

**RESTAURATION DE L'HERBIER DE ZOSTÈRE MARINE  
DANS L'ANSE DE POINTE-AU-PÈRE, RIMOUSKI**



**RAPPORT DE CARACTÉRISATION**

**RÉALISÉ PAR  
LE COMITÉ ZIP DU SUD-DE-L'ESTUAIRE**

**Mai 2017**

## **ÉQUIPE DE RÉALISATION**

### **CHARGÉS DE PROJET ET RÉDACTION :**

Étienne Bachand, Géographe et géomorphologue côtier, Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire

Jean-Étienne Joubert, Ornithologue et naturaliste, Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire

Jonathan Pothier, Biologiste et Océanographe, Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire

Ce projet est réalisé à l'aide d'une contribution financière du Fonds pour dommages à l'environnement, géré par le ministère Environnement et Changement Climatique Canada.

## **Remerciements**

Nous aimerions spécialement remercier l'ensemble des partenaires de ce projet notamment, Mme Gwennaëlle Chailloux titulaire de la chaire de recherche du Canada sur la géochimie des hydrogéosystèmes côtiers de l'UQAR pour son soutien technique et le prêt de matériel et à l'ensemble de ses étudiants pour leur aide sur le terrain.

Source à citer : Bachand, É., Joubert, J-E, Pothier, J. 2017. RESTAURATION DE L'HERBIER DE ZOSTÈRE MARINE DANS L'ANSE DE POINTE-AU-PÈRE, RIMOUSKI – Rapport de caractérisation, Rimouski, 44 p.

## Table des matières

REMERCIEMENTS .....	2
TABLE DES MATIÈRES .....	3
LISTE DES FIGURES .....	4
1. MISE EN CONTEXE.....	5
2. DESCRIPTION DU SITE .....	6
2.1 L'ANSE DE POINTE-AU-PERE .....	6
2.2 GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE .....	8
2.3 «BANCS DONNEURS » – BAIE DE RIMOUSKI .....	11
3. MÉTHODOLOGIE.....	13
3.1 PHYSIQUE .....	13
3.2 BIOLOGIQUE .....	16
4. RÉSULTATS — CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES .....	20
4.1 CARACTÉRISTIQUES CÔTIÈRES ET ÉTAT DE LA CÔTE.....	20
4.2 ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU .....	22
4.3 TOPOGRAPHIE ET PROFIL DE L'ESTRAN .....	26
5. CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES .....	28
5.1 HERBIER DE ZOSTÈRE MARINE.....	28
5.2 INVENTAIRES FLORISTIQUES .....	30
5.3 FAUNE BENTHIQUE ET LITTORALE PRÉSENTE DANS L'HERBIER DE ZOSTÈRE MARINE..	32
5.4 SUIVIS ÉCOLOGIQUES DANS LES PARCELLES DE RESTAURATION PROJETÉES .....	34
6. DISCUSSION ET CHOIX DES SITES .....	40
7. RÉFÉRENCES.....	43

## Liste des figures

Figure 1. Localisation de l'anse de Pointe-au-Père à l'est de Rimouski (Important Bird and Biodiversity Areas in Canada) .....	6
Figure 2. Ligne de rivage 2015 de l'anse de Pointe-au-Père .....	8
Figure 3. Types de côtes de l'anse de Pointe-au-Père .....	9
Figure 4. État de la côte de l'anse de Pointe-au-Père .....	10
Figure 5. Localisation du « banc donneur » dans la baie de Rimouski .....	12
Figure 6. Nomenclature des sections d'une côte à marais en fonction des niveaux de marée .....	13
Figure 7. Profils topographiques de l'anse de Pointe-au-Père .....	14
Figure 8. Localisation des stations d'analyses physico-chimiques et de suivi de la qualité de l'eau, anse de Pointe-au-Père.....	15
Figure 9. Suivi écologique sur la parcelle de restauration projetée A .....	16
Figure 10. Localisation des 6 parcelles de restauration projetées et des transects de suivi écologique .....	17
Figure 11. 5 gabarits utilisés pour évaluer les taux de recouvrement de végétation.....	18
Figure 12. Pourcentage du type de côte de l'anse de Pointe-au-Père.....	20
Figure 13. État de côte de l'anse de Pointe-au-Père.....	21
Figure 14. Variabilité de la température de l'eau aux stations d'échantillonnage de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski.....	23
Figure 15. Variabilité de la conductivité de l'eau aux stations d'échantillonnage de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski.....	24
Figure 16. Variabilité de la salinité de l'eau aux stations d'échantillonnage de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski.....	24
Figure 17. Variabilité du pH de l'eau aux stations d'échantillonnage de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski..	25
Figure 18. Profil topographique de l'estran de l'anse de Pointe-au-Père à partir de la plage vers le large (la barre rocheuse au nord) .....	26
Figure 19. Évolution de la densité de l'herbier de zostère marine de l'anse de Pointe-au-Père du sud vers le nord.	27
Figure 20. Superficie de l'herbier de zostère marine en 1995 et en 2016 .....	28
Figure 21. Cœur de l'herbier dense de zostère marine dans l'anse de Pointe-au-Père .....	29
Figure 22. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle A).....	36
Figure 23. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle B).....	36
Figure 24. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle C).....	37
Figure 25. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle D) .....	38
Figure 26. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle E).....	38
Figure 27. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle F).....	39

## Liste des tableaux

Tableau 1. Données hydrographiques sur le secteur de Pointe-au-Père.....	7
Tableau 2. Facteurs analysés lors des suivis écologiques.....	18
Tableau 3. Étagements de la végétation dans l'anse de Pointe-au-Père.....	32
Tableau 4. Base de données suivis écologique (cas de la parcelle A) .....	35
Tableau 5. Comparaison des critères de transplantation de zostère marine selon Lalumière et Lemieux (1993) et de la caractérisation de l'anse de Pointe-au-Père (2016) .....	41

## 1. MISE EN CONTEXTE

Le Comité de la Zone d'Intervention Prioritaire du Sud-de-l'Estuaire a entamé en septembre 2016 un projet dans l'anse de Pointe-au-Père. Ce projet consiste à réhabiliter sur deux années un herbier de zostère marine (*Zostera marina*) qui a été morcelé ces dernières années.

L'herbier de zostère marine de l'anse de Pointe-au-Père intéresse particulièrement, car il abrite une grande diversité d'espèces. Cet habitat aquatique sert de pouponnière, de garde-manger, d'abris pour une foule d'organismes à la base de la chaîne alimentaire des côtes de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. De plus, un herbier de zostère marine de grande envergure et de densité élevée permet de diminuer la vitesse des courants et des vagues, d'augmenter la sédimentation des particules en suspension, de stabiliser le sol grâce à ses rhizomes et contribue ainsi à réduire l'érosion des berges (Martel et coll. 2009). L'impact géomorphologique de la disparition des herbiers de zostère a été documenté dans les années 70 et 80 par différents chercheurs. Les marais salés, comme celui de l'anse de Pointe-au-Père, subissent les effets accrus des courants de marée, des vagues et des courants littoraux lors de la disparition des herbiers de zostère. Il est reconnu que la zostère marine trie les sédiments permettant aux sédiments fins de rester en place. Sans cette plante aquatique, les sables fins sont lessivés et emportés au large exposant ainsi les littoraux aux effets de l'érosion des berges.

Le projet comprend entre autres la réalisation d'une étude de caractérisation de l'anse de Pointe-au-Père qui vise à obtenir un portrait initial de la diversité écologique, des conditions physico-chimiques, de la géomorphologie, ainsi que des perturbations anthropiques et naturelles environnantes. Cette étude permettra de déterminer précisément l'état de santé de l'herbier de zostère marine (*Zostera marina*) qui s'est largement dégradé durant ces dix dernières années. De plus, elle permettra de mettre les informations à jour sur l'étendue de la zostère marine dans l'anse puisque les dernières données récoltées et cartographiées par Pêches et Océans Canada datent de 1995. Face à l'importante régression de cet herbier et sa lente régénération naturelle, une réimplantation de plants de zostère marine a été envisagée. La transplantation de zostère marine dans l'anse de Pointe-au-Père à partir d'un « banc donneur » situé dans la baie de Rimouski est prévue aux printemps 2017 et 2018.

Étant donné sa proximité géographique et ses caractéristiques biophysiques analogues, la baie de Rimouski a donc été identifiée comme «banc donneur» et aussi par l'étendue et la bonne vitalité de l'herbier de zostère marine qui y est présent. Les plants récoltés doivent être le plus près possible de la population de l'anse de Pointe-au-Père, d'un point de vue géographique, écologique et génétique. Différents paramètres ont été analysés afin de confirmer la ressemblance des conditions environnementales qui prévalent dans les deux herbiers. De plus, la période de récolte a été définie en fonction du cycle végétatif des espèces et des contraintes liées à l'hydrodynamisme (tenue des mottes de zostère dans le substrat) dans l'objectif d'optimiser les chances de reprise des mottes transplantées. La récolte et la réimplantation doivent se faire idéalement au début du printemps, au mois de mai, avant les périodes sensibles de présence et de reproduction des oiseaux migrateurs.

Cette caractérisation permettra aussi de confirmer les zones de prélèvement optimales dans la baie de Rimouski mais également les zones de réimplantation pour la transplantation des plants de zostère marine. Les six sites de réimplantation ont ainsi été sélectionnés selon un certain nombre de critères de qualité du

milieu (hydrodynamisme, granulométrie et qualité du sédiment, etc.) ainsi que par la présence, dans le passé ou à proximité, de zostère marine.

À partir d'un état écologique initial, évalué avant les travaux pendant la caractérisation du milieu, un suivi scientifique détaillé est prévu. Il permettra d'évaluer le taux de survie des plants de zostère réimplantés. Ce suivi couvre deux périodes estivales et deux périodes hivernales sur une durée totale de 24 mois puisque le suivi avec l'état initial du site a débuté en octobre 2016. Le programme de suivi porte sur le taux de recouvrement de la végétation, les principaux paramètres de milieu (qualité des sédiments, qualité de l'eau), ainsi que divers paramètres biologiques comme le type de faune présente.

## 2. DESCRIPTION DU SITE

### 2.1 L'anse de Pointe-au-Père

L'anse de Pointe-au-Père se situe sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent, à l'est de la municipalité de Rimouski. Elle est comprise dans la superficie de la ZICO de Rimouski qui s'étend du Rocher Blanc, à l'ouest de la ville de Rimouski, jusqu'à Pointe-au-Père, à l'est et qui englobe l'ensemble de la baie en incluant l'Îlet Canuel, l'île Saint-Barnabé et la réserve nationale de faune de Pointe-au-Père.

Le marais de Pointe-au-Père (Figure 1) se situe à l'extrême est de la ZICO de Rimouski. Il comprend la réserve nationale de faune de Pointe-au-Père, un site géré par Environnement Canada. En raison de l'importance des interactions et de la synergie avec les secteurs voisins, ce site est à l'origine de l'initiative ayant mené à l'agrandissement de la ZICO. Le site comprend également un quai qui appartient au gouvernement fédéral, transformé en centre d'interprétation historique maritime.

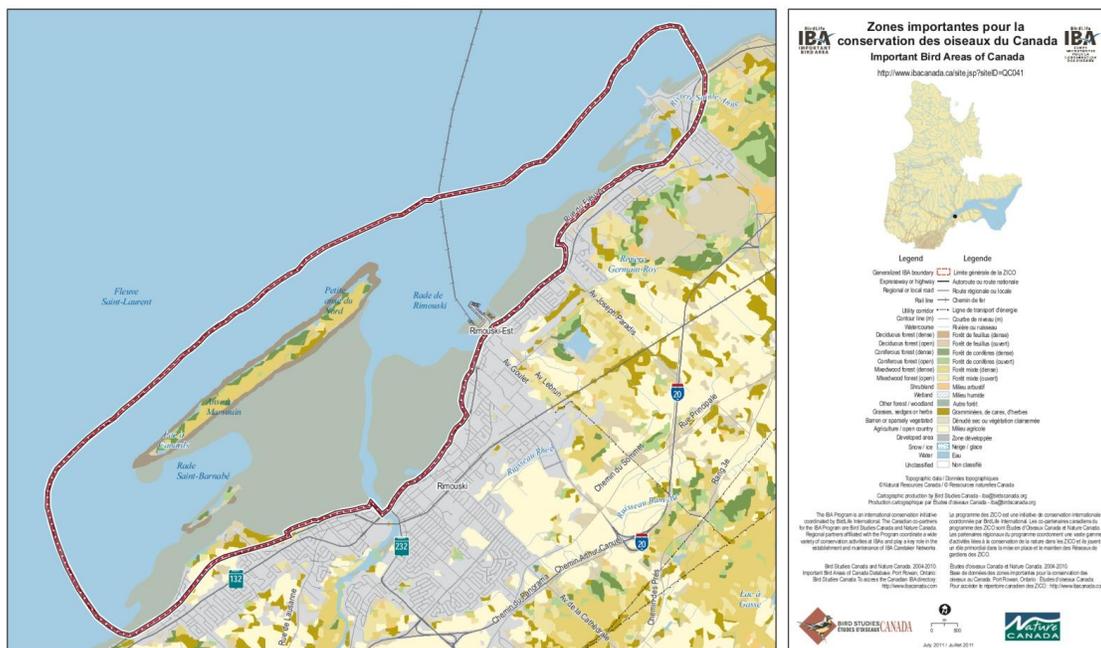


Figure 1. Localisation de l'anse de Pointe-au-Père à l'est de Rimouski (Important Bird and Biodiversity Areas in Canada)

À partir de la mer jusqu'à la terre ferme, le site présente une mosaïque de terres humides, dont le marais à spartine qui s'étend sur environ 0,44 km<sup>2</sup>. La particularité du marais de Pointe-au-Père réside dans sa grande diversité d'habitats répartie sur une faible superficie. Ceci est favorable à une biodiversité élevée. En bordure du marais saumâtres, on retrouve des regroupements d'arbustes et de broussailles, un littoral rocheux, une prairie humide à carex et des zones herbeuses humides à aulnes et quenouilles propices à la présence d'oiseaux. On retrouve également des prés secs à épilobes qui s'étendent au-delà de la limite atteinte par les plus hautes marées. De moindre importance que celui de la baie de Rimouski, le secteur de Pointe-au-Père abrite également un herbier de zostère marine riche et continu dans le cœur de l'anse et qui évolue de manière discontinue vers les extrémités de l'anse. L'environnement immédiat du site est essentiellement une zone urbaine peu dense, traversée d'est en ouest par la rivière Sainte-Anne qui favorise l'établissement de zostère à son embouchure.

Une bonne partie du secteur est inondée lors des grandes marées de printemps et d'automne. Cet habitat est favorable à la présence de nombreux poissons qui viennent s'y reproduire, s'y réfugier ou s'y nourrir. Il constitue également une importante halte migratoire pour la sauvagine (canards, bernaches, oies) et les oiseaux de rivage (pluviers, bécasses, bécassines, chevaliers, bécasseaux.), notamment au printemps et à l'automne.

Selon les données du Service hydrographique du Canada, la marée dans l'anse de Pointe-au-Père est semi-diurne et lors des marées de vives-eaux elle varie entre 0,2 mètre et 4,8 mètres et le niveau moyen des mers est de 2,3 mètres (Tableau 1.).

Tableau 1. Données hydrographiques sur le secteur de Pointe-au-Père

<b>Localité</b>	Pointe-au-Père		
<b>Port de référence</b>	Pointe-au-Père		
<b>Carte marine no</b>	1236		
<b>Type de marées</b>	semi-diurne		
<b>Marnage</b>	Marée moyenne		3,2 m
	Grande marée		4,6 m
<b>Hauteur</b>	Pleine mer supérieure	Marée moyenne	3,9 m
		Grande marée	4,8 m
	Basse mer inférieure	Marée moyenne	0,7 m
		Grande marée	0,2 m
<b>Extrêmes enregistrés</b>	Extrême de pleine mer		5,8 m
	Extrême de basse mer		- 0,9 m
<b>Niveau moyen de l'eau</b>	2,3 m		

Toutes ces hauteurs sont calculées en fonction du niveau zéro des cartes marines (MPO, SCH).

