



Caractérisation biophysique et
restauration de milieu humide
Marais salé de Sacré-Cœur – Rimouski
Rapport de travaux et de suivi



Février 2021

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

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire

Équipe à la rédaction :

Francis Bonnier Roy, Géomorphologue

Jonathan Pothier, Biologiste

Philippe Bois, Technicien en écologie appliquée et géomatique

Équipe sur le terrain :

Amélia Fortier

Jonathan Pothier

Chantal Quintin

Kassandra Croteau

Étienne Bachand

Philippe Bois

Félix Lafond

Roxanne Noël

Félix Levesque

Samuel Bolduc

Francis Bonnier Roy

Sarah Delisle

Jean-Étienne Joubert

Patrice Voyer

Rapport remis à Vidéotron Infrastructures Inc.



Jonathan Pothier

Biologiste

CITATION RECOMMANDÉE :

Bonnier Roy, F., Pothier, J., Bois, P. 2021. Caractérisation biophysique et restauration de milieu humide. Marais salé de Sacré-Cœur - Rimouski. Rapport de travaux et de suivi. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 47 p.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| RÉSUMÉ | 1 |
| CARACTÉRISTIQUES DU SITE | 4 |
| Localisation du site..... | 4 |
| Espèces à statut particulier | 7 |
| Description des habitats naturels d'intérêt | 11 |
| Caractéristiques géomorphologiques | 16 |
| Caractéristiques des zones de plantation | 18 |
| CALENDRIER DES TRAVAUX ET DU SUIVI | 21 |
| OBJECTIFS DE LA RESTAURATION | 22 |
| ACTIONS DE RESTAURATION CÔTIÈRE | 23 |
| SUVIS DE LA CROISSANCE ET DE LA REPRISE VÉGÉTALE | 27 |
| CONCLUSION | 33 |
| RÉFÉRENCES | 34 |
| ANNEXES | 37 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1. Localisation de la zone de restauration côtière | 4 |
| Figure 2. Territoire à statut particulier..... | 5 |
| Figure 3. Succession d’habitats côtiers face à l’îlet Canuel | 6 |
| Figure 4. Érosion dans le marais à spartine alterniflore | 7 |
| Figure 5. Espèces à statut particulier..... | 8 |
| Figure 6. Habitats naturels d’intérêt dans la baie de Rimouski..... | 15 |
| Figure 7. Nomenclature des sections d’une côte à marais en fonction des niveaux de marée..... | 16 |
| Figure 8. Zones dégradées et bancs donneurs potentiels..... | 18 |
| Figure 9. Zones potentielles de plantation..... | 19 |
| Figure 10. Zone de restauration projetée du marais de Sacré-Cœur..... | 20 |
| Figure 11. Travaux de plantation de spartine alterniflore dans le marais de Sacré-Cœur..... | 24 |
| Figure 12. Travaux de plantation de spartine alterniflore dans le marais de Sacré-Cœur en 2019..... | 25 |
| Figure 13. Principales étapes de la transplantation de spartine alterniflore réalisée dans le marais de Sacré-Cœur en mai 2019 et 2020..... | 26 |
| Figure 14. Positionnement des parcelles de suivi de spartine alterniflore | 28 |
| Figure 15. Parcelle de suivi de spartine alterniflore..... | 28 |
| Figure 16. Zones de restauration en régénération en avril 2020 | 29 |
| Figure 17. Hauteur moyenne des plants de spartine alterniflore dans les parcelles de suivi entre juin 2019 et octobre 2020 | 31 |
| Figure 18. Pourcentage de recouvrement dans les parcelles de suivi par les plants de spartine alterniflore entre juin 2019 et octobre 2020..... | 32 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1. Données hydrographiques sur le secteur proche de Pointe-au-Père..... | 4 |
| Tableau 2. Étagements de la végétation dans le marais de Sacré-Cœur..... | 12 |
| Tableau 3. Calendrier de réalisation des travaux de restauration..... | 21 |

RÉSUMÉ

La mission du Comité ZIP du Sud de l'Estuaire (ZIPSE) est de promouvoir et soutenir, par la concertation régionale, les actions visant la protection, la conservation, la réhabilitation des milieux perturbés et l'accessibilité au fleuve Saint-Laurent dans une perspective de développement durable. Le territoire de la ZIPSE couvre la rive sud de l'estuaire moyen et de l'estuaire maritime soit de Berthier-sur-Mer (MRC Montmagny) à Les Méchins (MRC Matane), couvrant ainsi près de 574 kilomètres de côtes.

Depuis 2011, la ZIPSE travaille activement à la restauration d'habitats côtiers, avec les organismes et communautés côtières régionales. Onze projets de restauration ont déjà été réalisés dans différents types d'habitats (des plages, des marais salés, des herbiers de zostère marine). Par la qualité de ses réalisations, la ZIPSE a acquis une solide crédibilité auprès de la population, du milieu scientifique, des intervenants et des ministères de la région quant à la réalisation de travaux de restauration des habitats côtiers de son territoire. La ZIPSE s'est d'ailleurs vu attribuer un prestigieux prix : Le Phénix de l'environnement remis par le ministre du Développement durable, de l'Environnement de la faune et des Parcs pour un projet sur les bonnes pratiques d'aménagement et de restauration en milieu côtier (2013). LA ZIPSE a démontré sa capacité à mobiliser la population, les acteurs locaux et régionaux et les bénévoles dans le développement et la réalisation de ses projets. Ainsi la ZIPSE a pour objectif de poursuivre ses efforts de restauration d'habitats côtiers sur son territoire afin d'augmenter la capacité de résilience des habitats côtiers à s'adapter aux effets des changements climatiques et aux pressions exercées par les activités humaines.

La ZIPSE a été contacté en 2018 par Vidéotron Infrastructures Inc. pour proposer un projet de restauration dans le but de compenser la perte de 5 000 mètres carrés d'habitat naturel dans une zone humide à Sainte-Luce au Bas-Saint-Laurent. La ZIPSE, fort de sa solide expertise dans la restauration des habitats côtiers a donc fait une proposition de travaux permettant la réhabilitation d'un marais salé sur le littoral de Rimouski.

Le secteur du marais de Sacré-Cœur à Rimouski comprend un écosystème riche puisqu'on y retrouve un environnement diversifié et idéal pour les faunes ichthyennes et aviaires, composé d'une conjonction d'habitats complémentaires, soit un schorre inférieur d'un marais maritime, un herbier de zostère marine, ainsi qu'une plage sablo-graveleuse. Plusieurs espèces de poisson, mais également d'oiseaux utilisent donc ces différents habitats pour se nourrir, se reproduire, grandir et se cacher des prédateurs.

L'habitat du marais est prospère mais il présente des zones dégradées par l'érosion côtière dans son extrémité ouest face à l'îlet Canuel. Cet habitat subit des impacts associés aux effets des changements climatiques et aux pressions exercées par les

activités humaines. L'objectif de ces travaux serait ainsi de permettre au marais à se redévelopper dans des zones où il peine à coloniser naturellement.

La première étape du projet de restauration côtière du secteur du marais de Sacré-Cœur était de réaliser une **caractérisation biophysique** du milieu côtier. Cette étape a été cruciale afin d'identifier les actions adéquates à entreprendre en fonction des caractéristiques du milieu. Elle se décline en deux volets :

1. Caractérisation biologique par l'étude bibliographique des espèces floristiques et fauniques présentes dans le secteur du marais de Sacré-Cœur ;
2. Caractérisation géomorphologique de la zone d'étude ;
3. Caractérisation des zones de restauration à l'aide d'une plateforme aérienne générant des orthophotographies.

Une cartographie des habitats de la baie a aussi été effectuée pour définir la localisation des zones optimales pour la transplantation d'unités de spartine au printemps 2020 et 2021, à l'aide du système géoréférencé de prise de photographies aériennes. Ces photos donneront un état initial de la qualité des futures zones de plantation, en déterminant le taux de recouvrement de la végétation présente naturellement dans ces zones. Les zones de récolte dans un banc donneur dans la région proche de la restauration ont également été identifiées avec précision grâce à cette méthode. La population de spartine alterniflore approvisionnant la réimplantation doit en effet être le plus près possible de la population à restaurer, d'un point de vue géographique, écologique et génétique. Aucune demande d'autorisation auprès des instances gouvernementales (municipales, provinciales et fédérales) n'a été nécessaire afin de réaliser une transplantation manuelle de spartine alterniflore dans la baie.

Cette première étape a mené ensuite aux **travaux de restauration**, comprenant en premier lieu la logistique des interventions, notamment l'organisation du calendrier des transplantations sur plusieurs jours suivants les heures et l'amplitude des marées. Les travaux ont été réalisés au mois de mai, c'est en effet la période optimale pour faire de la transplantation afin que les unités bénéficient ensuite au maximum de la saison de croissance. Cette période est assez tôt dans la saison pour éviter le réchauffement de l'eau dans les bacs lors du transport des unités de transplantation comprenant de la vase, les systèmes racinaires et les feuilles de spartine. Durant l'étape de transplantation, le travail a été divisé en trois équipes : récolte, transport et plantation afin de réaliser un travail efficace. Puisque les plants récoltés devaient être transplantés durant une même marée basse, il était important de travailler efficacement et rapidement, puisqu'un maximum de 5 heures permettait d'accéder sécuritairement chaque jour à la batture. La méthodologie complète pour la transplantation du site donneur vers la zone d'étude a été détaillée d'après la revue

de littérature et la méthodologie déjà testée dans d'autres projets de restauration de marais salés.

