636	0,077	0,560	0,081	0,023
L	7,27	1,71	106,9	7,42	0	15,586	0,024	15,562	0,050	0,009
M	8,78	15,24	72,1	7,22	0	0,186	0,060	0,126	0,036	0,047
N	6,4	1,7	96,6	7,66	0	33,842	0,101	33,741	0,536	0,014
O	8,47	7,2	95,6	7,58	0	9,128	0,022	9,106	0,121	0,105
P	10,11	18,49	60,2	7,14	0	0,127	0,057	0,071	0,015	0,023
Q	5,99	1,86	90,8	7,75	0	12,486	0,038	12,448	0,084	0,063

XV. DONNÉES HYDROGRAPHIQUES SUR LE SECTEUR DE POINTE AUX ORIGNAUX

Localité	Pointe aux Orignaux		
Port de référence	Pointe-au-Père		
Carte marine no	1234		
Type de marées	semi-diurne		
Marnage	Marée moyenne		4,2 m
	Grande marée		6,2 m
Hauteur	Pleine mer supérieure	Marée moyenne	5,3 m
		Grande marée	6,5 m
	Basse mer inférieure	Marée moyenne	1,1 m
		Grande marée	0,3 m
Extrêmes enregistrés	Extrême de pleine mer		-
	Extrême de basse mer		-
Niveau moyen de l'eau			3,3 m

(Source: Pêches et Océans, 2008)