## 2.2 Géologie et géomorphologie

La cartographie suivante permet de connaître la limite supérieure des hautes marées (ligne de rivage 2015) et la limite entre les étages supérieurs et inférieurs du marais salé ou schorre (voir Figure 2 et 3). Noter que la microfalaise correspond toujours à la limite inférieure atteinte par les communautés à spartine étalée dans le marais, à élyme des sables sur les plages ou à marais saumâtre. Il est à noter aussi la présence d'un marais salé à salicorne maritime installé sur d'anciennes marelles asséchées dans une zone qui semble subir de l'érosion. Fait intéressant, des plantes indicatrices et typiques des étages supérieurs se retrouvent confinées dans l'étage inférieur à cause d'un bourrelet de sable causant la hausse du dénivelé ce qui fait qu'on retrouve de la spartine pectinée et de l'élyme des sables perdues au beau milieu du schorre inférieur.

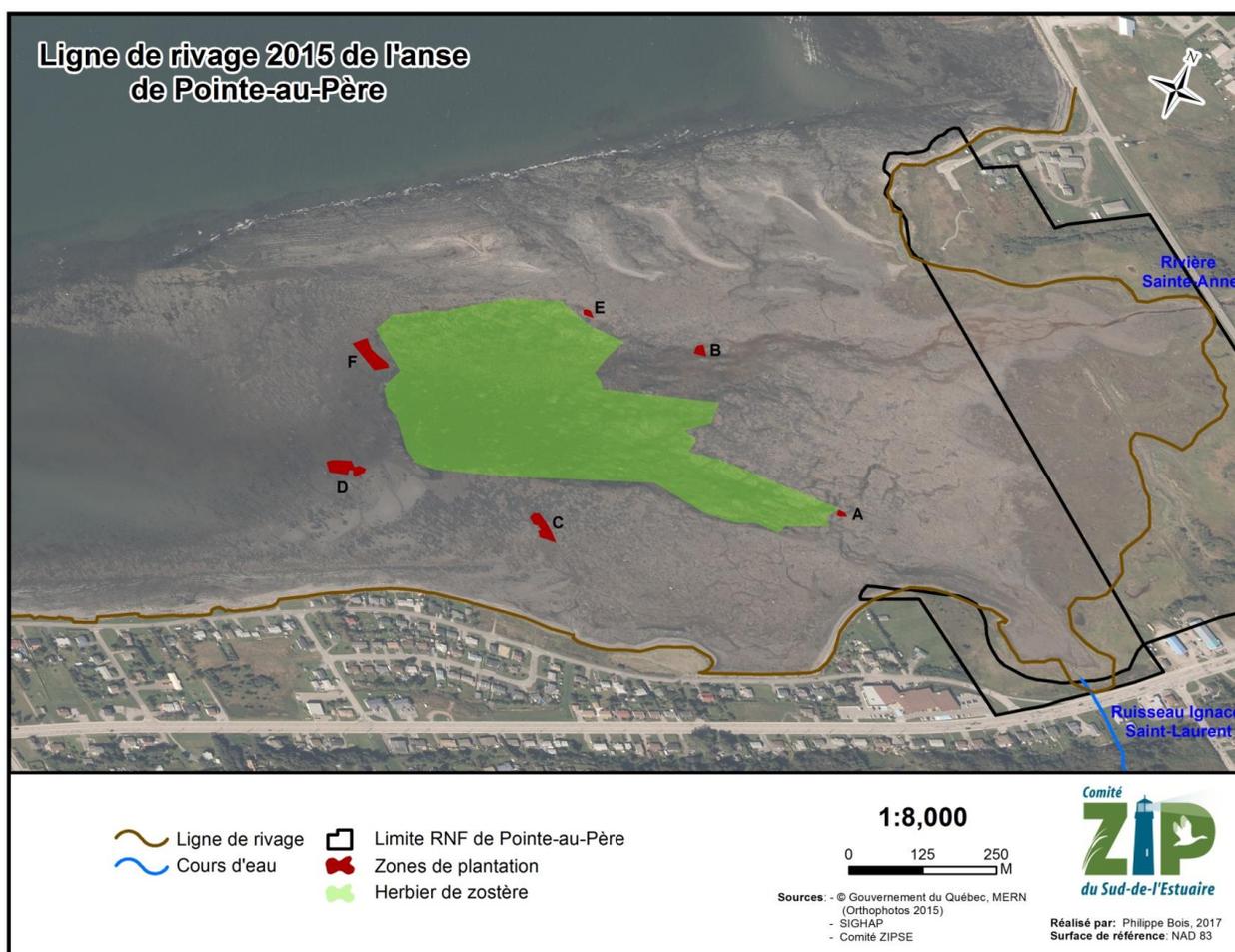


Figure 2. Ligne de rivage 2015 de l'anse de Pointe-au-Père

L'anse de Pointe-au-Père est délimitée à son extrémité nord par une barre rocheuse servant de récif naturel et protecteur pour l'anse. Sur presque toute sa longueur, l'anse de Pointe-au-Père est entourée par une terrasse de plage en grande partie active et érodée lors des tempêtes et des marées de vives-eaux (voir Figure 3 et 4). Ce type de terrasses se sont mises en place à différentes époques à la suite de la dernière glaciation et de la submersion marine des terres qui s'en est suivi. En effet, il y a 13 400 ans une fois libérée des glaces, la bande côtière aurait été submergée par la Mer de Goldthwait jusqu'à une altitude de 115 mètres (Dionne et Poitras, 1998). Durant cette période, la mer a abandonné d'épais dépôts limono-argileux en eau relativement profonde. Par la suite, la fonte des glaciers a libéré le continent du poids des glaciers ce qui a permis une émergence progressive des terres. Les retraits épisodiques de la mer de Goldthwait ont laissé dans le paysage une série de vastes terrasses qui forment le relief actuel. Au centre de l'anse, une flèche littorale composée de sable et gravier d'origine littorale est apparente qui semble végétalisée dans son ensemble par de l'élyme des sables d'Amérique. Un marais maritime se développe également dans ce secteur à partir d'une bande riveraine artificialisée sur toute sa longueur par un enrochement.

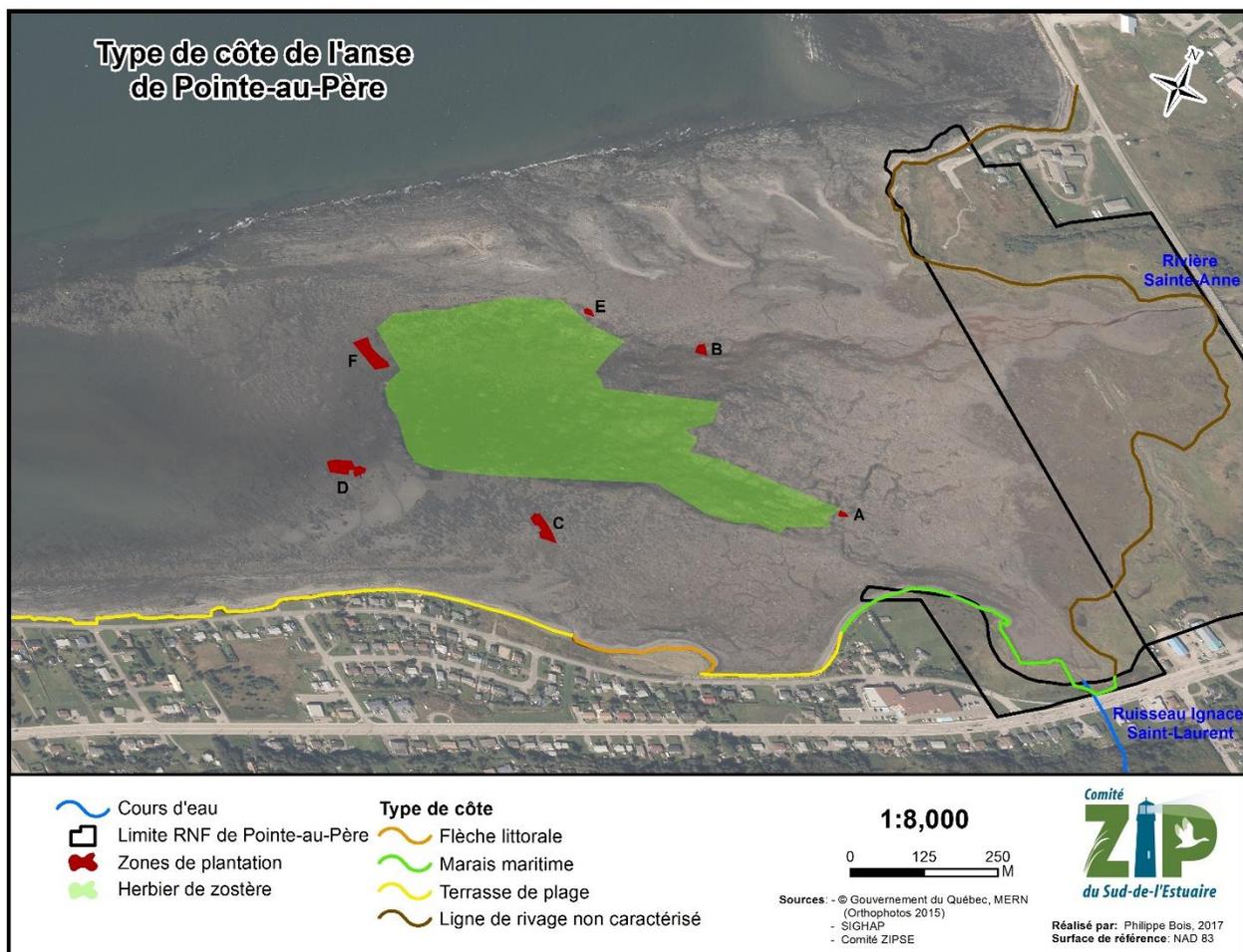


Figure 3. Types de côtes de l'anse de Pointe-au-Père

Comme beaucoup d'autres marais salés de la région, le marais de Pointe-au-Père est en érosion. Le taux de recul annuel moyen est de l'ordre de 2 mètres par endroits. En comparant l'emplacement de la microfalaise d'érosion (voir Figure 4) et celui délimité lors de la présente caractérisation, il semble que le marais de Pointe-au-Père a perdu plusieurs mètres de son schorre supérieur et subit de l'érosion entre sa slikke et son schorre inférieur. Cette érosion marquée risque éventuellement de nuire à des espèces et des habitats côtiers importants pour la santé de l'ensemble de l'écosystème, comme l'herbier de zostère marine et le marais à spartine alterniflore.

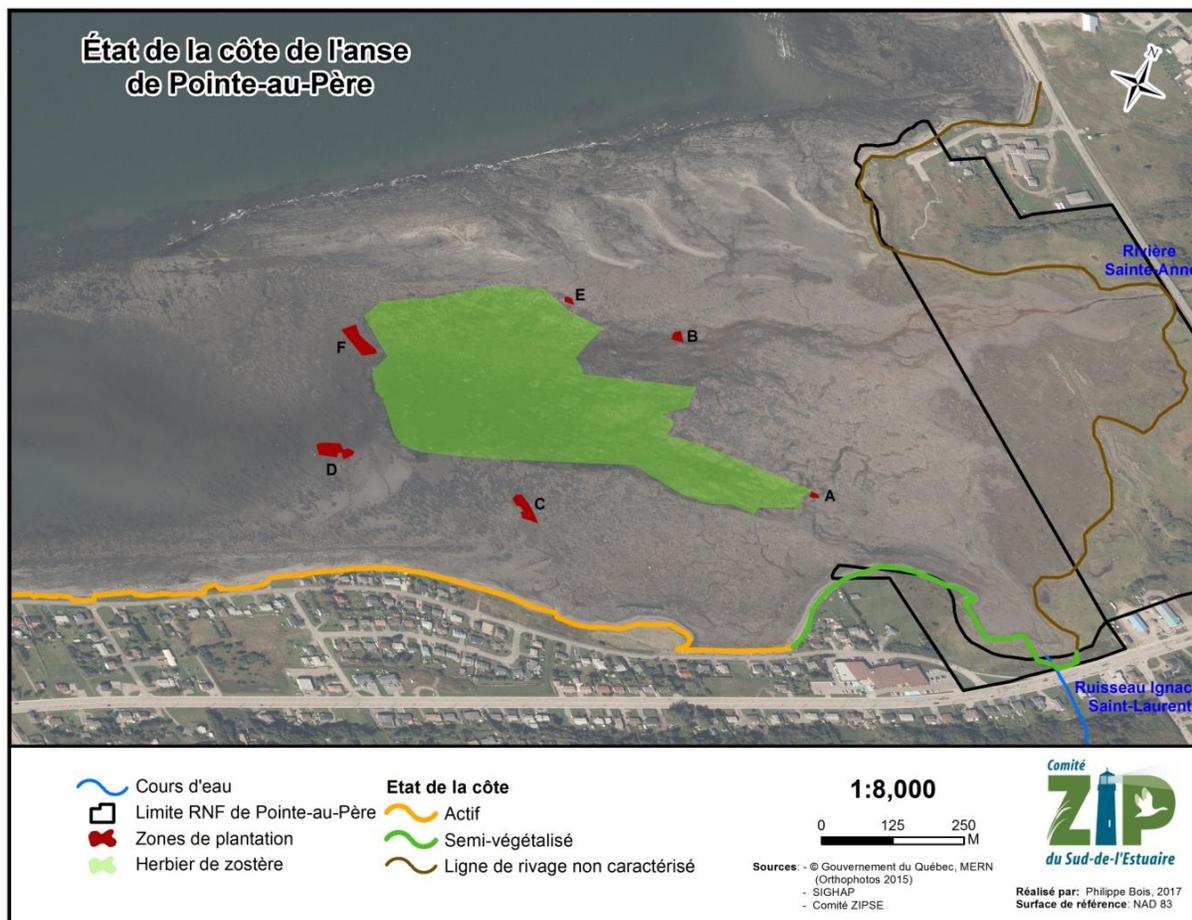


Figure 4. État de la côte de l'anse de Pointe-au-Père

Autre fait observé, il semble que plusieurs marelles ne retiennent plus l'eau de l'estuaire. Ces marelles étaient semble-t-il, autrefois entourées de spartine et retenant l'eau entre deux marées. Les dépressions toujours visibles dans la vase sont maintenant colonisées par la salicorne maritime. Il s'agit d'une transformation importante de l'habitat.

Autre fait noté, les infrastructures routières (notamment de l'enrochement récent), le remblayage et les habitations de ce secteur limitent la progression du marais vers le haut, et accule ce dernier entre le talus de la route et la hausse du niveau marin.

### 2.3 «Banc donneurs» – baie de Rimouski

L'herbier de zostère marine de la baie de Rimouski a été identifié comme « banc donneur ». Les plants récoltés doivent être le plus près possible de la population de l'anse de Pointe-au-Père, d'un point de vue géographique, écologique et génétique. L'herbier de la baie de Rimouski se retrouve à environ dix kilomètres de l'anse de Pointe-au-Père. Aucun autre herbier de zostère en santé ne se retrouve dans un rayon de 100 kilomètres (Martel et coll. 2009).

La baie de Rimouski est vaste et protégée des vents dominants qui soufflent du nord-ouest par l'Îlet Canuel et l'île Saint-Barnabé. Cette baie protégée des aléas côtiers (vagues, marée, courant, etc.) a permis l'accumulation d'une sédimentation fine et la mise en place de marais à spartine et d'herbiers à zostère marine.