Les travaux ont donc été effectués sur une première période à la fin du printemps 2019, où près de 4 100 unités de spartine alterniflore ont été transplantées. Un **premier suivi** a été réalisé pendant l'été et l'automne 2019, nous permettant d'évaluer la bonne croissance des végétaux transplantés lors de la première session de travaux et de connaître les quantités à transplanter lors de la seconde session de travaux à la fin du printemps 2020. Près de 3 300 unités de spartine alterniflore ont été transplantées lors de cette seconde session. Un **dernier suivi** des travaux a finalement été réalisé durant l'été et l'automne 2020. Les résultats des deux périodes de suivi, en 2019 et en 2020, ont démontré une bonne croissance des végétaux et un bon taux de survie dans les différents sites de plantation.

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Localisation du site

La municipalité de Rimouski se retrouve dans la MRC Rimouski-Neigette dans la région du Bas-Saint-Laurent (Figure 1). L'aire d'étude se situe sur la frange côtière à l'ouest du marais salé de Sacré-Cœur à Rimouski face à l'îlet Canuel (tiret pointillé rouge dans la carte ci-dessous). Elle prend en considération toute la zone intertidale (zone de battement des marées) afin d'y inclure l'ensemble des habitats naturels côtiers soit la plage et le marais maritime.

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.

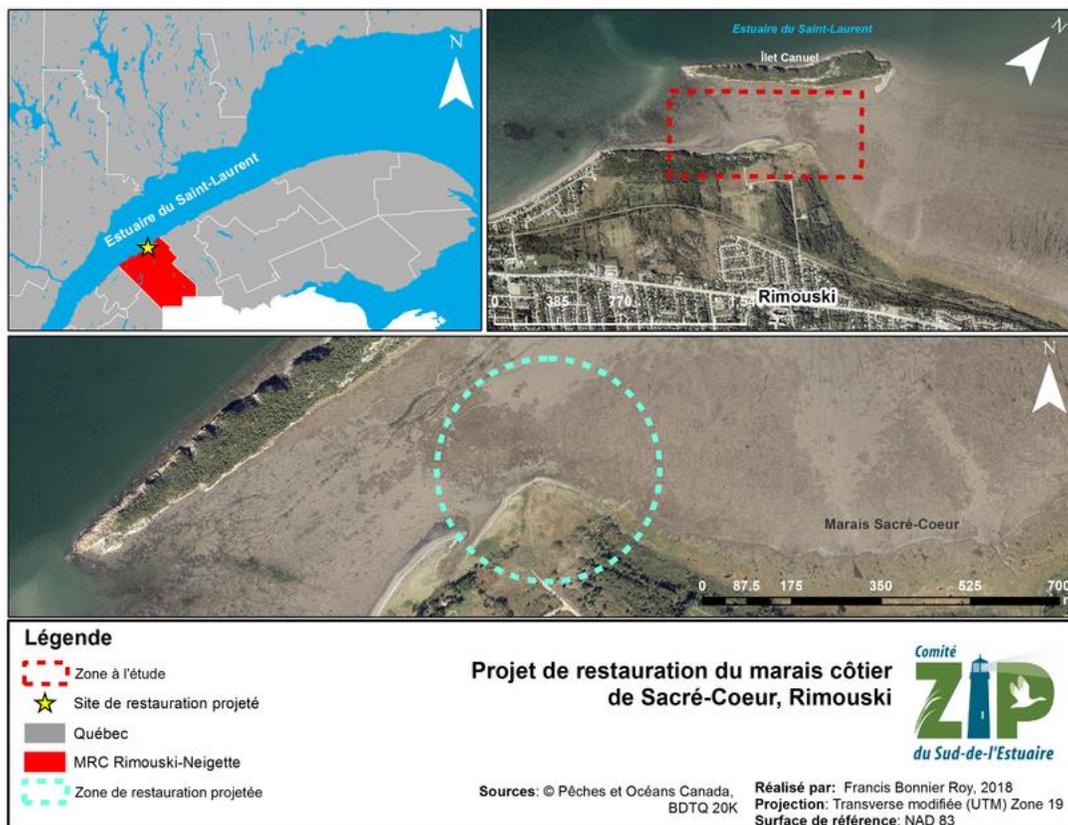


Figure 1. Localisation de la zone de restauration côtière

Le marais salé de Sacré-Cœur s'étend sur une bande littorale de près de 2 km, large de 150 mètres à 300 mètres, de la Pointe-Parent (ancien site de Radio-Canada) au surplomb de la plage de Nazareth, soit sur plus de 154 ha. La topographie générale est plane, de très faible pente, sauf à l'endroit où un talus, microfalaise d'érosion, vient délimiter l'étage supérieur de l'étage inférieur du marais salé.

Ce marais joue un rôle important dans la ZICO (Figure 2). Il permet notamment de préserver les échanges entre les différents maillons de la chaîne trophique pour le maintien de la biodiversité au sein de tous les habitats côtiers de la ZICO. Il présente des caractéristiques écologiques exceptionnelles et est fréquenté par de nombreuses espèces d'oiseaux migrateurs et nicheurs.



Figure 2. Territoire à statut particulier

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 la baie de Rimouski 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 proche de Pointe-au-Père

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

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

Le site d'intérêt pour la restauration totalise 300 mètres de longueur (Figure 3). Ce secteur comprend une succession d'habitats côtiers (plage, marais à spartine alterniflore, herbier de zostère marine et prairie en arrière côte).



Figure 3. Succession d'habitats côtiers face à l'îlet Canuel

Ces habitats montrent des signes de dégradation notamment la présence de processus d'érosion dans le marais (Figure 4). Ce secteur sera décrit en détail dans la partie caractérisation.



Figure 4. Érosion dans le marais à spartine alterniflore.

Espèces à statut particulier

Faune aviaire

Une revue de littérature ainsi qu'une consultation des données SIGHAP ont permis de faire ressortir la biodiversité faunique et floristique du marais salé de Rimouski. Un inventaire de la flore a aussi été réalisé dans tout le secteur.

Les marais salés à spartine et la zone intertidale de ce secteur servent, quant à eux, de site de repos et d'alimentation pour plusieurs anatidés (Canard d'Amérique, Canard pilet, Sarcelle d'hiver, etc.) et limicoles en migration. Les Canards noirs et colverts semblent y nicher. Le Grand Héron s'y repose, s'y alimente ainsi que le Bihoreau gris, de moins en moins courant dans la région, qui y a été retrouvé en 2008, représenté par un immature. Dans la frange d'aulnes, dans les graminées et la typhaie, on note la nidification potentielle de quelques espèces des milieux humides parfois présents en bordure des prés salés comme le Bruant des Marais, le Bruant des prés, le Carouge à épaulettes, et la Bécassine de Wilson. L'ensemble de ces zones de marais est aussi visité par des prédateurs de petite faune (oisillons, rongeurs, batraciens, et insectes) comme le Busard Saint-Martin, l'Épervier brun et le Faucon pèlerin pour ne nommer que ceux-là.

Le marais de Sacré-Cœur est l'endroit le plus souvent fréquenté par l'Oie des neiges durant nos inventaires. Des nombres pouvant aller jusqu'à 20 000 individus furent enregistrés pour le secteur dans les dix dernières années (ÉPOQ). Son abondance semble être un phénomène relativement récent dans le secteur selon plusieurs ornithologues d'expérience (Jacques Larivée, com. pers.). Historiquement, cette dernière était plutôt considérée comme une espèce occasionnelle en automne.