La rivière Rimouski possède un bassin versant de 1 613 km<sup>2</sup>. Un barrage localisé à 3,7 km en amont de l'embouchure régularise les débits. Une station de suivi des débits située sur le barrage enregistre un débit moyen de 30 m<sup>3</sup>/s. Tandis qu'en période de crue (mai) la station enregistre un débit médian d'environ 175 m<sup>3</sup>/sec et en période d'étiage (août) d'environ 1,5 m<sup>3</sup>/sec. La rivière Rimouski se déverse dans la baie et contribue fortement à un apport en eau douce essentiel à la viabilité de la zostère marine. Une portion d'au moins 3,0 km de côte dans la baie de Rimouski est artificialisée, notamment au niveau de l'embouchure de la rivière et de la promenade de la mer. Cette artificialisation linéaire a des impacts importants sur la dynamique côtière et le transit sédimentaire.

À l'automne 2016, une zone de prélèvement projetée a été identifiée dans la portion est de l'herbier (Figure 5). L'accessibilité et la proximité du rivage ont guidé notre choix de cette zone. La portion ouest de l'herbier se retrouve vis-à-vis du centre-ville de Rimouski et présente à marée haute une hauteur d'eau plus importante. Ce qui correspond à une période de submersion plus importante. Les limites nord, est et sud de la zone de prélèvement projetée correspondent aux limites de l'herbier. Par contre, à l'ouest l'herbier se poursuit sur plusieurs centaines de mètres. Cette portion de l'herbier a été jugée inaccessible pour une action de prélèvement à pied à cause d'une plus grande profondeur d'eau.

En 1995 (Lemieux et Lalumière 1995), la superficie de l'herbier de zostère de Rimouski avait 218 hectares. Des observations tendent à montrer que l'herbier de Rimouski est en évolution. Comme le démontre la zone de prélèvement délimitée en 2016, l'herbier de zostère marine est beaucoup plus près de la rive dans sa portion est. Des travaux de photo-interprétations satellitaires couplés avec une validation terrain en 2008 semblent démontrer que l'herbier principal de Rimouski, situé à l'est de la rivière, s'est aussi étendu puisqu'il aurait maintenant une superficie de 237 hectares (Martel et coll. 2009). L'herbier est beaucoup plus près de la rivière Rimouski qu'en 1995 et il semble qu'il a migré du large vers la rive (Martel et coll. 2009).

Les sédiments de la baie sont principalement des sédiments fins (sable, argile et limon), mais on retrouve des sédiments d'une granulométrie plus importante comme des graviers et des galets. On retrouve à différents endroits dans la zone de prélèvement projeté des blocs de différentes provenances qui indiquent une dynamique glacielle active pour ce secteur.

L'herbier de zostère marine de la baie de Rimouski a fait partie d'un réseau de suivi de la végétation et des poissons entre 2005 et 2010 (Nellis et coll., 2012). Ce suivi démontre que 15 espèces de poissons ont été capturées à la senne durant ce suivi et que l'abondance moyenne pour certaines espèces atteint près de 4 700 individus (*Gasterosteus spp.*).



Figure 5. Localisation du « banc donneur » dans la baie de Rimouski

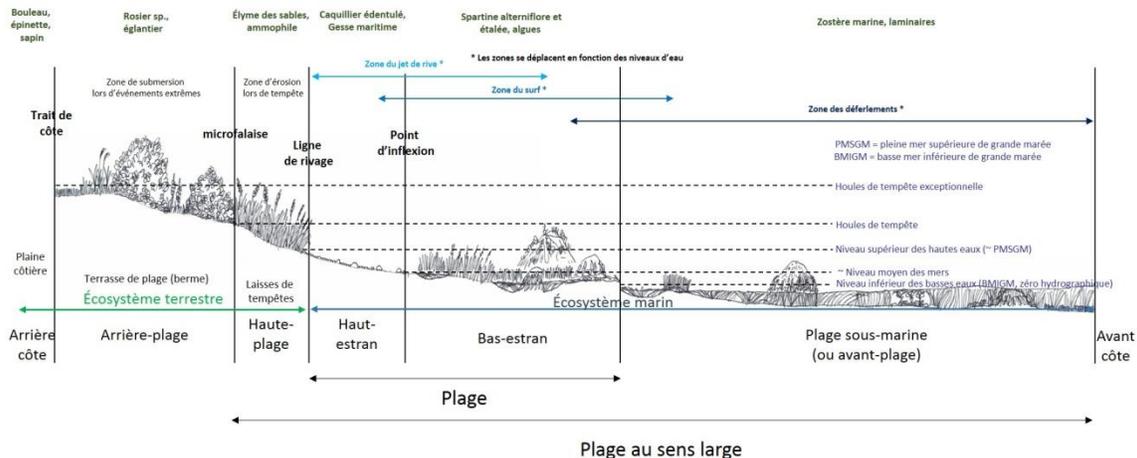
### 3. MÉTHODOLOGIE

Le travail de caractérisation du site comprend une étape d'acquisition de données sur le terrain qui s'est déroulée en plusieurs visites entre le 5 septembre et le 15 novembre 2016 dans l'anse de Pointe-au-Père et la baie de Rimouski. Par la suite, il y a eu analyse et traitement des données. Et enfin, la rédaction du rapport de caractérisation a été effectuée afin d'orienter le choix des sites de plantation et de prélèvements nommés « bancs donneurs ».

L'acquisition de données consiste en des levés topographiques, des analyses physicochimiques de l'eau, une caractérisation géomorphologique de la côte et de son état. Un état écologique sur les futures zones de plantation a également été défini par l'étude de la végétation et le dénombrement de la faune benthique en place. Cet état écologique sert de point de départ pour le suivi qui sera effectué après les travaux de restauration. Plusieurs observations ont aussi été notées et photographiées. La faune aviaire a aussi été étudiée.

#### 3.1 Physique

La caractérisation géomorphologique s'est déroulée lors de visites terrain. Une partie de 1,4 km de côte a été segmentée par tronçons uniformes et caractérisés en fonction des différentes sections de la côte de part entre l'extrémité de l'anse à l'ouest jusqu'au début de la Réserve nationale de faune à l'est. L'arrière-plage, la haute plage, le haut estran et le bas estran ont été caractérisés (Figure 6). 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 stratigraphie, les types de structure de protection, l'état du trait de côte et de la ligne de rivage.



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

Figure 6. Nomenclature des sections d'une côte à marais en fonction des niveaux de marée

Un profil topographique a été effectué dans l'anse de Pointe-au-Père (Figure 6). Ce profil débute sur l'arrière-plage et se poursuit jusqu'au bas estran situé entre le niveau moyen des mers et le niveau inférieur des basses mers inférieures de grandes marées. Le niveau moyen des mers (NMM) correspond au zéro géodésique, cette valeur équivaut à 2,2 mètres au-dessus du zéro des cartes marines. Cette analyse a permis de relever une altitude à partir d'un point géodésique et de réaliser un profil de plage. Ce profil a été réalisé à l'aide d'un DGPS Thales. Une analyse visuelle des sédiments de surface a également été réalisée.

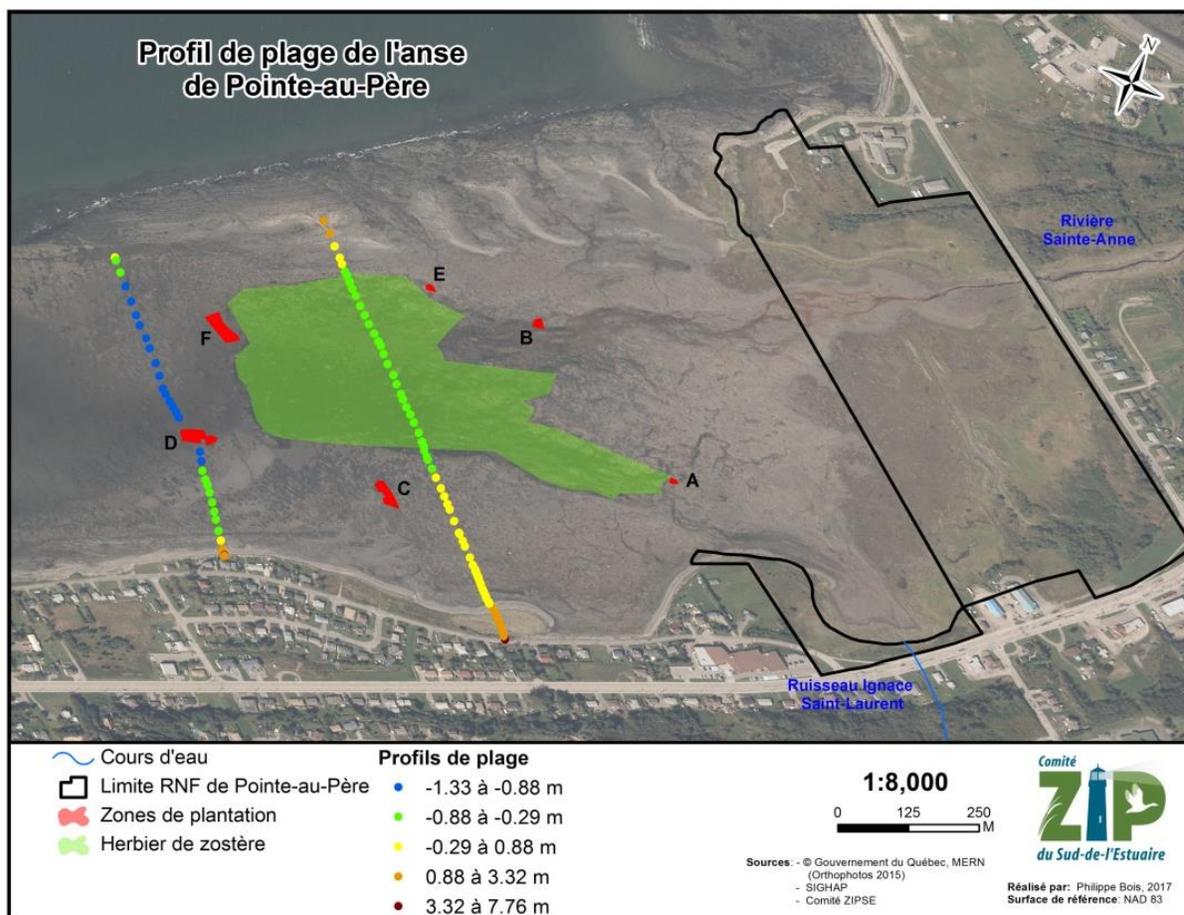


Figure 7. Profils topographiques de l'anse de Pointe-au-Père

Les paramètres physico-chimiques ont également été analysés dans ce rapport et ont été relevés sur plusieurs marées pendant deux semaines soit du 17 octobre au 3 novembre 2016 dans l'anse de Pointe-au-Père et la baie de Rimouski. Les paramètres relevés furent la température, la conductivité (mS/cm), la salinité (‰) et le pH de l'eau. Les paramètres physico-chimiques ont été relevés à six stations d'échantillonnage dans l'anse de Pointe-au-Père, soit au centre de chacune des futures parcelles de restauration projetées (voir Figure 8) et à une dans la baie de Rimouski, au centre de la zone de prélèvement projetée (voir Figure 5). Les stations ont été relevées pendant l'étale de la marée basse et à marée montante. Au total, six journées ont été relevées

et les valeurs médianes, minimales et maximales sont présentées par station d'échantillonnage pour chaque paramètre.

De plus, des campagnes d'analyses de la qualité de l'eau (contexte bactériologique) seront menées sur trois cours d'eau se déversant dans l'anse de Pointe-au-Père, au cours de l'été 2017. Les résultats seront présentés dans un rapport par l'Organisme de bassins versants du Nord Est Bas Saint Laurent qui a reçu le mandat de réaliser ces analyses dans les rivières Sainte-Anne et Germain-Roy, ainsi que dans le cours d'eau Ignace Saint-Laurent.

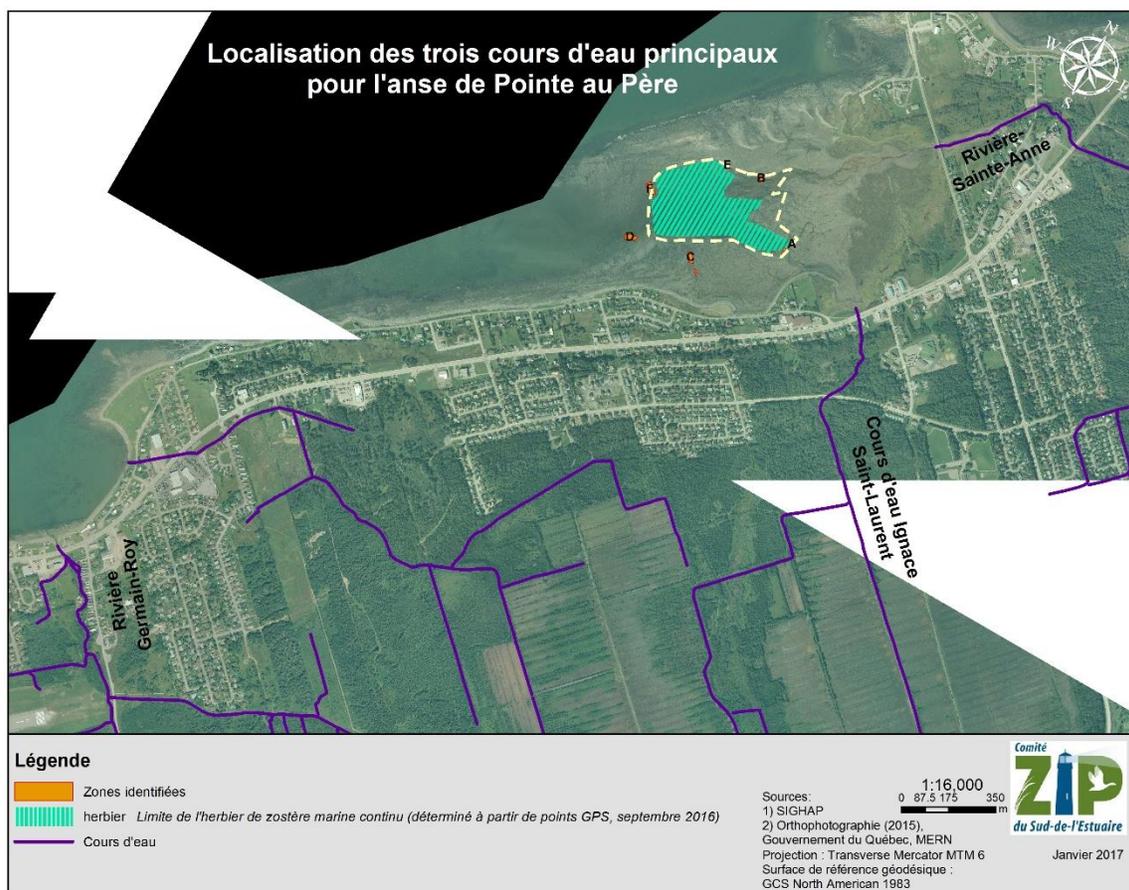


Figure 8. Localisation des stations d'analyses physico-chimiques et de suivi de la qualité de l'eau, anse de Pointe-au-Père

### 3.2 Biologique

Un inventaire floristique a été réalisé dont celui des regroupements de zostères marines. Toutes les zones de densité importante ou discontinues ont donc été cartographiées à l'aide d'un GPS et caractérisées sommairement afin de les répertorier, mais aussi afin de les comparer avec les données passées disponibles. Les futures parcelles de restauration projetées pourront ainsi être mieux définies.

Un suivi écologique a également été démarré pour déterminer l'état écologique initial des parcelles de restauration projetées et plus largement de l'ensemble des zones discontinues d'herbier de zostère marine. Ce suivi est opéré à l'aide de transects géoréférencés avec un GPS (trois transects par parcelle de restauration projetée parallèles au trait de côte), où un quadrat de 0,1 m<sup>2</sup> est déplacé tous les 3 mètres. Pour une parcelle donnée, chaque transect est distant soit de 1,5 m (parcelles A, B, C ou E) ou de 3 m (parcelles D et F) et leurs longueurs varient de 10 à 25 m (voir Figure 9).



Figure 9. Suivi écologique sur la parcelle de restauration projetée A

Chaque transect dispose d'un quadrat témoin, placé à 20 mètres de la fin du transect. Les longueurs des transects et les distances entre chacun d'eux dépendent de la surface de chaque parcelle de restauration projetées (voir Figure 10). Les parcelles D et F sont grandes, respectivement 790 m<sup>2</sup> et 908 m<sup>2</sup>, d'où une distance plus grande entre chaque transect (3 m) et une longueur de 25 m pour D et de 20 mètres pour F.

Alors que les quatre autres parcelles sont plus petites, 85 m<sup>2</sup> pour A, 184 m<sup>2</sup> pour B, 614 m<sup>2</sup> pour C, et enfin 107 m<sup>2</sup> pour E, d'où une distance plus petite entre chaque transect (1,5 m) et une longueur de 10 m pour ces quatre parcelles.

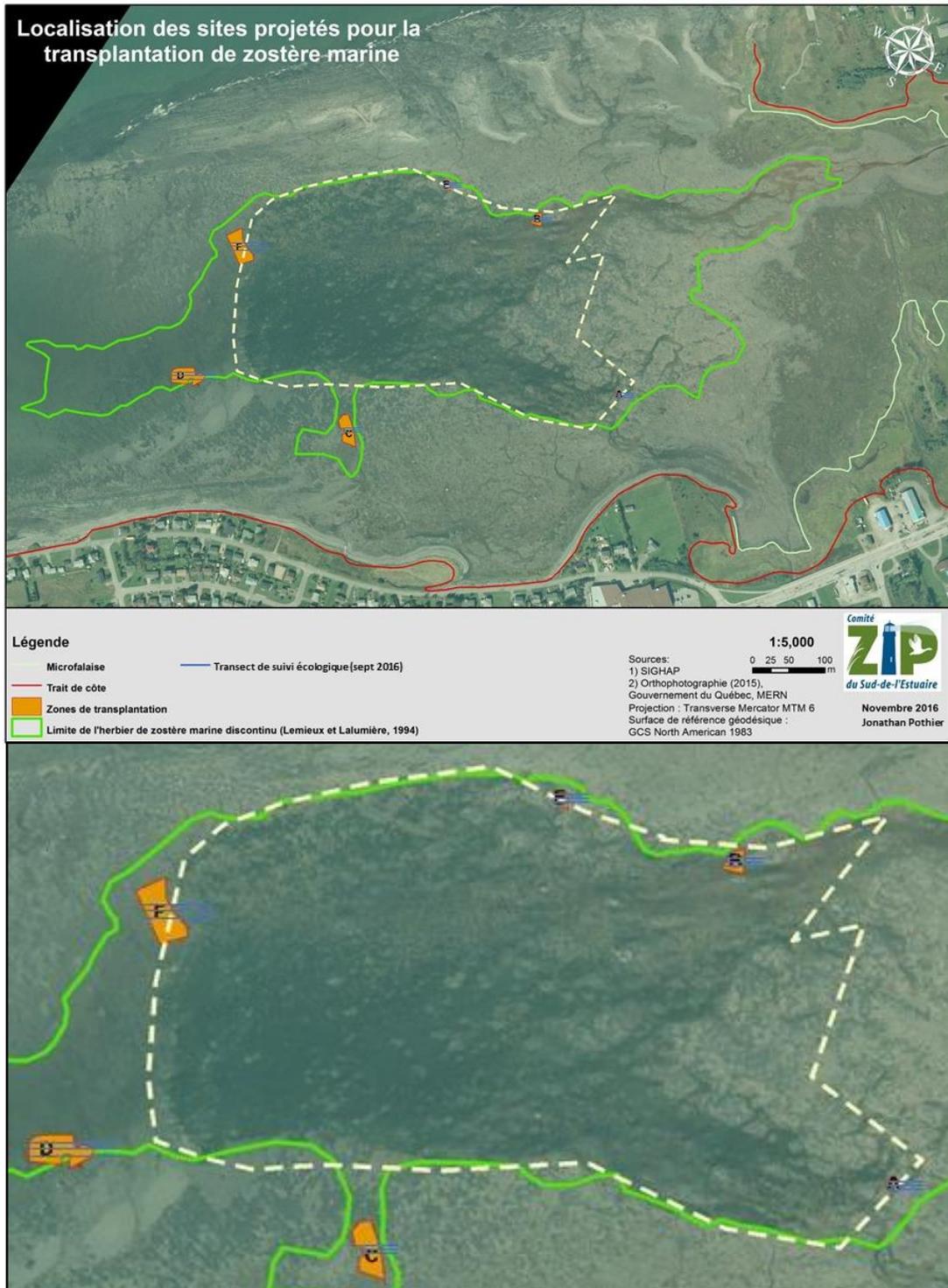


Figure 10. Localisation des 6 parcelles de restauration projetées et des transects de suivi écologique

Les paramètres analysés dans les quadrats sont les taux de recouvrement de la végétation, le type de substrat, ainsi qu'une variété d'espèces benthiques fréquemment présentes dans les herbiers de zostère marine (voir Tableau 2).

Tableau 2. Facteurs analysés lors des suivis écologiques

Date		
ID Quadra		
N. Photo		
Lithologie		
Surface ou NB	NB	a,b,c,d,e
Proportion Dénudée		
Proportion Zostère		
Proportion Algues brunes		
Proportion Algues fila		
Proportion Laminariale		
Proportion Algue rouge		
Proportion Algue verte		
Moule		
Trou mye		
Arénicole		
Littorine		
Gammare		
Crangon		
Néréis		
Poisson		
Crabe		
Autre		

Des gabarits plastifiés sont utilisés pour évaluer au mieux les taux de recouvrement de la végétation. Concrètement, le gabarit E représente ¼ de la surface de 0,1 m<sup>2</sup> du quadrat, D représente ¼ de la surface du gabarit E, et ainsi de suite jusqu'à A (voir figure 11). Ces suivis écologiques constituent un échantillonnage ciblé mais sont représentatifs de l'état de santé de chaque parcelle dans lesquels ils ont été placés exactement au centre de celles-ci. Ce suivi écologique sera remis en place ces prochaines années pour voir l'évolution entre autres de la végétation implantée.

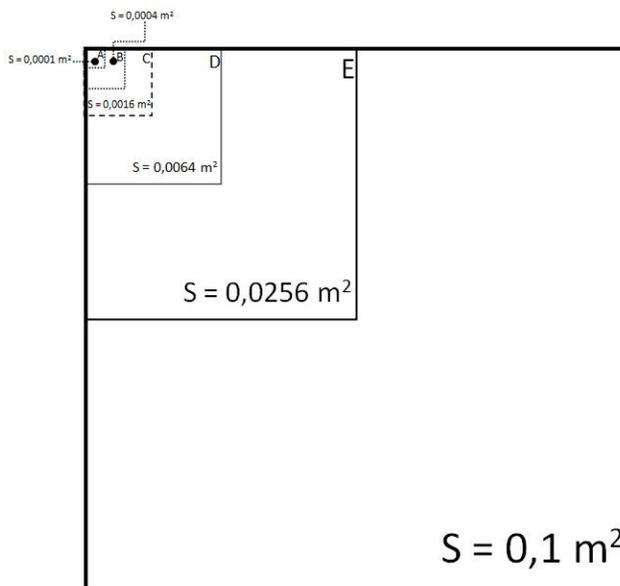


Figure 11. 5 gabarits utilisés pour évaluer les taux de recouvrement de végétation.

Au sujet de la faune aviaire, des inventaires ornithologiques seront réalisées selon les recommandations du Service Canadien de la Faune, à savoir trois sorties par semaine, sur cinq semaines, soit pendant les deux semaines avant les travaux, pendant la semaine des travaux et enfin pendant les deux semaines qui suivent les travaux et cela pour chaque année de travaux. Des rapports seront présentés à part au Service Canadien de la Faune chaque année. De plus, la banque EPOQ a été analysée afin de faire ressortir les mentions pertinentes pour l'anse de Pointe-au-Père. Des observations floristiques et avifauniques réalisées par le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire en 2012 ont servi de point de départ. Les données du Ministère de Pêches et Océans sur les mammifères marins et les espèces à statuts particuliers ont également été utilisées.

## 4. RÉSULTATS — CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

### 4.1 Caractéristiques côtières et état de la côte

La caractérisation côtière ainsi que la connaissance de l'état de la côte entourant l'anse de Pointe-au-Père sont des données importantes à connaître avant de procéder à une transplantation de zostère marine. En effet, cette caractérisation permet de connaître les zones stables et les zones en érosion et ainsi connaître les sources de sédiments potentiels qui pourraient alimenter l'anse et le bas estran. Des épisodes d'érosion intense ont déjà créé des dommages à des herbiers de zostère marine par ensablement par le passé.

Entre le début de l'anse à l'ouest et le territoire de la Réserve Nationale de Faune, c'est près de 1400 mètres de côtes qui ont été caractérisés. Plus de la moitié de la côte caractérisée représente des terrasses de plage (voir Figure 12). Tandis qu'on retrouve près du tiers de cette côte terrasse de plage artificialisée par les résidents côtiers à l'aide d'enrochements, de murets de ciment ou de bois. Les marais maritimes ainsi qu'une flèche littorale occupent une part importante de l'anse (39 %). Le territoire de la réserve n'a pas été caractérisé et ne rentre pas dans notre analyse, mais d'après nos observations, cette côte est à près de 80% représentée par un marais maritime. Deux cours d'eau se jettent dans ce territoire, la rivière Sainte-Anne et le cours d'eau Ignace Saint-Laurent donc les embouchures sont constituées de sédiment très argileux.

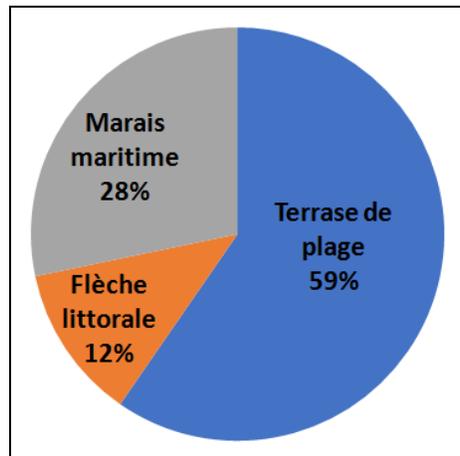


Figure 12. Pourcentage du type de côte de l'anse de Pointe-au-Père

La caractérisation côtière a permis d'établir que la côte de l'anse de Pointe-au-Père est dynamique, principalement à cause de l'érosion, de la submersion côtière et des glissements de terrain. Près de 67 % de la côte est active et montre des signes d'érosion moyenne à sévère. Près du tiers de la côte est semi-végétalisée (33 %) (voir Figure 13).

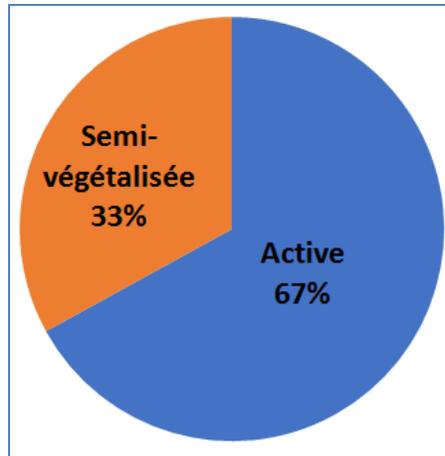


Figure 13. État de côte de l'anse de Pointe-au-Père

L'ensemble des côtes à terrasse de plage sont artificialisées, tandis qu'une faible portion reste naturelle et semi-végétalisée puisque la portion du haut de la microfalaise est végétalisée avec de l'élyme des sables d'Amérique et du chiendent. Les côtes artificialisées ont été identifiées comme étant actives puisque la construction de structures de protection rigides telles que l'enrochement et les murets découle d'événements de tempête passés ayant provoqué de l'érosion et/ou de la submersion.



Une flèche littorale est d'ordinaire sensible à plusieurs géorisques, notamment aux événements de tempête, de submersion, et d'érosion par sapement des vagues. Mais dans son ensemble la flèche littorale est relativement stable et semble en accumulation sédimentaire. De plus, la végétation qui s'y développe est assez dense.



Les marais maritimes sont constitués de vase et d'argile et peuvent présenter des portions sablo-vaseuse dans certains cas dépendamment de la végétation qui y est présente. La spartine alterniflore peut y coloniser de grandes surfaces et s'y développer rapidement.



## 4.2 Analyse physico-chimique de l'eau

Il est important avant de procéder à une transplantation de zostère marine de connaître certains paramètres physico-chimiques afin de valider si des rapprochements entre les deux baies sont possibles. Notamment, au niveau de la salinité qui doit se situer entre 5 ‰ et 30 ‰ (Lalumière et Lemieux, 1993). Les paramètres physico-chimiques relevés dans l'anse de Pointe-au-Père et la baie de Rimouski sont la température (°C), la conductivité (mS/cm), la salinité (‰) et le pH de l'eau. Au total, six journées ont été relevées et les valeurs médianes, minimales et maximales sont présentées par station d'échantillonnage pour chaque paramètre dans des graphiques à boîtes et moustaches. Les stations A, B, C, D, E et F sont positionnés dans l'anse de Pointe-au-Père tandis qu'une seule station se retrouve dans la baie de Rimouski, au centre de la zone projetée de prélèvement de zostère marine.

### La Température

Au niveau de la température, on note que la température est relativement la même entre l'anse de Pointe-au-Père et la baie de Rimouski (Figure 14). Les valeurs médianes dans l'anse de Pointe-au-Père se situent entre 7,10 °C et 8,20 °C tandis que dans la baie de Rimouski la valeur médiane est à 7,32 °C. Au niveau des valeurs minimales et maximales, les températures des deux baies sont quasiment similaires. Dans les deux

territoires, on observe une très grande étendue des valeurs, non concentrées autour de la médiane. Cette forte variabilité s'explique probablement par le fait que la prise de données était parfois prise dans une mer avec quelques centimètres d'eau et parfois dans une colonne d'eau d'un mètre. D'autre part, les stations A, B et E sont situées dans les embouchures des deux cours d'eau. La rivière ainsi que la proximité de ces stations à la côte ont probablement eu une influence sur la température.