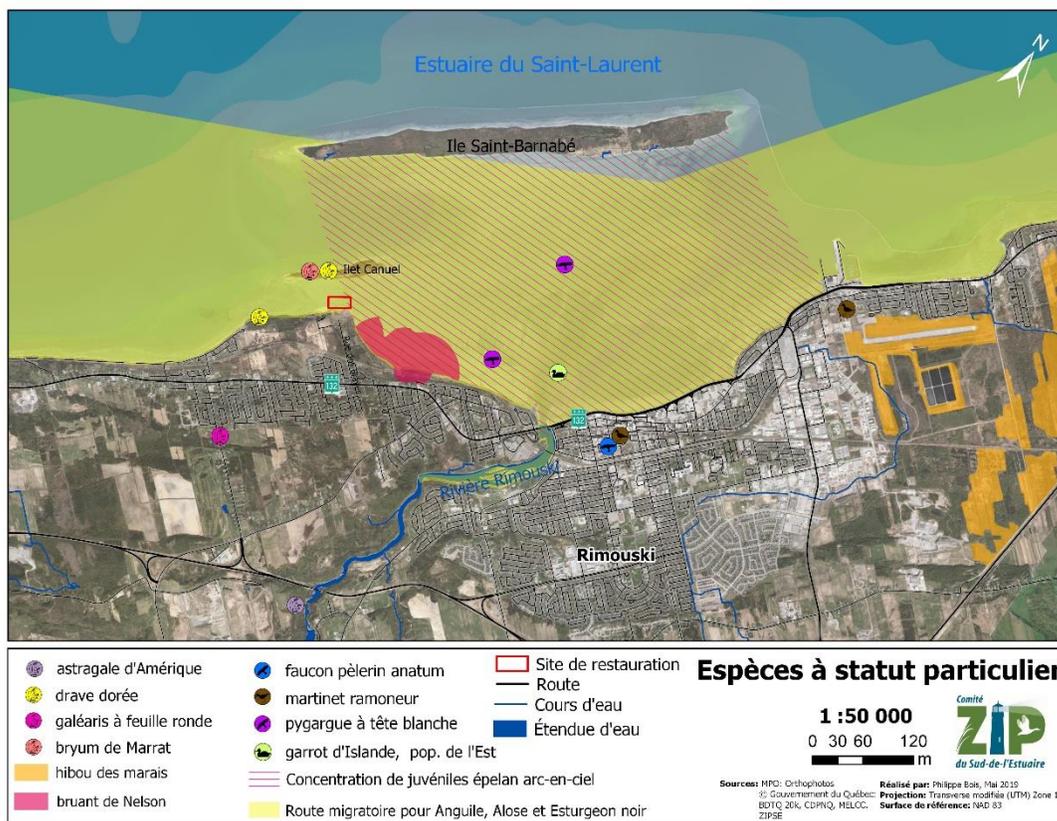


Figure 5. Espèces à statut particulier

Le Bruant de Nelson est la seule espèce d'oiseau en péril qui niche dans le marais de Sacré-Cœur (Figure 5). Elle est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (MRN). C'est une espèce qui arrive et qui commence à nicher plus tard que les autres bruants sur le site de reproduction, soit l'étage supérieur du marais salé, surtout dans la spartine pectinée. Selon la banque ÉPOQ, le Bruant de Nelson est nicheur confirmé, probable et potentiel le long du Sentier du Littoral de Rimouski. En 2008, il nichait potentiellement puisque 2 mâles chanteurs y ont été entendus et vus au moment de la nidification. Toujours selon ÉPOQ, des comportements d'un adulte nourrissant des jeunes hors du nid, le 1986-08-25 (Guy Gendron), d'un adulte avec des jeunes le

24/07/2004 (R. St.-Laurent) et d'un comportement de défense de territoire le 20/06/2002 (R. St.-Laurent) confirmaient la nidification de l'espèce. Les autres mentions depuis 1971 témoignaient de comportements de défense territoriale interspécifiques (avec le Bruant des prés) et de mâles chanteurs durant la période de nidification (de la mi-juin à la mi-août).

Selon les notes des observateurs dans la banque ÉPOQ, de 1971 à 1989 (18 ans) on y dénombre jusqu'à 8 individus durant la nidification alors que le nombre le plus élevé est de 6 en juillet entre 1990 et 2007 (17 ans). Le nombre le plus élevé d'individus durant la période de nidification lors des travaux de caractérisation de la baie était de 2 en 2008 alors qu'il est de 4 entre 2000 et 2007. Pour tous types de mentions de l'espèce, le nombre moyen d'individus par mention passe de 2,310 individus de 1980 à 1993 (13 ans) à 1,622 individus de 1994 à 2007 (13 ans) (Larivée, 2008a). Il s'agit d'une baisse de 29,78 % et on passe de 8 à 2 individus observés durant la période clé pour la nidification en moins de 40 ans.

La perte d'habitat le long des berges du Saint-Laurent semble toujours la cause la plus plausible de sa diminution (SCF en ligne). Toutefois, la circulation humaine sur le Sentier du Littoral et à l'occasion dans le marais entre juin et septembre pourrait être un facteur de dérangement occasionnel des nids.

Faune benthique et littorale

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 le marais de Sacré-Cœur.

Mollusques

Les bancs coquillers retrouvés dans la baie sont surtout constitués par deux espèces, soit la moule bleue sur l'estran 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.

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 la baie de Rimouski est fréquenté par de nombreuses espèces de poissons. Il s'agit entre autres, de migrateurs anadromes, comme l'alose savoureuse, d'euryhalines comme l'éperlan arc-en-ciel qui fréquente l'herbier de zostère marine pour sa croissance. L'alose 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 ichtyenne 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 ichtyenne qu'un site comme la baie de Rimouski (Nellis et coll. 2012). La baie de Rimouski 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 la baie de Rimouski 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 du marais de Sacré-Cœur attire le phoque commun, mais aussi quelques phoques gris.

Description des habitats naturels d'intérêt

L'habitat prépondérant de la zone est le marais salé (Figure 6), 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 herbaçie 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 épars 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.

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 vaso-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 2, 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 2. Étagements de la végétation dans le marais de Sacré-Cœur

| 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 éparsée | 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 |

L'herbier de spartine alterniflore dans le marais de Sacré-Cœur recouvrait de manière discontinue une étendue de près de 150 hectares en 1999. Cet habitat reste très riche aujourd'hui mais il présente des zones dégradées et sa régression a été très importante ces dernières années. La régénération de cet habitat est pourtant essentielle puisqu'il affiche un niveau de production primaire très élevé, ce qui le classe parmi les plus productifs de la planète. L'essentiel de la production primaire y est fait par la plante. Si on

considère seulement la production primaire benthique au-dessus du sol, 64% vient en effet des tiges et des feuilles de spartine. Cet habitat sert donc de réservoir d'énergie potentielle et cette source d'énergie est continuellement exploitée par les herbivores et les microorganismes.

Ces derniers jouent ici un rôle capital dans le transfert de la production de la spartine aux divers consommateurs. La production est ainsi en partie consommée par des crustacés, des vers marins, des littorines, des myes, des moules, des insectes et des petits poissons qui seront disponibles à l'alimentation de poissons piscivores, de mammifères et d'oiseaux. Les herbiers de spartine alterniflore sont par conséquent des éléments essentiels des écosystèmes estuariens parce qu'ils stabilisent les sédiments dans lesquels ils croissent, fournissent de la nourriture aux brouteurs, augmentent la quantité de nutriments dans l'eau lors de leur décomposition et contribuent à l'oxygénation de l'eau le jour. Mais le rôle des marais salés à spartine alterniflore ne s'arrête pas là. En effet, pour d'autres organismes, la spartine alterniflore qui s'y développe sert de support, d'aire de reproduction, d'élevage, d'alimentation, et même de protection contre les prédateurs ou les éléments abiotiques (dessiccation, froid, chaleur). Ils jouent plus spécifiquement un rôle primordial dans la nutrition de base des poissons juvéniles et dans la protection de ces organismes contre les prédateurs marins compte tenu de la faible profondeur de l'eau à cet endroit. Les poissons entretiennent une relation étroite avec le marais dès les premiers stades larvaires en utilisant la productivité primaire. Les herbiers de spartine alterniflore jouent encore là un rôle important dans la production primaire et soutiennent une large variété d'organismes d'intérêt commercial comme les mollusques, les crustacés et les poissons qui enrichissent les maillons de la chaîne alimentaire de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent.

Cet habitat soutient d'ailleurs des populations fourragères comme l'épinoche à trois et à quatre épines, l'éperlan arc en ciel, le capelan et le lançon qui servent de nourriture à d'autres espèces tels le saumon atlantique, le hareng atlantique, le phoque gris et le phoque commun. Plusieurs de ces espèces sont effectivement d'importance socioéconomique puisqu'elles sont visées par la pêche commerciale, sportive et de subsistance. D'autres espèces profitent également des ressources de cet habitat, comme l'Alose savoureuse, le Poulamon atlantique et l'Anguille d'Amérique qui sont sur la liste des espèces dont la protection est jugée prioritaire. Les oiseaux aquatiques se concentrent aussi essentiellement dans l'herbier de spartine alterniflore et sur la vasière maritime, en alimentation ou en vol. On y dénombre des canards noirs, des pluviers, des courlis ou encore des populations en déclin, comme le bécasseau maubèche qui est en voie de disparition au Canada. Finalement, que ça soit pour l'habitat du poisson, pour de nombreuses espèces aquatiques ou même encore pour plusieurs espèces d'oiseaux limicoles, l'expansion des herbiers de spartine alterniflore est une garantie quant à la prospérité de ces populations. Cependant, cet habitat est très dégradé dans son extrémité ouest et sa régénération naturelle reste malheureusement bien trop lente pour lui redonner de bonnes conditions écologiques. Il s'avère donc nécessaire d'assurer sa

réhabilitation par une restauration. Assurer sa réhabilitation c'est aussi contribuer à sa connectivité avec d'autres habitats d'intérêt écologique présents également dans la baie, comme l'herbier de zostère marine. C'est également, assurer le maintien des espèces fauniques qui fréquentent cet habitat et favoriser même leur retour.

Enfin plus largement, c'est aider l'ensemble de l'écosystème connecté par ses habitats naturels à retrouver rapidement des conditions écologiques très saines. La première étape du projet consiste à réaliser à l'automne 2019 une étude de caractérisation biophysique du marais salé de Sacré-Cœur afin d'obtenir un portrait environnemental détaillé de la baie, de l'état de santé de l'herbier de spartine alterniflore, ainsi que des perturbations anthropiques et naturelles environnantes. La caractérisation des communautés végétales et des paramètres physicochimiques du milieu servira enfin à garantir la réussite d'une restauration des zones dégradées de l'herbier discontinu. La deuxième étape du projet consiste ensuite à réaliser des travaux de restauration aux printemps 2019 et 2020, en redensifiant des zones dégradées par la transplantation d'unités de spartine alterniflore dans le marais salé de Sacré-Cœur.

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 le marais de Sacré-Cœur :

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 marine 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.

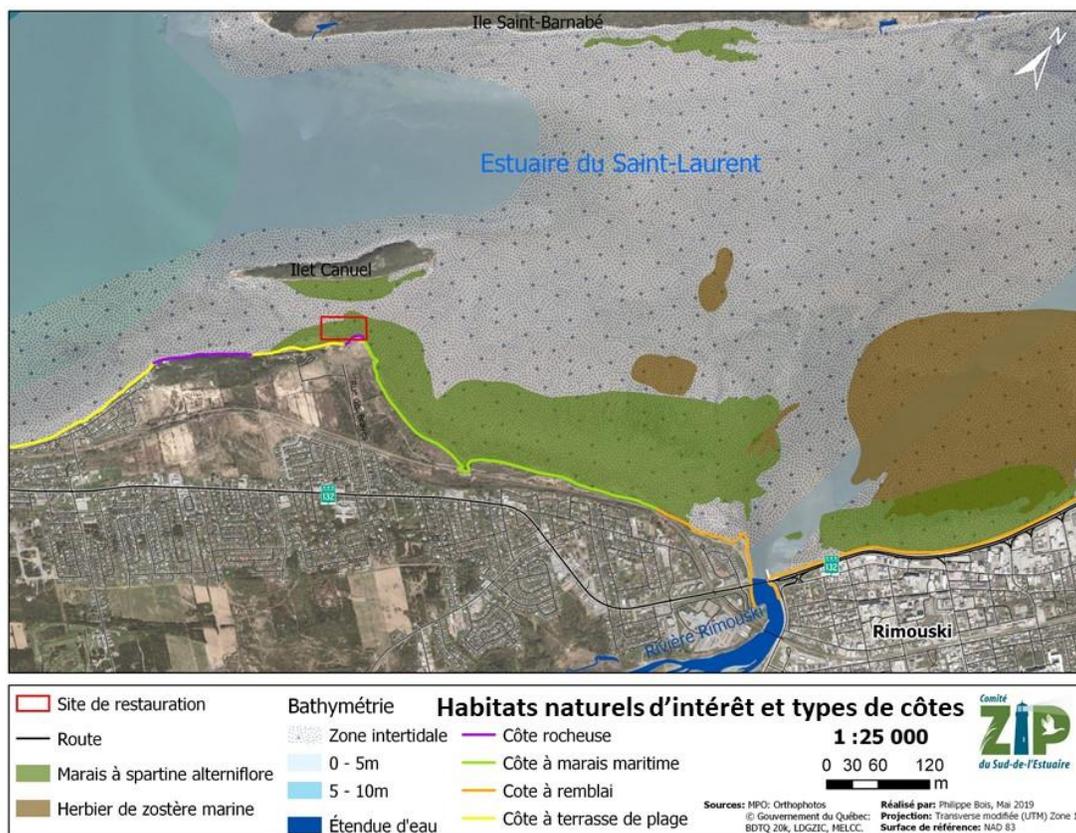
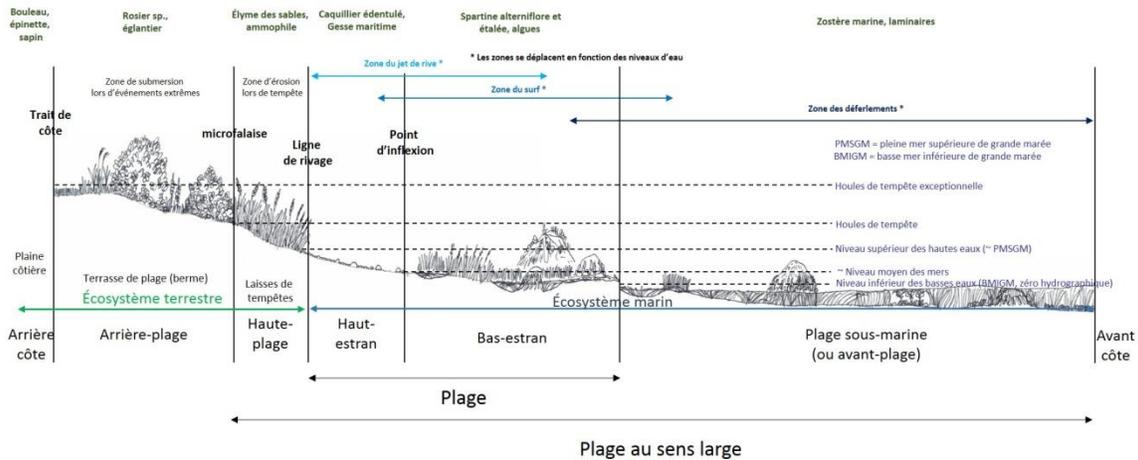


Figure 6. Habitats naturels d'intérêt dans la baie de Rimouski

Caractéristiques géomorphologiques

Le type de côte de ce secteur est un marais salé (Figure 7). C'est une zone propice à la sédimentation, qui est donc en expansion mais en érosion aussi par ailleurs. La slikke, ou vasière maritime, constitue le premier endroit où on note une accumulation de sédiments. Elle s'étend bien en aval du marais, comprenant la portion colonisée par une fucaie (peuplement formé par une algue brune, le fucus) ponctuée de blocs glaciels et erratiques et découverte jusqu'à l'Île Saint-Barnabé lors des basses mers inférieures de grande marée sur près de 3 km. Lorsque celle-ci commence à être colonisée par les plantes vasculaires tolérantes à la submersion par les eaux salées, il s'ensuit donc la création du schorre inférieur. Avec l'accumulation et la rétention des sédiments par la végétation, le schorre s'élève et devient alors le schorre supérieur. En hiver, dans ce milieu dynamique qui connaît des marées deux fois par jour, les glaces constituent un agent d'érosion lors des débâcles et un agent de protection des marais lors de la période d'englacement. Les blocs glaciels provenant de la rive nord viennent modifier la dynamique des courants dans le marais et des dépressions tendent à se former autour de ces blocs.



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

Figure 7. Nomenclature des sections d'une côte à marais en fonction des niveaux de marée

Les étages du marais et description sommaire de la végétation :

On peut y observer une succession d'étages de végétation depuis la limite supérieure de l'habitat de l'herbier de zostère marine continu (médiolittoral inférieur) jusqu'à l'aulnaie riveraine en passant par tous les étages du marais salé.

Vasière maritime (slikke) : Elle est de faible dénivelé, colonisée par un marais discontinu de spartine alterniflore, avec des algues et de la zostère marine dans les

mares aux endroits où le substrat permet leur enracinement. La slikke est une zone recouverte entièrement par les marées hautes et assujettie à l'arrachement par les glaces, créant de petites marelles non permanentes. Le sédiment est composé de vase sableuse ou de sable vaseux (vasière maritime dénudée) avec blocs glaciels ou couvert par le bas-marais à spartine (entre l'îlet Canuel et la côte, le marais salé de Sacré-Coeur et sur la rive sud de l'île Saint-Barnabé).

Étage inférieur du marais salé (schorre inférieur) : Cette zone est de plus fort dénivelée et séparée du l'étage supérieur du marais salé par un petit talus (microfalaise) qui délimite le niveau des hautes mers moyennes. La spartine alterniflore forme des îlots qui finissent par se rejoindre et former une spartinaie continue. Des empilements de radeaux sont laissés par les glaces. Des marelles peu profondes et permanentes sont aussi formées par les glaces à cet endroit.

Étage supérieur du marais salé (schorre supérieur) : Cette zone est inondée que lors de pleine mer supérieure de grande marée. C'est un replat de faible pente. La diversification floristique augmente alors que les plantes halophiles résistantes à l'immersion dans l'eau salée diminuent progressivement vers le littoral supérieur. La disparition progressive de la spartine alterniflore se fait au profit du fétuque rouge, des spartines étalées et pectinées, ainsi que bien d'autres. Les marelles permanentes, formées par l'arrachement glacial, sont grandes, nombreuses et resautées entre elles par des chenaux d'écoulement. La ruppie maritime les colonise.

Zone de chenaux

Cette partie est traversée par deux petits chenaux de marée qui créent des ouvertures dans le couvert végétal du schorre supérieur. À la manière du lobe transgressif, ce banc d'accumulation occasionne un recouvrement de la végétation à cet endroit et se solde par une perte de couverture végétale.

Le relief est constitué d'un « escalier » composé de petits talus et d'une terrasse marine qui confine la végétation du marais salé de Sacré-Coeur à croître dans une anse en forme de cuvette (Favreau et Lepage, 1982). Le rivage du marais se prolonge sur trois « marches » à partir du schorre supérieur, et est colonisé par les plantes de bord de mer (Ibid.). Plusieurs marelles sont formées par les glaces, créant des microhabitats et le schorre supérieur est séparé du schorre inférieur par une microfalaise d'érosion qui longe la courbe de la cuvette du marais par endroits et surtout vers l'ouest, vers un affleurement rocheux. Le marais salé de Sacré-Coeur, reconnu à l'échelle de l'écosystème du Saint-Laurent, est nommé « Marais de l'embouchure de la rivière Rimouski » (Dryade, 1980) et couvrait 1,98 km carré dans les années 80 et se prolongeait sur 3 km le long de la côte, ce qui semble s'être maintenu depuis.

Caractéristiques des zones de plantation

L'herbier de spartine alterniflore est un habitat très sensible aux effets des changements climatiques et aux pressions exercées par les activités humaines actuelles et passées. Afin de limiter les phénomènes d'érosion et d'améliorer leur capacité de résilience, des travaux de restauration sont donc proposés dans le marais de Sacré-Cœur (Figure 8).