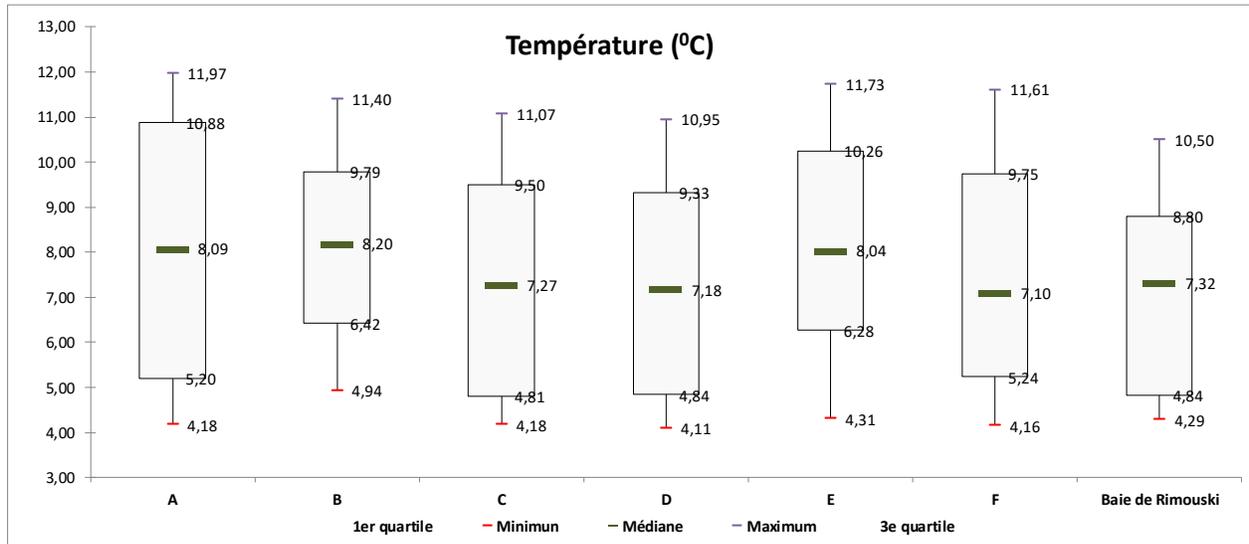


Figure 14. Variabilité de la température de l'eau aux stations d'échantillonnage de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski

## La Conductivité

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Un ion est un atome ou un groupe d'atomes qui possède une charge électrique positive ou négative. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium et d'autres minéraux plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée. L'eau pure n'est pas un bon conducteur d'électricité. Du fait que le courant électrique est transporté par les ions de la solution, la conductivité augmente lorsque la concentration des ions augmente (CRE Laurentides 2009). La conductibilité électrique de l'eau de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski présente une faible variabilité au niveau des valeurs médianes (Figure 15), à part pour la station B dont la valeur médiane est à 20,00 mS/cm. Dans les deux territoires, on retrouve une grande concentration des valeurs autour de la valeur médiane. La valeur minimale pour la station dans l'anse de Pointe-au-Père est peut-être liée aux conditions de prises de la donnée. En effet le 31 octobre et le 1<sup>er</sup> et 3 novembre 2016, les valeurs sont respectivement de 3,06 mS/cm, 2,00 mS/cm et 3,32 mS/cm. Ces données ont été prises pendant la marée montante et en étant proche de l'embouchure de la rivière Sainte-Anne, la station B est alimentée dans ces conditions par l'eau douce qui s'y écoule. Cependant, la conductibilité de l'eau des deux territoires sont assez similaires, notamment au niveau de la station F pour l'anse de Pointe-au-Père.

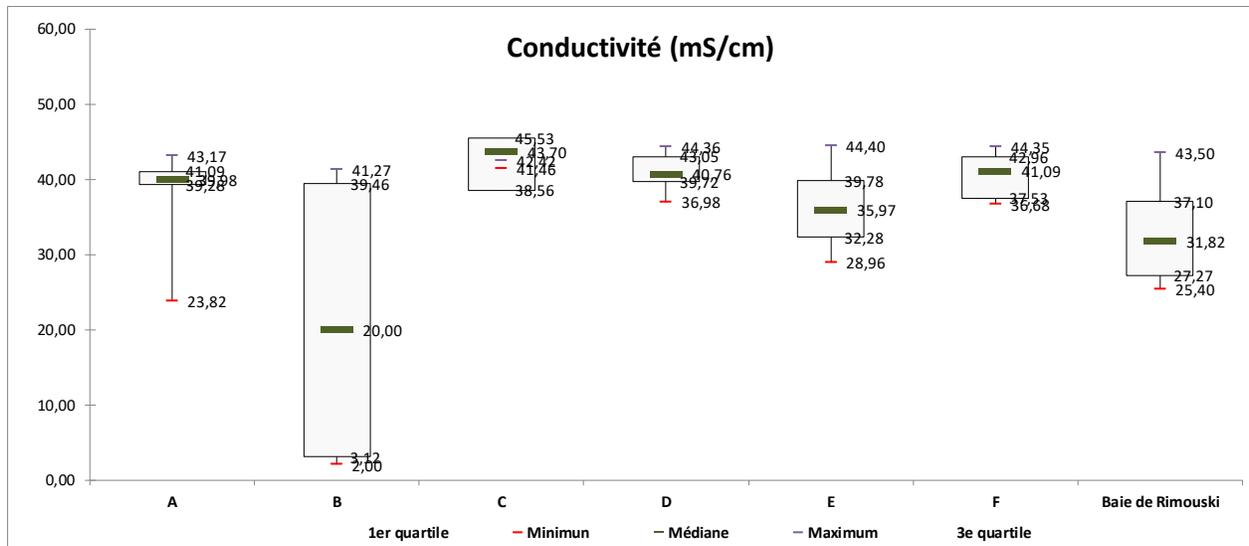


Figure 15. Variabilité de la conductivité de l'eau aux stations d'échantillonnage de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski

## La Salinité

La valeur médiane de la salinité de l'eau de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski est fort semblable (Figure 16) à part encore pour la station B qui présente une valeur médiane à 12,45 ‰ et donc bien en dessous. Pour les mêmes raisons, conditions de marée montante le 31 octobre, le 1<sup>er</sup> et 3 novembre 2016 et la proximité de la rivière Sainte-Anne qui alimente en eau douce l'anse ont amené des valeurs de salinité très faible pour la station B. Le paramètre de salinité est étroitement lié au paramètre de la conductivité les deux paramètres suivent donc la même variabilité. Pour les mêmes raisons qui expliquent les faibles valeurs de conductivités, les faibles valeurs de salinité pour la station B s'expliquent probablement pour les raisons citées ci-avant. Finalement, la salinité de l'eau des deux territoires sont très proches.

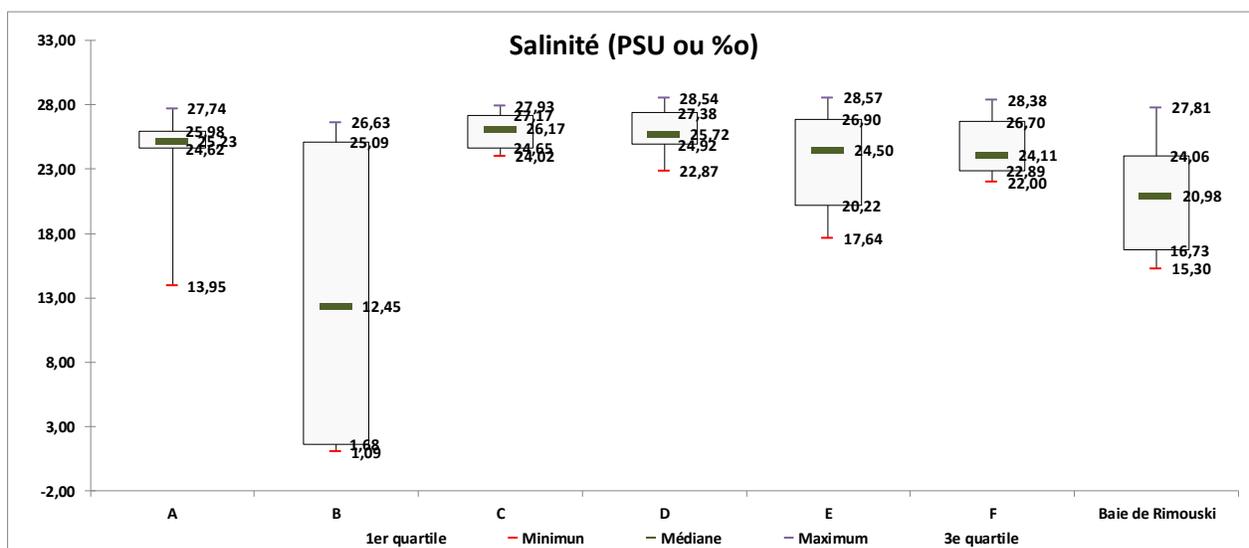


Figure 16. Variabilité de la salinité de l'eau aux stations d'échantillonnage de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski

## Le pH

La valeur médiane du pH de l'eau de l'anse de Pointe-au-Père varie entre 7,61 et 8,76 tandis que dans la baie de Rimouski le pH est à 6,68 (Figure 17). L'eau dans la baie de Rimouski a un pH plus faible que dans l'anse de Pointe-au-Père et est donc un peu plus acide. Mais la différence de pH entre les deux territoires est beaucoup trop faible pour parler d'incompatibilité dans les conditions physico-chimiques et permettre la réimplantation de plants de zostère entre le banc donneur dans la baie de Rimouski et les parcelles de restauration projetées à Pointe-au-Père. Somme toute les plants de zostère marine auront plus de facilité à s'adapter et à se développer dans une eau moins acide.

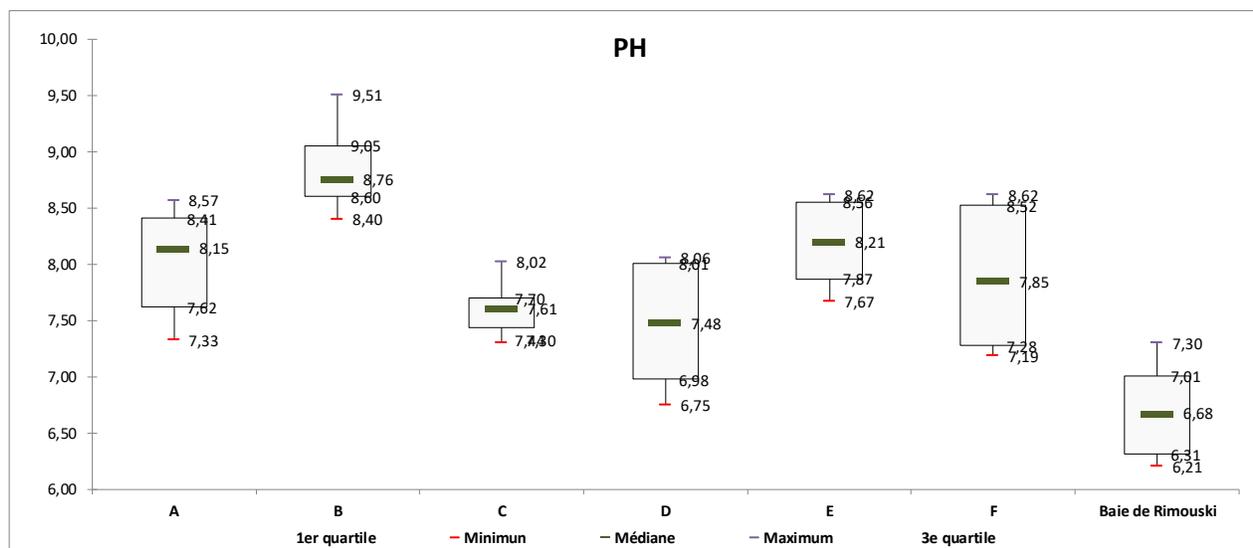


Figure 17. Variabilité du pH de l'eau aux stations d'échantillonnage de l'anse de Pointe-au-Père et de Rimouski

### 4.3 Topographie et profil de l'estran

Le profil topographique réalisé sur l'estran de l'anse de Pointe-au-Père permet de caractériser cet environnement au niveau de la largeur du bas estran, de sa pente et de l'altitude en fonction du zéro géographique ou le niveau moyen des mers (Figure 18).

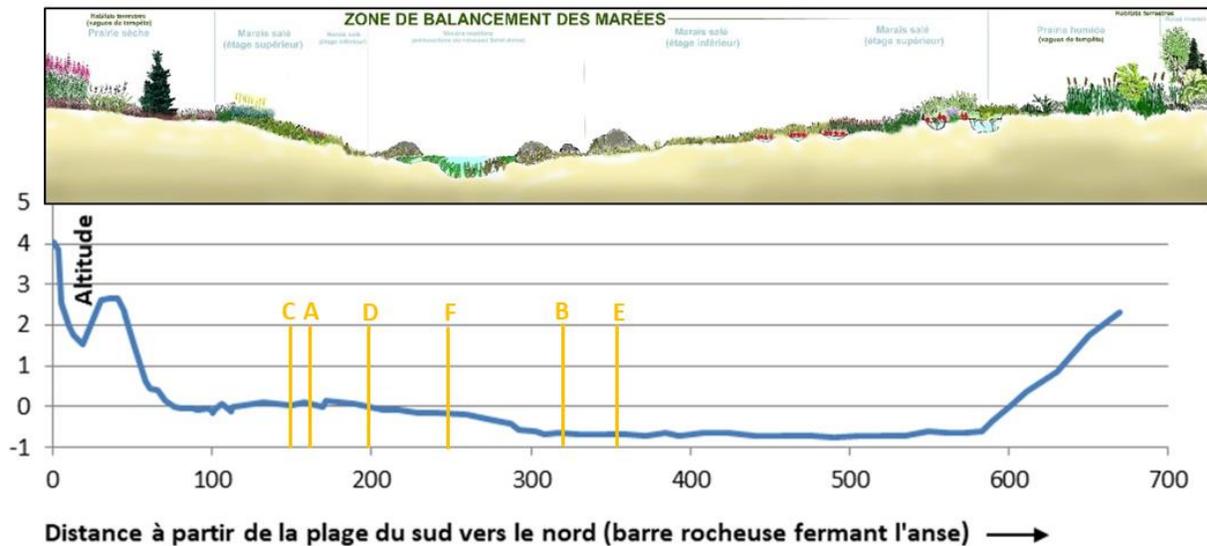


Figure 18. Profil topographique de l'estran de l'anse de Pointe-au-Père à partir de la plage vers le large (la barre rocheuse au nord)

Le profil topographique a permis de montrer la présence d'une haute de plage. On note que la zostère marine apparaît de manière éparse (sous forme de couronnes) à environ 150 m de la côte et devient ensuite très dense à partir de 200 m sur plus de 100 mètres (voir Figure 19). La zostère marine est donc présente à partir de 0 m jusqu'à environ -0,8 m d'altitude. Puis elle se raréfie ensuite à partir de 320 m où l'altitude commence graduellement à augmenter, à 600 mètres l'altitude remonte à 0 m puis à 670 est à près de 2 m. Les parcelles de restauration projetées sont situées entre 150 mètres et 450 mètres de la côte et à une altitude qui varie entre 0 m et -0,8 m. Cet intervalle correspond à la zone où la concentration de zostère marine passe de discontinue à dense et de dense à discontinue. Mais les 6 parcelles se retrouvent plus précisément à proximité et même plus en bordure de l'herbier dense dans des zones dégradées qui peuvent être recolonisées.



Figure 19. Évolution de la densité de l'herbier de zostère marine de l'anse de Pointe-au-Père du sud vers le nord

## 5. CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES

### 5.1 Herbier de zostère marine

L'herbier de zostère marine de l'anse de Pointe-au-Père a grandement évolué au cours des dernières années. En effet, un inventaire réalisé en 1995 par Lalumière et Lemieux montre 225 ha de zostère marine discontinue répartie en une surface centrale dans l'anse avec en son cœur un herbier dense qui s'y développe (voir Figure 20). L'inventaire réalisé à l'automne 2016 démontre que la superficie de cet herbier a beaucoup diminué par rapport à ce qu'il était en 1995. Notamment l'étendue de l'herbier discontinu se développait beaucoup plus d'ouest en est en 1995.

Des zones ont été identifiées en bordure de l'herbier dense pour être restaurées. C'est dans ces zones que se trouvent les parcelles de restauration projetées.