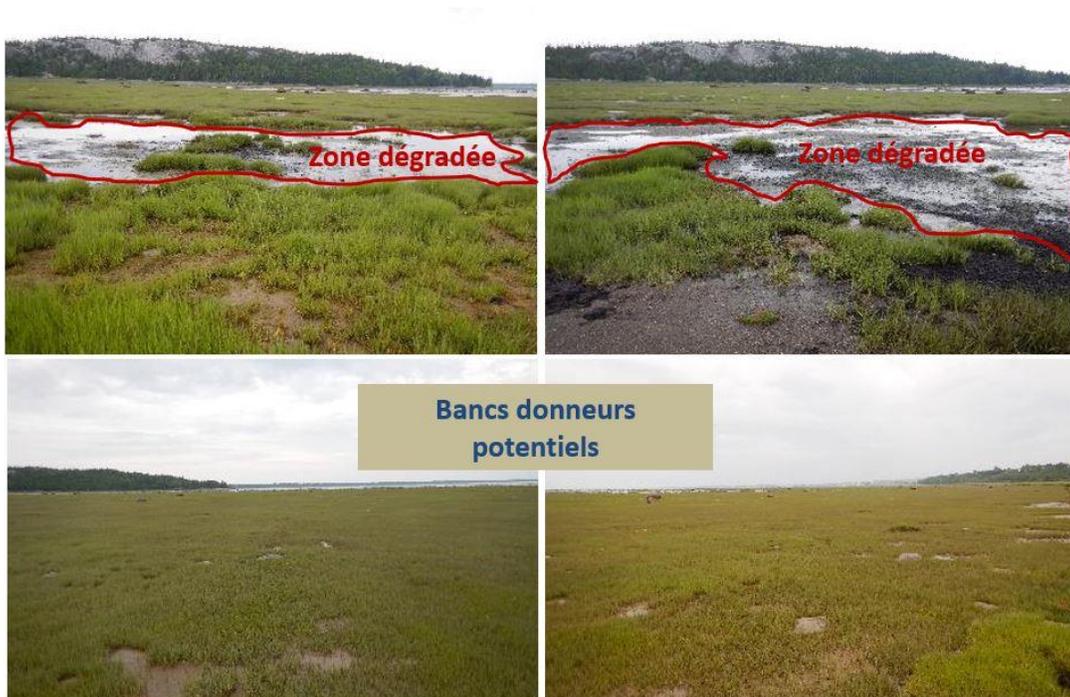


Figure 8. Zones dégradées et bancs donneurs potentiels

Cette restauration permettra également une reconnexion avec les autres habitats complémentaires, de recréer un corridor écologique pour les espèces animales et végétales qui les fréquentent, qui seront également protégées. D'ailleurs, un secteur dégradé de près de 7 000 m² a été identifié dans le marais salé de Sacré-Cœur. Au printemps 2019 débuteront les travaux de restauration et la première étape sera de revégétaliser, à travers d'autres zones naturellement végétalisées, une portion d'environ 4 500 m² d'herbier de spartine alterniflore à l'aide de plants provenant de bancs donneurs situés in situ non loin du site à restaurer dans le marais salé de Sacré-Cœur, de manière à s'assurer de retrouver les mêmes paramètres abiotiques (Figure 9). Les bancs donneurs sont constitués de radeaux (plus ou moins grosse portion du marais) de spartine qui furent détachés par les glaces du marais pendant l'hiver précédent. Ces radeaux seront coupés en unité de plantation pour par la suite être déplacés dans des bacs jusqu'au site de restauration pour être plantés dans les secteurs dénudés la journée même.



Figure 9. Zones potentielles de plantation

Ces habitats sont sensibles aux effets des changements climatiques et aux pressions exercées par les activités humaines actuelles et passées. Afin de limiter le phénomène d'érosion et d'améliorer leur capacité de résilience, des travaux de restauration sont donc proposés sur le littoral du parc de la grève Morency. Cette restauration permettra également une reconnexion entre ces différents habitats complémentaires, de recréer un corridor écologique pour les espèces animales et végétales qui les fréquentent, qui seront d'ailleurs ainsi protégées.

Il a été décidé de restaurer l'ensemble de ce secteur de 7 000 m² pour s'assurer de restaurer une surface estimée à 5 043 m² et ainsi atteindre les objectifs de restauration et répondre aux exigences du projet de compensation (Figure 10).



Figure 10. Zone de restauration projetée du marais de Sacré-Cœur.

La spartine alterniflore est une plante indigène des marais dont le taux de recolonisation naturelle est très important lorsqu'elle est utilisée pour des travaux de restauration, ce qui permet ainsi de redonner rapidement un nouvel essor au marais et d'atteindre rapidement des surfaces importantes de restauration.

La superficie de restauration choisie n'est en effet pas complètement dénudée, celle-ci contient déjà des zones éparées de végétation naturelle de spartine alterniflore (Figure 10). La plantation sera réalisée entre les plants déjà présents et les mêmes sentiers seront utilisés afin de diminuer le piétinement des plantes déjà en place. Leur étendue est quantifiée quelques jours avant le début des travaux de restauration et la superficie réelle de plantation est ainsi mieux déterminée.

CALENDRIER DES TRAVAUX ET DU SUIVI

L'ensemble des travaux de restauration pour 2020 et 2021 avaient été planifiés dans un calendrier provisoire en indiquant le temps requis pour les réaliser (Tableau 3). Les délais ont été évalués en fonction de l'expérience que la ZIPSE possède d'après les travaux précédents du même type.

Tableau 3. Calendrier de réalisation des travaux de restauration.

| À réaliser | Mai | Juillet - Août | Septembre - Octobre |
|----------------------------------|------------|----------------|---------------------|
| Transplantation de spartine | 3 semaines | | |
| Suivi de croissance des végétaux | | 2 jours | 2 jours |

OBJECTIFS DE LA RESTAURATION

Ce projet consiste à restaurer un herbier de spartine alterniflore dans le marais de Sacré-Cœur affecté par l'érosion côtière. En effet, la régénération naturelle de l'herbier est très lente surtout dans les zones dégradées. Cet herbier a donc besoin d'une restauration, au moyen d'une transplantation d'unités de spartine alterniflore (20 plants en moyenne dans chaque unité de transplantation), pour assurer sa propre réhabilitation et sa connectivité avec d'autres habitats d'intérêt écologique présents également dans la baie, comme l'herbier de zostère marine, puis favoriser ainsi le retour d'espèces fauniques fréquentant ce type d'habitats.

L'objectif principal du projet est donc de redonner un coup de pouce au marais à se redévelopper dans des zones où il s'étendait auparavant.

Le projet proposé vise donc cinq objectifs :

- 1) Aider la recolonisation naturelle de l'herbier ;
- 2) Augmenter la superficie de l'herbier de spartine alterniflore ;
- 3) Conserver la connectivité entre les différents habitats naturels d'intérêt écologique de la zone ;
- 4) Améliorer la qualité de l'habitat du poisson, de l'ensemble des espèces aquatiques et des nombreuses populations d'oiseaux limicoles fréquentant ce type d'habitats naturels;
- 5) Augmenter localement la biodiversité en restaurant un habitat naturel perturbé.

Ce type de restauration a déjà de nombreuses fois fait ses preuves, notamment dans deux marais salés restaurés par la ZIPSE à Notre-Dame-du-Portage et à Notre-Dame-des-Neiges, où l'ensemble de l'écosystème a retrouvé rapidement des conditions écologiques très saines. Que ça soit pour l'habitat du poisson et pour de nombreuses espèces aquatiques ou encore pour plusieurs espèces d'oiseaux limicoles, l'expansion des herbiers de spartine alterniflore est une garantie pour la prospérité de ces populations.

ACTIONS DE RESTAURATION CÔTIÈRE

À la suite des résultats obtenus lors de la caractérisation biophysique du milieu et des recommandations émises par la ZIPSE, des actions de restauration ont été mises en place au printemps 2019 et au printemps 2020 afin de maintenir la biodiversité et la richesse du milieu à long terme soit :

- Une transplantation de 4 100 unités de spartine alterniflore en 2019 représentant une superficie de restauration estimée à 2 089 m² ;
- Une transplantation de 3 300 unités de spartine alterniflore en 2019 représentant une superficie de restauration estimée à 1 688 m².
- La somme des superficies des zones de végétalisation et donc d'intervention, correspond à près de 3 777 m².

Plusieurs projets de la ZIPSE ainsi que la littérature ont mis en évidence les bénéfices qu'apporte la restauration ce type d'habitat en termes de connectivité écologique avec d'autres habitats complémentaires, pour la faune aquatique, ainsi que pour l'ensemble de l'écosystème (Laugier, 2015). De plus, la spartine alterniflore est une espèce très colonisatrice naturellement (Pothier et col., 2018, Sparfel, 2005) et lorsqu'elle est utilisée dans le cadre d'une restauration, notamment grâce à l'étendue considérable et au développement très conséquent de son système racinaire. D'après nos observations, nous avons estimé que la spartine alterniflore a un taux de colonisation compris approximativement entre 5 et 10 mètres. Dans le cas du site de restauration étudié, nous considérons que le marais à spartine alterniflore aura tendance à facilement coloniser vers la plage, mais également vers le large en se partageant cette zone de connectivité d'autres habitats aquatiques comme l'herbier de zostère marine qui colonise lui aussi vers la côte, mais moins rapidement.

Enfin, nous ajoutons au calcul de la superficie de restauration la zone dite d'influence de nos interventions (Figure 11). Cette zone correspond aux secteurs colonisés autour des zones d'intervention. Pour estimer son étendue, et à quel point nos interventions auraient une influence dans les secteurs autour, nous avons pris la valeur minimale de ce taux de colonisation. Elle apparait donc sur la carte à 5 mètres autour de l'ensemble des zones. Par conséquent, la zone totale restaurée en 2020 et en 2021 équivaut à près de 9 479 m², soit presque deux fois plus que la surface exigée dans le cadre du projet de compensation.

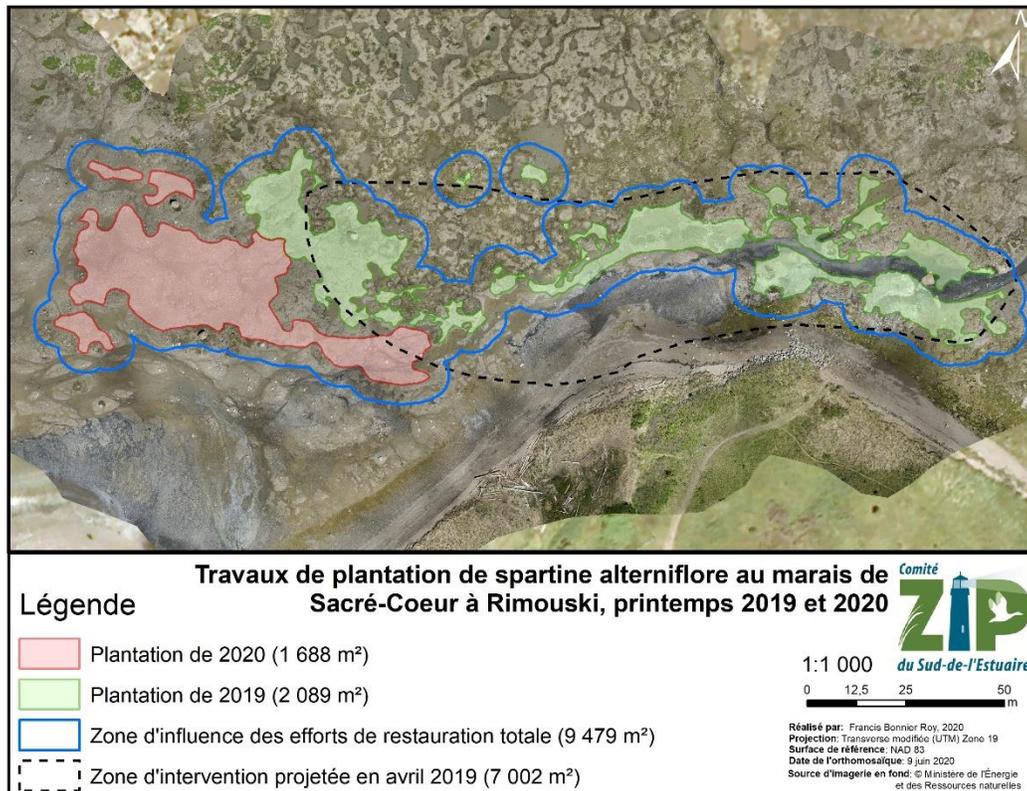


Figure 11. Travaux de plantation de spartine alterniflore dans le marais de Sacré-Cœur

La restauration du marais de Sacré-Cœur a donc dans un premier temps été réalisée par la ZIPSE en mai 2019. Lors de la planification des travaux, une zone d'intervention projetée de 7 002 m² avait été estimée à l'aide de l'outil SIG ArcGIS 10.7 et de visites terrains. Cette méthodologie avait pour objectif de cibler une zone d'intervention préliminaire afin de servir d'outil de référence pour les travaux terrain. Au début des travaux, les zones dénudées aptes à recevoir la plantation ont été ciblées in situ.

L'équipe de travail s'est en effet adaptée aux récentes conditions de la végétation, soit la présence de nouvelles colonies de spartine alterniflore ou d'algues, non présentes lors de l'inventaire en 2018. Ceci explique que des secteurs ont été transplantés légèrement en dehors de la zone initialement prévue. Par ailleurs, d'autres secteurs ont été jugés peu surélevés pour y transplanter de la spartine alterniflore. Il est ainsi plus intéressant lorsqu'on transplante de la spartine alterniflore de privilégier des secteurs surélevés où l'eau ne peut pas stagner à marée basse sous forme de chenaux ou de cuvettes peu profondes et donc entièrement à sec.

Suite à 10 jours de plantation étendus sur 2 semaines, les plantations de spartine alterniflore ont été réalisés sur 2 089 m² (Figure 12). Finalement, puisque cette espèce végétale possède un potentiel de colonisation très intéressant, une zone

d'influence de 5 mètres autour de la plantation a été cartographiée. La zone d'influence des efforts de restauration correspond aux secteurs colonisés autour de zones d'intervention et de zones de connectivité écologique.

Ainsi, la zone des efforts de restauration et donc la zone maximale restaurée a été estimée à 6 348 m² et fut réalisé grâce à la collaboration de 12 employés de la ZIPSE.

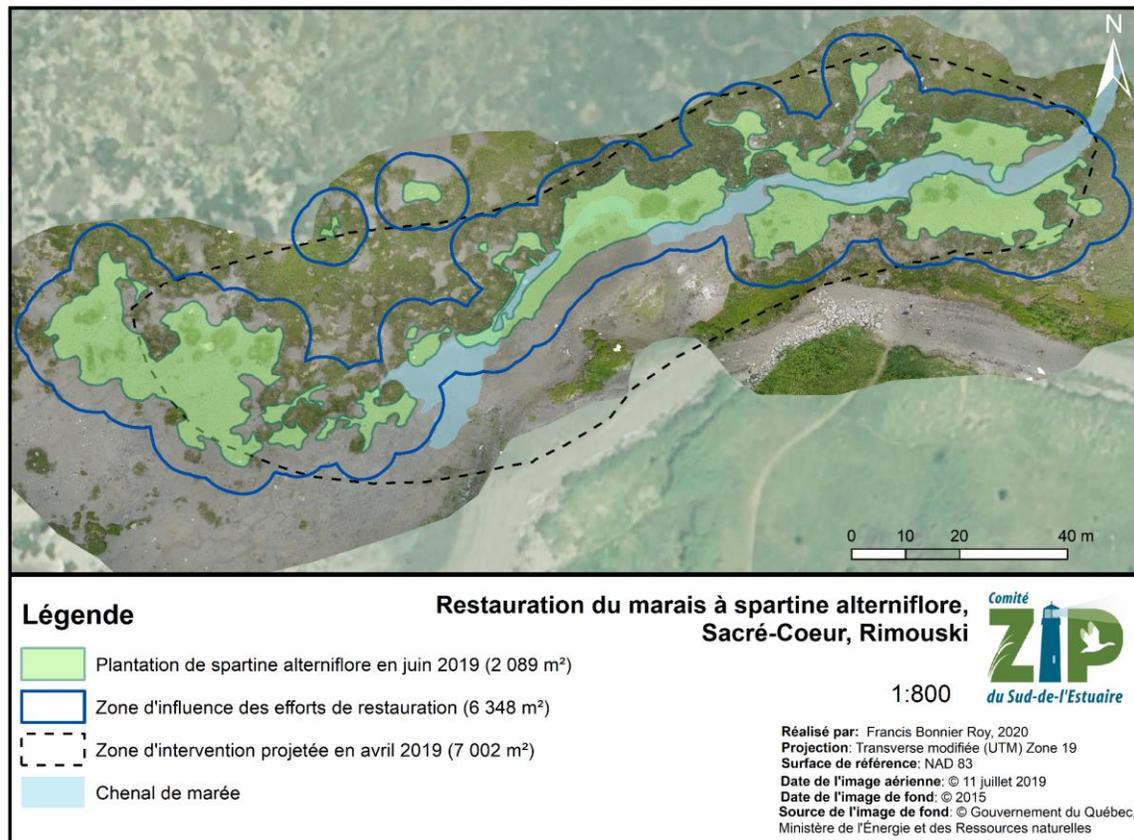


Figure 12. Travaux de plantation de spartine alterniflore dans le marais de Sacré-Coeur en 2019.

Prélever à proximité du site de la zone de restauration a permis de réduire le temps de transplantation et d'avoir un meilleur rendement, on s'assure d'avoir les mêmes paramètres physico-chimiques et génétiques entre le banc d'emprunt et la zone restaurée. Les unités de transplantation provenaient donc d'un secteur de l'herbier où la végétation était dense au large et légèrement à l'est du site de restauration. Les unités étaient coupées de manière à obtenir des unités d'environ 20 cm² (soit 20 plants de spartine/unité) puis déposées dans des bacs (4 unités/bacs). Les bacs étaient par la suite transportés à partir du site d'extraction directement vers le site de plantation, en brouette ou en traineau, en empruntant dans la mesure du possible les mêmes sentiers (Figure 13). L'utilisation de sentiers a en effet permis de grandement diminuer les zones piétinées dans les zones végétalisées de l'herbier de

spartine alterniflore. Aussitôt arrivés sur le site de plantation, les bacs étaient distribués aux planteurs qui étaient groupés en équipes de deux. Des trous, de la forme des unités de transplantation, étaient creusés en quinconce afin d'y déposer les unités. Une distance d'environ 60 centimètres entre les unités était respectée représentant une densité de plantation d'environ 2 unités/m². Chaque unité de transplantation était bien enterrée, en s'assurant de combler les espaces vides afin d'éviter les trous d'air. Cette technique donne un maximum de chance aux unités pour qu'elles ne soient pas délogées par les fortes vagues. Lorsque les bacs étaient vides, ceux-ci étaient transportés à nouveau et ainsi de suite jusqu'à l'obtention des quantités journalières désirées.



Figure 13. Principales étapes de la transplantation de spartine alterniflore réalisée dans le marais de Sacré-Cœur en mai 2019 et 2020. A) extraction d'unité de plantation dans le banc donneur B) zone revégétalisée C) transport des bacs au site de plantation D) creusage de trous en quinconce E) unité de plantation déposée dans un trou F) Employé de la ZIPSE à la plantation.