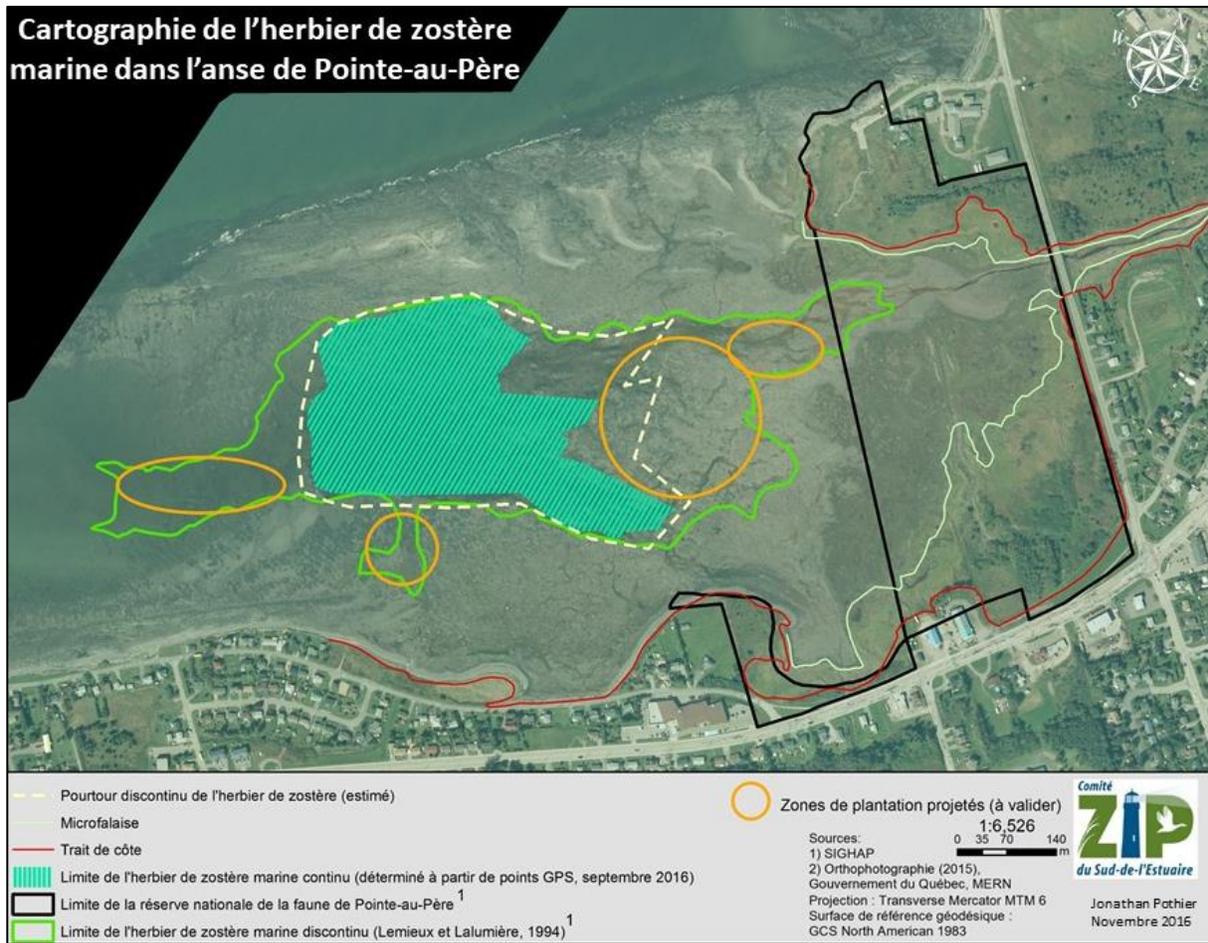


Figure 20. Superficie de l'herbier de zostère marine en 1995 et en 2016

L'herbier de zostère marine présente un assemblage discontinu de plusieurs colonies de couronnes denses (90-100% de recouvrement) plus ou moins espacées. D'autres couronnes éparses plus petites et moins denses s'étalent sur le pourtour de l'herbier principal et une langue de couronnes discontinues se prolonge vers le nord-nord-est au début de l'estuaire évasé et peu profond de la rivière Sainte-Anne. La vasière maritime (slikke) est colonisée par la zostère marine et les algues brunes. Le rebord de l'herbier dense ne coupe pas abruptement comme c'est le cas dans certains autres herbiers de plus grande étendue (exemple : dans la baie de Rimouski), mais se prolonge de façon discontinue sur environ 50 mètres.

De petites couronnes sont retrouvées aussi loin qu'à 100 mètres de la colonie principale du sud-est à l'ouest et sont limitées à quelques mètres au nord-ouest par l'affleurement rocheux de la pointe. L'herbier dense atteint une densité maximale de près de 90% à 100% essentiellement au milieu de la colonie (voir Figure 21). Il croît sur un substrat vaso-sableux fin à petits galets (1-10 cm).



Figure 21. Cœur de l'herbier dense de zostère marine dans l'anse de Pointe-au-Père

De plus, des blocs glaciels; cailloux de 20 cm à 3m carrés sont retrouvés ici et là dans et autour de l'herbier. Une autre plante vasculaire, la spartine alterniflore est présente à proximité de la zostère dans la portion sud de l'aire. D'ailleurs, un marais à spartine alterniflore occupe l'espace entre la plage au niveau de la ligne de rivage et l'herbier au niveau des basses mers dans la zone de balancement des marées moyennes. Au bord de la ligne de rivage, la spartine alterniflore est haute, mais elle rétrécit dans la zone de balancement des marées moyennes. Les algues brunes se partagent les marelles de la zone basse sur les rochers et les blocs,

alors que la spartine se retrouve sur les renflements de vases qu'elle stabilise. Dans les chenaux et les dépressions à ce niveau se trouvent aussi de petites colonies de zostère marine.

La zostère marine partage principalement le terrain avec des algues brunes-dorées (ochrophytes). Ces algues occupent les cailloux sur les renflements de vase surélevés exondés à marée basse et à la base des blocs glaciels.

#### Ochrophytes retrouvées dans l'anse de Pointe-au-Père :

1. fucus denté (*Fucus distichus* subsp. *edentatus*) et fucus bifide (*Fucus distichus distichus*);
2. fucus vésiculeux (*Fucus vesiculosus*);
3. fucus évanescent (*Fucus distichus* subsp. *evanescens*);
4. fucus spiralé (*Fucus spiralis*);
5. ascophylle noueuse (*Ascophyllum nodosum*).

La zostère quant à elle, occupe généralement les sédiments meubles dans les dépressions recouvertes d'un mince filet d'eau.

D'autres algues comme la laitue de mer (*Ulva lactuca*), l'algue feuille de chêne (*Phycodrys rubens*), l'alarie succulente (*Alaria esculenta*), la laminaire digitée (*Laminaria digitata*) et la laminaire à long stipe (*Laminaria longicuris*) ont été également retrouvées loin de l'infralittoral duquel elles ont été arrachées. Une algue encroûtante : *Ralfsia verrucosa* recouvre aussi les cailloux et de façon abondante par endroit.

Finalement, des algues brunes filamenteuses (*Ectocarpus*, *Pylayella* ou peut-être une algue brune d'eau douce) ou encore *Chordaria flagelliformis*, *Scytosiphon lomentaria* et certaines entéromorphes vertes (*Enteromorpha intestinalis*) s'y retrouvent.

## **5.2 Inventaires floristiques**

L'habitat prépondérant de la zone est le marais salé, aussi nommé le schorre, sont : le haut-marais salé (schorre supérieur) et le bas-marais salé (schorre inférieur). La succession écologique se poursuit ensuite avec la vasière maritime (slikke) qui prolonge le bas-marais salé vers la limite inférieure des marées les plus basses (zéro marégraphique). Pour ce qui est de la végétation, on peut y identifier des communautés végétales distinctes en fonction de la fréquence de la submersion marine qui influe sur la répartition des plantes vasculaires halophytes qui ne tolèrent pas toutes le même taux de sel ni le même temps d'immersion.

**Le haut-marais salé** est une prairie de faible dénivelé qui se divise en 3 parties entre sa partie supérieure sur le trait de côte (limité par le marécage arbustif) et sa partie inférieure sur la ligne de rivage (limitée par la partie supérieure du bas-marais).

## De haut en bas :

- La première division est une prairie humide constituée d'une herbaçaise saumâtre où on retrouve principalement le carex paléacé (*Carex paleacea*), le scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus subsp.maritimus*), la fétuque rouge (*Festuca rubra*), la livèche d'Écosse (*Ligusticum scoticum subsp. scoticum*), la spartine pectinée (*Spartina pectinata*), des joncacées et d'autres cypéracées recouverts seulement lors d'évènements extrêmes et de surcotes.
- La deuxième division, recouverte par les pleines mers supérieures de grandes marées, est colonisée, entre autres, par la spartine étalée (*Spartina patens*), la glaux maritime (*Glaux maritima*), le limonium de Caroline (*Limonium carolinianum*), l'arroche hastée (*Atriplex prostrata*) et bien d'autres.
- La troisième division, atteinte par toutes les pleines mers de vives-eaux, est un agencement de spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*), de spergulaire des marais salés (*Spergularia salina*), de salicorne maritime (*Salicornia maritima*) et de plantain maritime (*Plantago maritima*).

On y trouve aussi plus d'une cinquantaine de marelles, dépressions remplies d'eau saumâtre ou de vase asséchée, qui sont colonisées environ à 30 % par la ruppie maritime (*Ruppia maritima*) et en contre proportion soit par des algues (brunes ou vertes) et parfois envahies de salicorne maritime lorsque desséchées.

**Le bas-marais** est pour sa part couvert de spartine alterniflore et d'algues brunes à l'occasion. On y remarque deux zones entre la limite de la ligne de rivage (point de jonction des deux étages du schorre) et les basses mers moyennes.

- La plus haute est recouverte d'une spartinaie continue et dense;
- Et la plus basse se trouve colonisée par une spartinaie rase, discontinue et éparse parsemée de plaques d'algues brunes et de zostère marine (*Zostera marina*) à l'occasion.

Puis, encore plus bas, sur la **vasière maritime** exondée complètement seulement lors des plus basses mers, les algues brunes et la zostère marine dominant. La zostère se densifie jusqu'à former un herbier dense et continu sur quelques hectares à l'extérieur de la Réserve nationale de faune vers l'ouest.

En plus de l'habitat prépondérant de marais salé, on retrouve des **affleurements rocheux** (haut et bas estran), favorisant près de la ligne des marées basses, la création de petites cuvettes marines retenant l'eau de l'estuaire maritime. On retrouve **deux embouchures de ruisseaux** d'eau douce sur fond vaseux ou vaseux-graveleux dans lesquelles la marée remonte. Il y a également des **plages de sable ou de galet** dont le haut est stabilisé par l'élyme des sables d'Amérique. Hormis sur les plages, des blocs glaciels épars se trouvent çà et là sur l'ensemble de la zone.

Dans le tableau 3, il est possible de discerner un gradient au niveau de la succession écologique littorale, d'en résumer les composantes végétales et d'inclure les autres habitats terrestres adjacents :

Tableau 3. Étagements de la végétation dans l'anse de Pointe-au-Père

Étages littoraux	Terrasse de plage (+lobe de marée stable)	Schorre supérieur (mince)	Schorre Inférieur (large)		Slikke (large)
Communautés végétales dominantes	Prairie à élyme des sables d'Amérique	Spartinaie étalée épars	Spartinaie continue	Spartinaie et fucaie discontinue	Herbier de zostère
Espèces accompagnatrices	Arroche hastée, mertensie maritime, gesse maritime, tanaïsie vulgaire, armoise de Steller, armoise vulgaire, chiendent, honckénye diffuse (sabline faux-péplue), puccinelle naine et caquiller édentulé	Salicorne maritime, plantain maritime, spergulaire des marais salés et arroche hastée	Ascophylle noueuse et zostère marine	Ascophylle noueuse, fucus et zostère marine	Ascophylle noueuse, fucus, laitue de mer, diverses filamenteuses et rouges arrachées de l'infralittoral

### 5.3 Faune benthique et littorale présente dans l'herbier de zostère marine

Le site est reconnu pour la présence d'une grande diversité d'invertébrés marins et en particulier pour la présence d'espèces marines qui renforcent le caractère maritime du site. On peut d'ailleurs noter la présence d'espèces d'échinodermes rencontrées dans la portion inférieure de son littoral comme certaines étoiles de mer et des gastéropodes comme le nudibranche à crinière (Vaillancourt et Lafontaine, 1999). Il est à noter que ces espèces sont peu retrouvées sur le littoral de la côte sud de l'estuaire maritime et davantage commun sur la Côte-Nord. De nombreux vers marins et crustacés amphipodes servent également de base à la chaîne alimentaire du site. Il n'est donc pas étonnant de retrouver une grande diversité d'oiseaux marins et de poissons en alimentation dans l'anse de Pointe-au-Père.

#### Mollusques

Les bancs coquilliers retrouvés dans la baie sont surtout constitués par deux espèces, soit la moule bleue sur l'éstran rocheux et la mye commune dans les sédiments meubles. La moule bleue est d'ailleurs très abondante sur le site ce qui explique en partie la présence substantielle de canards plongeurs marins qui s'en alimentent. De plus, des littorines, petits escargots de mers, sont ici représentés par deux espèces : *Littorina saxatilis* et *Littorina littorea* sur le feuillage de la zostère marine, les rochers, la vase et les algues brunes. Des trous de filtration de siphon de la mye commune (*Mya edulis*) et de nombreuses coquilles vides de

*Macoma* sp. sont remarquées. Bien que l'acmé à écaille de tortue (patelle, *Tectura testudinialis*) est présente dans l'anse de la Pointe-au-Père, elle ne fut pas retrouvée lors des relevés de suivi dans la zone de la zosteraie.

### **Arthropodes**

Des carapaces vides de crabe commun (*Cancer irroratus*) ont été retrouvées laissées probablement sur place par les goélands qui les ont consommés et des individus vivants ont été observés dans les autres anses à proximité lors d'autres travaux. Quelques crabes vivants sont remarqués mais plus rarement et il s'agit de petits individus. Des crevettes grises de sables (*Crangon septemspinosa*) et des gammares complètent le portrait des arthropodes observés.

### **Annélides**

De nombreux monticules de terriers avec déjections de ver arénicole (*Arenicola marina*) furent aussi retrouvés et des terriers d'autres vers marins terricoles sont parfois nombreux dans la vase. La présence de petits vers blancs non-identifiés, de *Nephtys* sp. et d'*Hediste* sp. est peut-être relative à ces terriers.

### **Poissons**

Le site est important pour les poissons. Le secteur de l'anse de Pointe-au-Père est fréquenté par de nombreuses espèces de poissons. Il s'agit entre autres, de migrateurs anadromes, comme l'aloise savoureuse, d'euryhalines comme l'éperlan arc-en-ciel qui fréquente l'herbier de zostère marine pour sa croissance. L'aloise savoureuse a un statut vulnérable selon la loi de la province de Québec sur les espèces menacées ou vulnérables. L'éperlan arc-en-ciel se reproduit en rivière et sa population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent possède aussi un statut vulnérable sous juridiction provinciale. L'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) et la grosse poule de mer (*Cyclopterus lumpus*) représentent la faune ichthyenne qui profitent de l'herbier pour s'y nourrir, se reproduire et se protéger des prédateurs.

L'habitat du poisson sur le site n'accueille pas autant d'abondance et de diversité ichthyenne qu'un site comme la baie de Rimouski (Nellis et coll. 2012). L'anse de Pointe-au-Père s'affirme par son caractère maritime plus fort comparativement à d'autres baies en amont de l'estuaire.