Un suivi de la croissance des végétaux a ensuite été réalisé durant l'été 2020 et afin d'assurer un suivi optimal des travaux, une visite du site ainsi qu'un survol SIMBA ont été réalisés fin avril 2020 dans le but d'évaluer le bon déroulement du travail de restauration en cours. Cette démarche a ensuite servi à estimer les quantités nécessaires et planifier les travaux d'appoint avant la seconde session au mois de mai. Aux vues des bons résultats des suivis en 2019 et du taux de survie très important en avril 2020 dans les zones restaurées, ces résultats ont permis d'évaluer qu'il serait pertinent de sortir des zones végétalisées en 2020 pour acquérir davantage de superficies restaurées.

Après la deuxième session des travaux un dernier suivi a enfin été réalisé et il a permis de conclure à la réussite du projet de restauration.

SUIVIS DE LA CROISSANCE ET DE LA REPRISE VÉGÉTALE

Cette section du rapport démontre les résultats des suivis réalisés à la suite des travaux de restauration côtière pour les périodes de mai à octobre 2019 et de mai à octobre 2020. La section comprend les résultats biologiques du marais à spartine alterniflore. Pour plus d'informations sur les méthodologies utilisées lors des suivis, se référer au rapport de Pothier *et coll.* 2018.

Cette section vise à présenter les résultats des suivis de la croissance des végétaux. Le suivi de la reprise végétale a été réalisé à l'aide de parcelles. On peut également se fier au suivi photographique des zones de plantation

Le premier suivi a été réalisé pendant l'été et l'automne 2019, nous permettant d'évaluer la bonne croissance des végétaux transplantés lors de la première session de travaux et de connaître les quantités à transplanter lors de la seconde session de travaux à la fin du printemps 2020. Un dernier suivi des travaux a finalement été réalisé durant l'été et l'automne 2020. Les résultats des deux périodes de suivi, en 2019 et en 2020, ont démontré une bonne croissance des végétaux et un bon taux de survie dans les différentes zones de plantation.

Au total, 20 parcelles de suivi furent installées à la suite des travaux de transplantation en 2019 (Figure 14). Les parcelles furent dispersées aléatoirement dans la zone de plantation afin de bien couvrir la zone. Chaque parcelle fut géoréférencée au GPS différentiel puis marquée d'une tige en métal afin de pouvoir retrouver les parcelles à chaque suivi.

Un cadre en plastique mobile de 1 m² permet de délimiter la parcelle à chaque suivi. Le cadre est positionné de manière que la tige de métal soit dans le coin supérieur droit du cadre toujours orienté vers le nord-est.

Lors du suivi, les unités de transplantation se retrouvant dans la parcelle sont dénombrées et le pourcentage de recouvrement est estimé. Le pourcentage de recouvrement de la végétation est estimé à l'aide de gabarits en plastique divisés en trois classes (A, B, C). Chaque classe à une taille distincte. Au bureau, le logiciel Excel permet de calculer la superficie de recouvrement selon de nombre de A, de B et de C qui se retrouve dans la parcelle. La hauteur de cinq tiges, choisie aléatoirement, est également mesurée afin de permettre de suivre une croissance moyenne des plants.

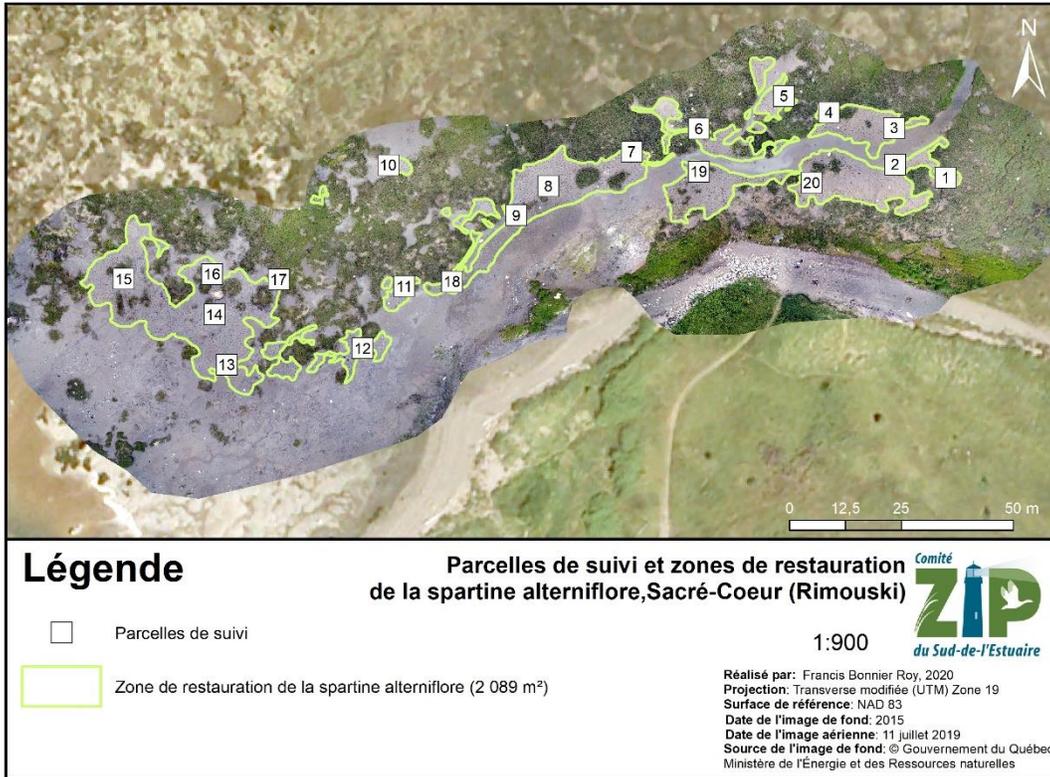


Figure 14. Positionnement des parcelles de suivi de spartine alterniflore

Pour terminer, une photo de l'ensemble de la parcelle est prise afin d'avoir une évolution visuelle de celle-ci (Figure 15).



Figure 15. Parcelle de suivi de spartine alterniflore

Cinq suivis furent réalisés dans la plantation de spartine alterniflore entre 2019 et 2020. Cinq parcelles de suivi ont été ajoutées après la deuxième session de travaux en 2020.

Un autre type de suivi a été réalisé de type photographique en avril 2020 pour faire un état des lieux des zones de restauration avant la nouvelle session de travaux et estimer les superficies restantes à compenser. Ce suivi ponctuel a démontré de très bons résultats, puisque dans toutes les zones restaurées, les unités de spartine étaient en grande majorité restées en place malgré l'hiver éprouvé et le risque très important d'arrachement du au déplacement des glaces (Figure 16).



Figure 16. Zones de restauration en régénération en avril 2020

Cependant, une hypothèse est aussi à prendre en compte. Même si certaines zones semblaient plus fragiles que d'autres à l'arrachement, cela ne voulait pas dire que la spartine y avait complètement disparu. En effet, il arrive dans certains cas que la cette espèce mette prioritairement l'emphase sur son système racinaire et dépense toute son énergie pour développer un maillage souterrain aux dépens de la survie de ses feuilles. Lors des prochaines années, il sera intéressant de valider si des plants de spartine finissent par réapparaître dans ces secteurs pour vérifier cette hypothèse.

De rares transplantations de correction ont donc été effectuées au sud-est du site et il a ainsi été décidé de déborder à l'ouest des zones de plantation de 2019 pour s'assurer d'atteindre définitivement les objectifs de superficies de compensation.

Néanmoins, une croissance remarquable des plants fut observée durant les suivis de parcelles en 2019 et en 2020, particulièrement entre juillet et août (Figure 17), ainsi qu'une minime mortalité chez ceux-ci. Plusieurs plants ont même eu une période de floraison. De manière générale, le pourcentage de recouvrement des parcelles augmenta considérablement entre 2019 et 2020. Plusieurs nouvelles pousses furent observées dans les parcelles, signe de la colonisation très rapide des unités transplantées (Figure 18).

Dans les 5 parcelles de suivi implantées en 2020, il n'y a évidemment que les unités transplantées en mai 2020 qui sont suivies et démontrent des taux de croissance très importants. Quant au pourcentage de recouvrement dans ces 5 parcelles, il est effectivement plus faible que dans les parcelles des zones plantées en 2019 puisque les unités de transplantation avaient seulement une saison de croissance comparativement à celles de 2019 qui en avaient vécu deux.