### **Mammifères marins**

Pour ce qui est des mammifères marins, les possibilités de rencontrer le béluga du Saint-Laurent sont minces et plutôt reléguées au large ainsi que pour toutes autres espèces de cétacés pouvant être rencontrées dans l'estuaire maritime. Le mammifère marin d'intérêt pour ce site est assurément le phoque commun qui est observé régulièrement dans l'anse de Pointe-au-Père et en nombre important allant jusqu'à plusieurs dizaines d'individus. La population de ce phocidé au sud de l'estuaire du Saint-Laurent est retirée du registre des espèces en péril pour des raisons de données insuffisantes, mais il reste que la population de ce phoque est mal connue et peu nombreuse. Le phoque commun de la population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent est toujours pertinent à considérer parmi les espèces sensibles au dérangement et à la perte ou la dégradation de l'habitat du poisson. Il faut mentionner que la faune ichthyenne de l'anse de Pointe-au-Père attire le phoque commun, mais aussi quelques phoques gris.

#### **5.4 Suivis écologiques dans les parcelles de restauration projetées**

Ce suivi a été initié à l'automne 2016 avec l'objectif de dresser un état écologique initial sur chaque station de suivis représentative des parcelles sur lesquelles elles ont été positionnées et géoréférencées à l'aide d'un GPS (voir Figure 10). Plusieurs facteurs ont été analysés comme les taux de recouvrement par la végétation présente (zostère marine, algues, spartine alterniflore, etc.), ainsi que le dénombrement d'espèces fauniques qui fréquentent les herbiers de zostère marine (mollusques, arthropodes, annélides, etc.). Ce sont donc près de 18 transects et 96 quadrats qui ont été analysés dans ce suivi. Ce suivi est voué à être réutilisé chaque année pour voir l'évolution et la croissance de la végétation réimplantée dans l'anse de Pointe-au-Père et plus précisément dans les six parcelles de restauration projetée. Les résultats de cette analyse sont consignés dans une base de données qui sera donc alimentée chaque année après chaque nous suivi (voir Tableau 4).

Les Parcelles A et E qui présentent majoritairement un substrat composé de vase, sont presque entièrement dénudées sans végétation. La faune qui s'y développe est composée en grande partie d'annélides qui se manifestent par la présence de terriers. Quelques trous de myes sont également présents.

Dans les autres parcelles, B, C, D et F, le sédiment prédominant est sablo-vaseux avec présence de gravier et débris coquilliers. Ce sédiment est plus propice au développement de la végétation comme la zostère marine et les algues brunes. Sous cette végétation on peut observer beaucoup de moules bleues qui s'y cachent ainsi que plusieurs dizaines de littorines.

Les arthropodes comme les gammares et les crangons se développent dans toutes les parcelles que ça soit dans un sédiment végétalisé ou dénudé de végétation. Ceci s'explique par le fait que ce sont des espèces vagiles qui se déplacent avec les courants mais restent tout de même dans des habitats en bordure de zones végétalisées comme des couronnes de zostère marine pour pouvoir s'y cacher.

Tableau 4. Base de données suivis écologique (cas de la parcelle A)

Herbier de zostère marine	Pointe-au-Père							
Date	2016-09-22	2016-09-22	2016-09-22	2016-10-06	2016-09-22	2016-09-22	2016-09-22	2016-10-06
Campagne	sept 2016	sept 2016	sept 2016	oct 2016	sept 2016	sept 2016	sept 2016	oct 2016
Coefficient de marée	59	59	59	55	59	59	59	55
Heure BM	12h50	12h50	12h50	11h45	12h50	12h50	12h50	11h45
Équipe (nom(s)/prénom(s))	Jean-Étienne /Jonath							
Nom de la zone	A							
Nom du transect	A1				A2			
Longueur du transect (m)	10	10	10	10	10	10	10	10
N° de quadrat de 0,1m <sup>2</sup>	A13	A16	A19	A130	A23	A26	A29	A230
N° de photo	5946	5947	5949	8189	5953-5954	5955-5956	5957	8190
% algues brunes (Fuciales)	0	0	0	0	0	0	7,8125	0
Strate algues brunes								
% algues rouges	0	0	0	0	0	0	0	0
Strate algues rouges								
% algues vertes opportunistes	0	0	0	0	0	0	0	0
Strate algues vertes opportunistes								
% algues filamenteuses (brunes)	0,68359375	0	0	0	0	0	0	0
% zostère	0	0	18,75	0	0	0	25	0
% spartine alterniflore	0	0	0	0	0	0	0	0
% nu ou surface colonisable	99,31640625	100	68,75	100	100	100	6,25	100
Type de sédiment (vase, sable fin, sable grossier...)	vase-gravier	vase-gravier	vase-gravier	vase-gravier	vase-gravier	vase	vase	vase
Nb moules bleues	0	0	0	0	1	0	0	0
Nb vers polychètes	0	0	0	0	0	0	1	1
Nb littorines	0	13	20	4	10	10	6	2
Nb gammarides	4	11	3	1	1	0	4	1
Nb crangons	2	11	1	0	6	11	1	0
Autres:								
Nb trous ou terriers de vers			2					3
Nb trous de myes	2							
Nb de myes communes								
Nb crevettes grises								
Nb Mysis gaspensis								
Nb de poissons								
Nb de crabes								
Nb oursin								
Commentaires								

Voici les taux de recouvrement enregistrés sous forme de moyenne pour chaque parcelle. Ces résultats sont représentatifs de l'état général de ces parcelles malgré qu'ils soient pris sur des échantillons bien ciblés sur ces surfaces. Et plus largement suivant les paramètres abiotiques de ces parcelles, les résultats obtenus dans chacune des parcelles peuvent être également extrapolés à toutes les zones d'herbier de zostère marine discontinues qui se trouvent en bordure de l'herbier dense.

## Parcelle A

La parcelle A est une petite zone (85,10 m<sup>2</sup>) qui se situe à 160 mètres de la côte et se trouve à l'extrémité sud est de l'herbier dense de zostère marine et proche de l'embouchure du cours d'eau Ignace Saint-Laurent. Malgré un sédiment prédominé par la vase, quelques thalles de zostère marine sont dénombrés de manière très éparse. Mais sa situation très intéressante entourée par des zones de prolifération de zostère marine lui confère un potentiel de recolonisation de la végétation. Seulement 4,86 % de zostère marine (voir Figure 22) y a été dénombré en moyenne sur les trois transects et seulement 0,87 % d'algues brunes (fucus). Le reste (95,89 %) est constitué d'un sédiment dénudé de végétation où on peut observer quelques trous de vers et de myes, des dizaines de littorines et des arthropodes.

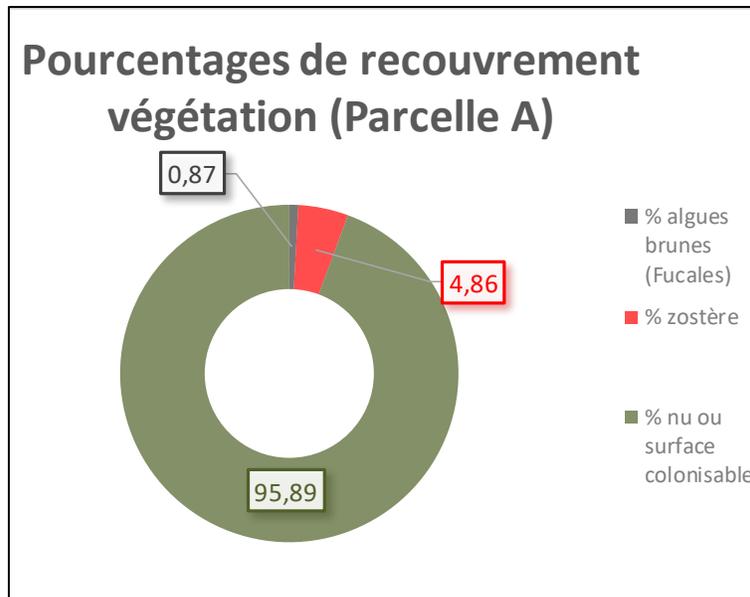


Figure 22. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle A)

### Parcelle B

La parcelle B se situe à près de 320 mètres de la côte. C'est une parcelle de taille moyenne (183,77 m<sup>2</sup>) qui se trouve à l'extrémité est de l'herbier de zostère marine dense et directement dans le chenal de la rivière Sainte-Anne. À marée montante, l'eau du secteur brunit et le sédiment y est essentiellement composé de vase, de sablo-vaseux et gravier. Il est à noter la présence d'algues filamenteuses (1,56 %) caractéristiques de zones en présence d'eau douce (voir Figure 23). Malgré un taux de recouvrement de 14,25 % de zostère marine et de 23,83 % d'algues brunes, il n'a pas été observé de moules bleues cachées sous la végétation, peut-être à cause de l'apport en eau douce. La faune benthique est essentiellement composée de gammares et crangons mais aucun mollusque ni même de gastéropodes.

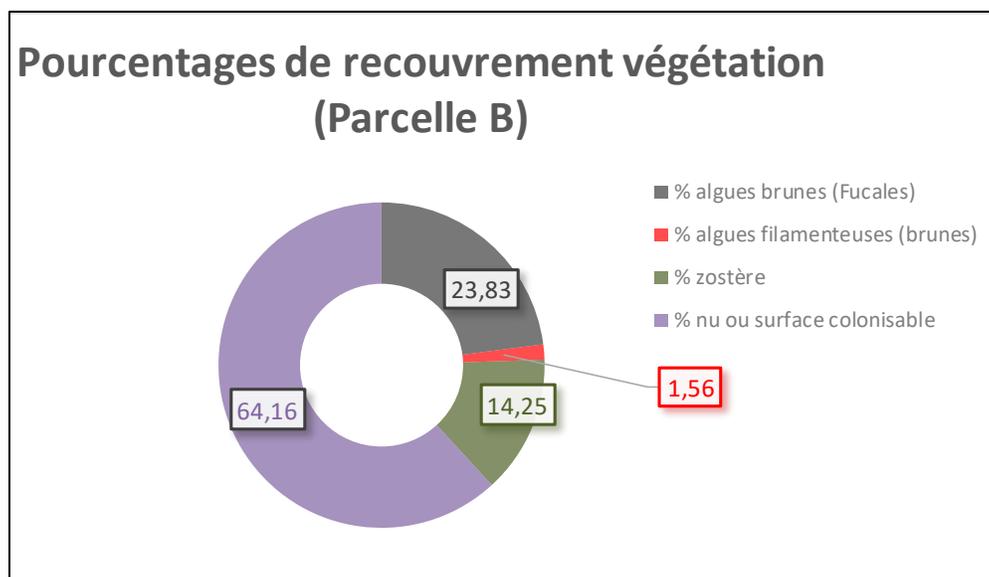


Figure 23. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle B)

## Parcelle C

La parcelle C est la plus proche à partir de la côte (150 m) et se situe là où on retrouve les premières petites thalles de zostère marine qui ont tendance à se développer vers le nord de l'anse. C'est une grande parcelle (613,72 m<sup>2</sup>) qui se trouve à l'extrémité sud de l'herbier de zostère marine dense. Le sédiment y est essentiellement composé de sablo-vaseux et gravier, et de débris coquilliers. Il y a 36,85 % de zostère marine comptabilisée dans les quadrats, ainsi que 23,52 % de fucus (voir Figure 24). La faune benthique qui s'y développe est composée de moules bleues, de littorines, de gammarès et crangons. On y note également la présence de nombreux terriers de verres et des trous de myes.

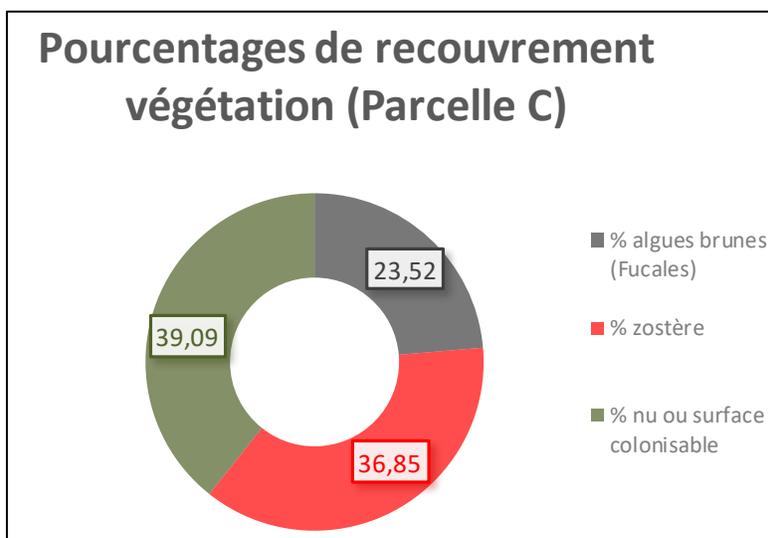


Figure 24. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle C)

## Parcelle D

La parcelle D se situe à 195 mètres de la côte et à l'extrémité ouest de l'herbier de zostère marine dense. C'est celle qui se trouve la plus éloignée de l'herbier dense en étant séparée par une moulière très dense mais elle reste tout de même intéressante par la présence d'une quantité relativement importante de couronnes de zostère marine avec une densité plus importante en son centre. C'est aussi la deuxième plus grande parcelle étudiée (789,67 m<sup>2</sup>). Le sédiment y est essentiellement composé de sablo-vaseux et gravier, et de débris coquilliers. Il y a 16,51 % de zostère marine, et très peu d'algues brunes (0,87 %). Elle reste cependant dénudée de végétation à près de 84,18 % (voir Figure 25). La faune benthique qui s'y développe est composée de moules bleues et d'une quantité très importante de littorines. Quelques gammarès et crangons se promènent également entre les couronnes de zostère marine. On y note également la présence de nombreux terriers de verres et des trous de myes.

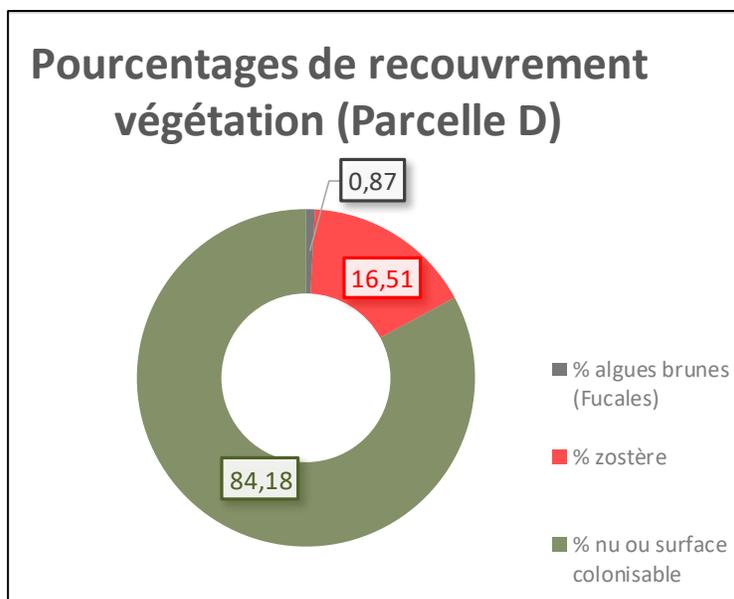


Figure 25. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle D)

### Parcelle E

La parcelle E se situe à 350 mètres de la côte et à l'extrémité nord de l'herbier de zostère marine dense. Elle est par contre plus proche de la barre rocheuse qui ferme l'anse au nord. C'est une petite parcelle (106,56 m<sup>2</sup>) qui est entourée de deux zones de densité importante de zostère marine. Elle est essentiellement composée de vase. Il y a 5,91 % de zostère marine et 7,51 % d'algues brunes. Elle est donc dénudée de végétation à hauteur de 86,22 % (voir Figure 26). La faune benthique qui s'y développe est composée de beaucoup de littorines et de quelques gammares et crangons. On y note également la présence de nombreux trous de myes et de quelques terriers de verres.

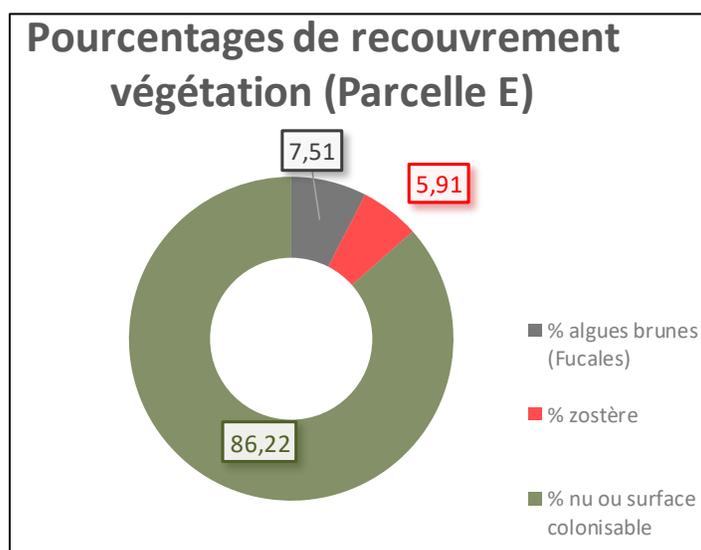


Figure 26. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle E)

## Parcelle F

La parcelle F se situe à 250 mètres de la côte et à l'extrémité nord-ouest de l'herbier de zostère marine dense. C'est d'ailleurs la parcelle qui est la plus proche de l'herbier dense, véritablement en bordure de l'habitat. C'est aussi la plus grande parcelle étudiée (908,08 m<sup>2</sup>). Elle est essentiellement composée de sédiment sablo-vaseux, de gravier et de débris coquilliers. Il y a 18,75 % de zostère marine et 13,88 % d'algues brunes. Elle est dénudée de végétation à près de 66,22 % (voir Figure 27). C'est enfin la parcelle la plus riche en termes de faune benthique, puisqu'on y retrouve de grandes quantités de moules bleues et littorines, mais également beaucoup de gammarès et crangons, peut-être en lien avec sa proximité de l'herbier de zostère marine dense. C'est aussi la parcelle la plus éloignée de l'embouchure de la rivière Sainte-Anne et de celle du cours d'eau Ignace Saint-Laurent et donc de tout apport d'eau douce. On y note également la présence de quelques trous de myes et de terriers de verres.

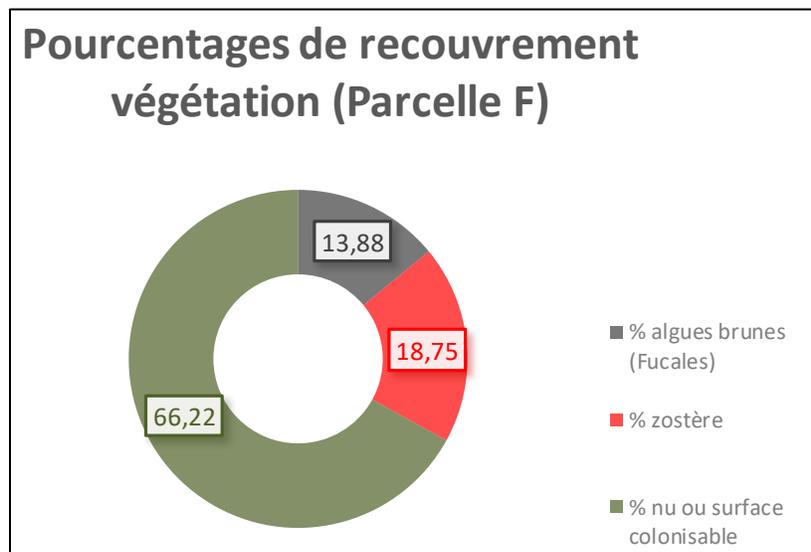


Figure 27. Pourcentages de recouvrement de la végétation (parcelle F)

## 6. Discussion et choix des sites

L'anse de Pointe-au-Père est une vaste étendue littorale peu profonde qui permet l'établissement d'une végétation marine abondante. Cette mosaïque de végétation correspond à des habitats complémentaires qui contribuent à une connectivité écologique permettant d'offrir une richesse significative à l'ensemble de l'écosystème. Ceci procure des habitats propices à plusieurs espèces animales à divers stades de leur cycle biologique. De fait, la végétation et les communautés d'invertébrés et de petits poissons qu'elle supporte constituent des espèces fourragères pour des consommateurs telles qu'une faune aviaire abondante, des poissons et mammifères prédateurs. L'habitat du poisson y est important et sa chaîne alimentaire qui en fait également un site riche.

Cependant, la disparition de l'herbier de zostère marine discontinu dans les extrémités ouest et est peuvent être en lien avec la dégradation de ces portions par des activités anthropiques. L'augmentation de l'artificialisation de la côte par les riverains explique peut-être cette diminution dans l'ouest. La disparition de zostère marine dans le fond de l'anse, à l'extrémité est, coïncide avec la zone où se trouvent deux embouchures, celle de la rivière Saint-Anne et du cours d'eau Ignace Saint-Laurent. Avant les années 2000, les eaux usées de Pointe-au-Père étaient déversées directement dans le fleuve à partir de la rivière Sainte-Anne. Depuis, la gestion des eaux a été fortement améliorée et l'eau douce qui rentre dans l'anse est beaucoup moins polluée. Quant au cours d'eau Ignace Saint-Laurent, il est à noter qu'une tourbière a été exploitée pendant de nombreuses années en amont du cours d'eau. Maintenant que l'exploitation est terminée les résidus ferreux issus de cette exploitation continuent à se déverser dans le fleuve par l'intermédiaire de ce cours d'eau. Ce qui a pour conséquence de brunir l'eau du secteur à marée montante. Or la zostère marine est une plante aquatique qui nécessite de la lumière pour se développer. La priver de lumière peut également expliquer sa dégradation et sa disparition graduelle dans le secteur.

Pour tous ces éléments, et parce qu'elle se démarque par sa faune marine plus accentuée que d'autres baies bas-laurentiennes en amont, l'anse de Pointe-au-Père mérite d'être protégée.

Puisque les herbiers de zostère marine sont des habitats regroupant des espèces à la base de la chaîne trophique, des travaux de restauration sont fort appropriés. Plusieurs caractéristiques physiques ont été identifiées afin de déterminer les critères de transplantation optimale par Lemieux et Lalumière en 1993. Ces critères sont présentés et comparés aux données récoltées dans l'anse de Pointe-au-Père (Tableau 5).

Tableau 5. Comparaison des critères de transplantation de zostère marine selon Lalumière et Lemieux (1993) et de la caractérisation de l'anse de Pointe-au-Père (2016)

Critères de transplantation	Selon Lalumière et Lemieux (1993)	Selon la caractérisation de l'anse de Pointe-au-Père (2016)
Configuration de la côte	Vastes battures, baie, anse ou lagune protégées de l'action des vagues et du vent	Anse protégées des vents dominants du N-E.
Sédiments	Fin (sable, limon argile)	Fin présence de sable limon et argile et de graviers, débris coquilliers en surface
Profondeur d'eau	≤ 2,5 m par rapport au NMM	Entre 0 m et -0,8 m par rapport au NMM
Salinité	Entre 5 à 30 ‰	25 ‰
Micro -topographie	Présence d'eau résiduelle à marée basse (cuvette)	Présence de nombreuses cuvettes, notamment autour de blocs glaciels
Pente bas estran	≤ 0,2 %	Entre 0,1 et 0,16 %
Vitesse du courant	≤ 20 cm/s et ≤ 40 cm/s	Entre 10 et 26 cm/s (OGSL, prévisions océaniques)

La configuration de la côte démontre une anse et une large batture fermée au nord par une barre rocheuse qui protège en partie les vents dominants en provenance du nord-est et par la configuration de la côte. Par contre, l'anse de Pointe-au-Père est exposée aux vents et aux vagues de tempête provenant du nord-ouest (Figure 1). Dans l'anse de Pointe-au-Père, le bas estran présente des sédiments fins (sable, limon et argile, gravier et débris coquilliers en surface). Dans l'anse de Pointe-au-Père on retrouve des plants de zostères marines entre 0 m et -0,8 m de profondeur par rapport au niveau moyen des mers (NMM) (Figure 18). Selon les critères de Lalumière et Lemieux (1993), les transplantations doivent se réaliser sous une profondeur de 2,5 m par rapport au NMM. Les données de salinité récoltées durant l'automne 2016 présentent une moyenne de la salinité de 25 ‰. La présence de plusieurs cuvettes dans l'anse de Pointe-au-Père principalement autour des nombreux blocs glaciels présente une microtopographie propice à la transplantation de zostère marine. La pente des profils réalisée dans l'anse de Pointe-au-Père montre une pente qui varie entre 0,1 et 0,16 %. Enfin, les valeurs de vitesse moyenne de courant de la marée montante se situent entre 10 et 26 cm/s. Les données de vitesse moyenne de courant ont été consulté dans les prévisions océaniques présentes sur le site internet de l'Observatoire Globale du Saint-Laurent pendant l'automne 2016.

En comparant les critères de transplantation à ceux relevés dans l'anse de Pointe-au-Père, on constate que la transplantation est possible dans l'anse de Pointe-au-Père. Cependant, certains critères sont en partie respectés. Notamment, au niveau de la configuration de l'anse qui présente une bonne protection au niveau des vents dominants (N-E), mais peu de protection face au vent de tempête (N-O).

Cette caractérisation a aussi démontré que la baie de Rimouski l'anse de Pointe-au-Père sont proches géographiquement, mais aussi au niveau de plusieurs facteurs physiques comme la profondeur d'eau, la distance à la côte, au niveau des paramètres physico-chimiques ainsi que la présence de cours d'eau.

Ainsi, nous recommandons la transplantation dans l'anse de Pointe-au-Père de 1500 unités de zostère marine en provenance du banc donneur de la baie de Rimouski. Pour ce faire, une zone de banc donneur et des parcelles de restauration projetées ont été identifiées principalement grâce aux paramètres de profondeur d'eau et de distance à la côte comparables entre les deux territoires. Les parcelles ont également été choisies pour leur proximité avec l'herbier dense de zostère marine qui se situe au cœur de l'anse, de manière à permettre une recolonisation naturelle rapide et facilitée. En effet, les unités qui vont être transplantées vont aider les zones discontinues à se reconnecter avec l'herbier dense. Ces unités rectangulaires composées en moyenne d'une vingtaine de plants ( $20 \text{ cm}^2$ ) vont être prélevées à l'aide de pelles carrées et mises en place dans des trous réalisés avec le même type de pelles, à une distance de 1 mètre entre eux. Obtenir des unités de cette taille nous assure déjà de transplanter plus de plants et plus de racines qui auront une plus grande probabilité de reprise. L'objectif ainsi est d'atteindre une superficie transplantée de près de  $1500 \text{ m}^2$ , ce qui veut dire que la surface restaurée sera donc bien supérieure à  $1500 \text{ m}^2$  puisque les zones dénudées vont se recoloniser naturellement et se reconnecter avec des zones plus denses. Le protocole de plantation de ces unités sera expliqué avec plus de précisions dans le rapport de travaux et de suivi du projet de restauration de l'herbier de zostère marine de l'anse de Pointe-au-Père.

## 7. Références

- Bachand, É., Joubert, J.-E., Pothier, J. 2014. RESTAURATION DE L'HERBIER DE ZOSTÈRE MARINE (*Zostera marina* L.) DANS LA BAIE DE MITIS, GRAND-MÉTIS – Rapport de caractérisation, Rimouski, 43 p.
- Bachand, É., Joubert, J.-É., 2014. RESTAURATION DE L'HERBIER DE ZOSTÈRE MARINE (*Zostera marina* L.) DANS LA BAIE DE MITIS, GRAND-MÉTIS – Rapport des travaux et de suivi, Rimouski, 42p.
- Bernatchez, P. et J.-M. Dubois. 2004. Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien, *Géographie physique et quaternaire*, vol. 58, n° 1, p. 45-71.
- Bernatchez, P., C. Fraser, S. Friesinger, Y. Jolivet, S. Dugas, S. Drejza et A. Morissette (2008). *Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques*, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, UQAR. Rapport de recherche remis au Consortium OURANOS et au FACC, 256 p.
- Bernatchez, P., Fraser, C., Lefavre., 2008. *Effets des structures rigides de protection sur la dynamique des risques naturels côtiers : Érosion et submersion*. Comptes rendus de la 4<sup>e</sup> conférence canadienne sur les géorisques : des causes à la gestion. Presse de l'Université Laval, Québec, 594 p.
- Chabot, Robert. et Anne. Rossignol. 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. 113 pages.
- Conseil Régional de l'environnement, CRE– Laurentides, 2009. La trousse des lacs – La conductivité, 3 p.
- Étongué Mayer, R. Y. Roche et D. Mouafo (2002). Dictionnaire des termes géographiques contemporains, Montréal : Guérin, 343 p.
- Fontaine, Pierre-Henry. 1999. La faune sous-marine du Saint-Laurent. Éditions MultiMondes.
- Juneau, M.-N. Bachand,É. et Lelièvre-Mathieu, A. 2012. Restauration et aménagement du littoral; Guide de bonnes pratiques du Bas-Saint-Laurent, Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec, 40p.
- Lalumière, R. 1991, Essais de transplantation de zostère marine à l'Isle-Verte, Québec (1990), Service canadien de la faune, Environnement Canada, 55p.
- Lalumière, R et Lemieux C. 1993. Guide de transplantation de la zostère marine (*Zostera marina* L.). Rapport présenté par le Groupe Environnement Shoener inc. au Service canadien de la faune, 17p. + annexe.
- Lemieux, C. et R Lalumière. 1995. Répartition de la zostère marine (*Zostera marina*) dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent et dans la baie des Chaleurs (1994). Rapport présenté au Service canadien de la faune, Environnement Canada préparé par le Groupe-conseil Génivar inc. 58 pp.
- Martel, M.-C., Provencher, L., Grant, C. Ellefsen, H.-F. et Pereira, S. 2009. Distribution et description des herbiers de zostère du Québec. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2009/050. viii + 37p.

Ministère de Pêches et Océans Canada (MPO) (2011). *Marées, courants et niveaux d'eau, Service hydrographique du Canada (SHC)*. [En ligne]. <http://www.tides.gc.ca/french/Canada.shtml> (consulté le 12 janvier 2012).

Nellis, P. 2013, Réseau des observateurs du capelan, Trousse de l'observateur – 2013, Division de la gestion des océans, Pêches et Océans Canada, 38p.

Nellis, P., Dorion D., Pereira, S., Ellefsen, H.-F. et Lemay, M. 2012. Suivi de la végétation et des poissons dans six zosteraies au Québec (2005-2010). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.2985: x+96 p.

SIGHAP (2001). *Système d'information pour la gestion de l'habitat du poisson*, Ministère de Pêches et Océans Canada. [En ligne]. [http://sighap-fhamis.qc.dfo-mpo.gc.ca/cartes/sighap2-1/selection\\_francais/selection.html](http://sighap-fhamis.qc.dfo-mpo.gc.ca/cartes/sighap2-1/selection_francais/selection.html) (consulté le 14 novembre 2016).



*Ce projet est rendu possible avec l'appui financier du gouvernement du Canada.*

*Le Fonds pour dommages à l'environnement est administré par Environnement et Changement Climatique Canada et se base sur le principe du pollueur-payeur. Lorsque des dommages sont infligés à l'environnement, une amende est exigée et investie dans le fonds. L'argent est ensuite investi dans des projets de restauration de l'environnement qui seront avantageux pour le milieu naturel.*