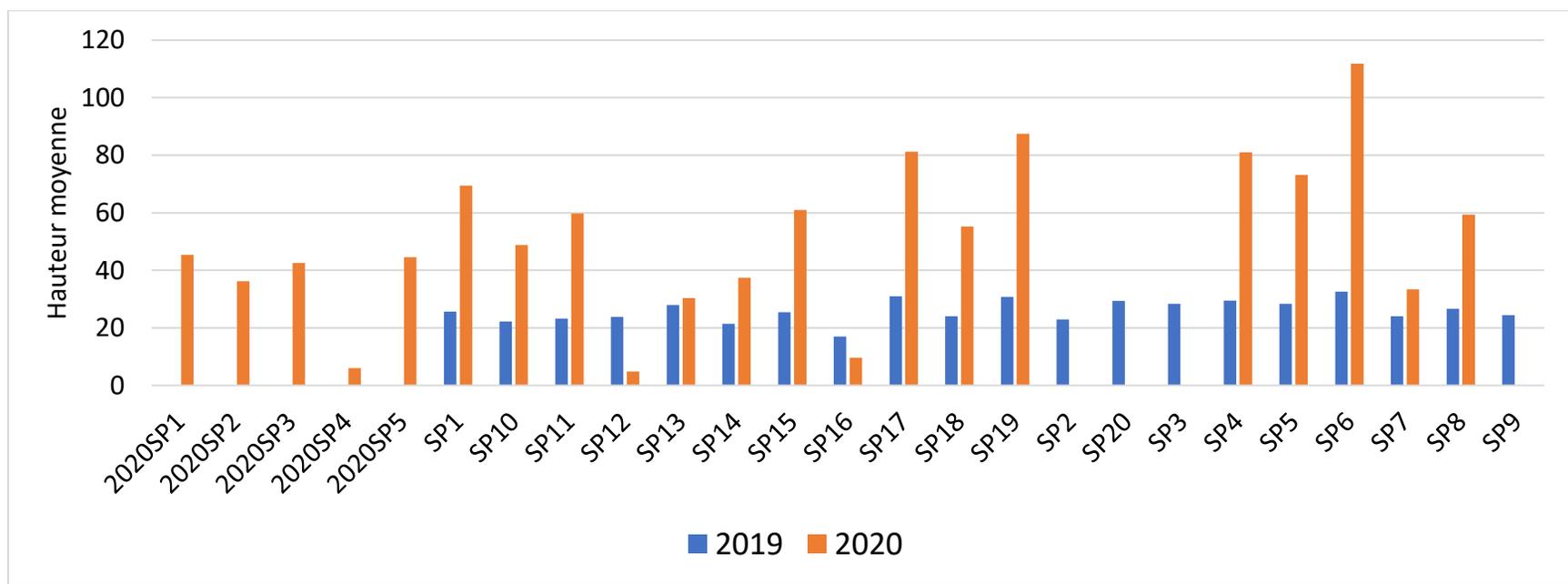


Figure 17. Hauteur moyenne des plants de spartine alterniflora dans les parcelles de suivi entre juin 2019 et octobre 2020

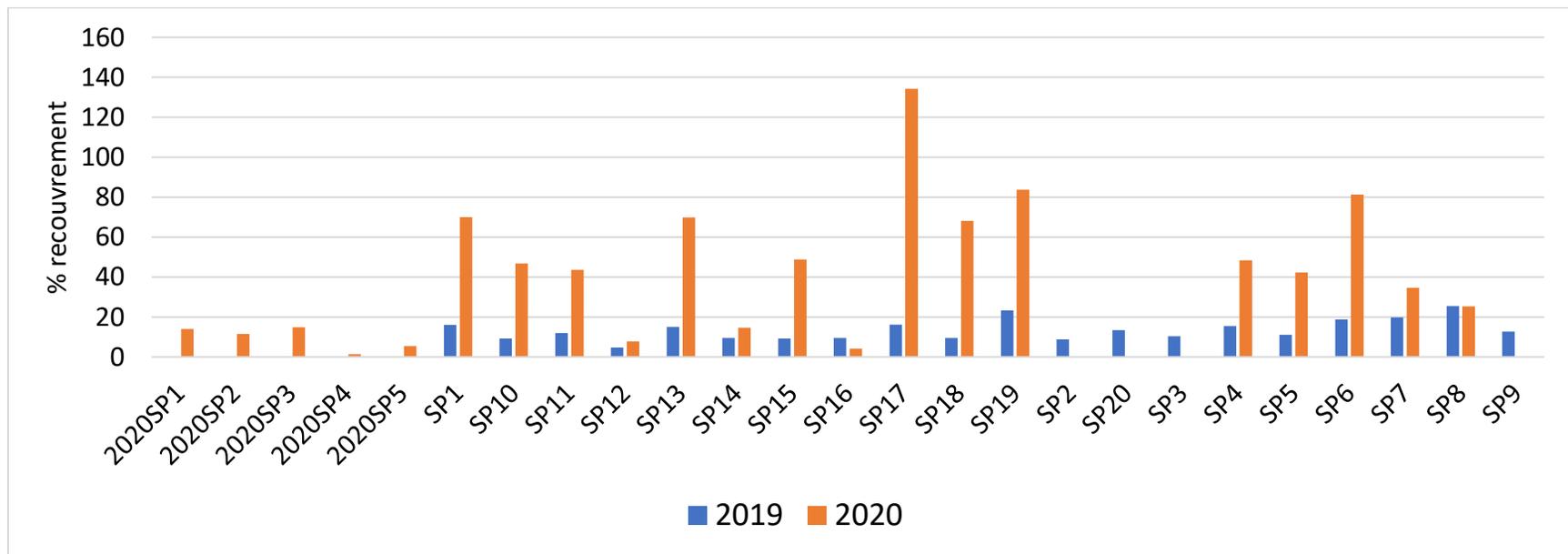


Figure 18. Pourcentage de recouvrement dans les parcelles de suivi par les plants de spartine alterniflore entre juin 2019 et octobre 2020.

CONCLUSION

Les travaux de restauration dans le marais de Sacré-Cœur avaient pour objectif de répondre aux exigences d'un projet de compensation. L'objectif a été plus qu'atteint puisque près de 9 479 m² ont été restaurés dans le cadre de ce projet, au lieu des 5 000 m² exigés.

Ce rapport permet de dresser un portrait immédiat et global de différents indicateurs biologiques et géomorphologiques suite aux travaux de caractérisation et aux actions de restauration. Les résultats décrits dans ce rapport serviront de référence à la ZIPSE pour effectuer des suivis volontaires ces prochaines années.

Les suivis de la reprise végétale au niveau de l'herbier de spartine alterniflore ont été très positifs et ont démontré une bonne croissance des plants ainsi qu'un faible taux de mortalité.

Enfin, les objectifs présentés dans la caractérisation du site ont été atteints, puisqu'un habitat côtier essentiel et complémentaire des autres habitats aquatiques pour l'habitat du poisson a été restauré avec succès, en respectant les conditions du milieu, en améliorant les capacités de connectivité écologique pour la faune aquatique et l'ensemble de l'écosystème. En définitive, ces travaux ont été un réel succès puisque des grandes superficies ont été restaurés avec des résultats très positifs au niveau biologique.

RÉFÉRENCES

ARGUS inc. 1994. Restauration d'une herbaçaille salée dans la réserve nationale de faune de la baie de L'Isle-Verte. Projet pilote. Rapport final. Québec. 65 p.

ARGUS inc. 1998. Perspectives d'aménagement et de restauration des marais à spartines du Québec. Rapport final. Québec. 159 p.

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, no 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.

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.

Comtois, S., É. Bachand et J-É. Joubert. 2016. Rapport de restauration des habitats côtiers de l'Anse-du-Portage. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 44 p.

Couillard, L. et P. Grondin. 1986. La végétation des milieux humides du Québec. Les publications du Québec, Québec. 400 pages.

Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent (2019). Plan de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) au Québec, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent – 2019-2029, produit pour le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, 40 p.

Étongué Mayer, R. Y. Roche et D. Mouafo (2002). Dictionnaire des termes géographiques contemporains, Montréal : Guérin, 343 p.

Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) et Association québécoise des producteurs en pépinière (AQPP) (2008). Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines au Québec, FIHOQ, 28 p.

Fontaine, Pierre-Henry. 1999. La faune sous-marine du Saint-Laurent. Éditions MultiMondes. Grenier, K. (2010). Lutter ensemble contre l'érosion [brochure], Attention Fragîles, 22 p.

Goupil, J.-Y. (2007). Protection des rives, du littoral et des plaines inondables : guide des bonnes pratiques, Service de l'aménagement et de la protection des rives et du littoral, Québec : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), Les Publications du Québec, 148 p.

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 (Région du Québec). 33p.

Joubert, J.-E. et Bruaux, F. 2009. La baie de Rimouski : Des habitats côtiers en milieu urbain. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec. 167 p.

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.

Larivée J. 2008a. Compilation des observations d'oiseaux dans la baie de Rimouski de 2000 à 2007. Étude des populations d'oiseaux du Québec. Le Club des ornithologues du Bas-Saint-Laurent.

Laugier, F. 2015. Histoires de vie et connectivité entre les habitats écologiques essentiels de poissons des mers côtières tempérées : le cas des lançons (Ammodytidae) et du bar européen (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) dans le Golfe Normand Breton, une approche par les marqueurs environnementaux. 244 p.

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>

Nature Québec, 2012. ZICO de Rimouski : la mer en ville ! Plan de conservation. 98 p.

Noël, R., Bonnier Roy, F., Bois, P., Pothier, J., 2020. Restauration des habitats côtiers du secteur des Grèves à Notre-Dame-des-Neiges : Restauration et suivis 2019. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 54 p. + annexes.

Pothier, J., Quintin, C., Noël, R., Bonnier Roy, F. Juneau, M-J., Bachand, É. 2018. Protocole de suivi des travaux de restauration à Notre-Dame-des-Neiges, Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rapport remis à Pêches et Océans Canada, Rimouski, 17 p.

Pothier, J., Bois, P., Joubert, J-E. 2018. RESTAURATION DE L'HERBIER DE ZOSTÈRE MARINE DANS L'ANSE DE POINTE-AU-PÈRE, RIMOUSKI – Rapport de travaux et de suivis, Rimouski, 32 p.

Roy, A. (2009). Description du projet de végétalisation des berges entre Matane et Petit-Matane par la plantation d'Élyme des sables (*Élymus arenarius*) dans le cadre du projet de compensation suite aux travaux de dragage d'entretien de 2008 du port de Matane, Rimouski, Québec : Les Presses du Groupe AIM Inc., 30 p. + annexes.

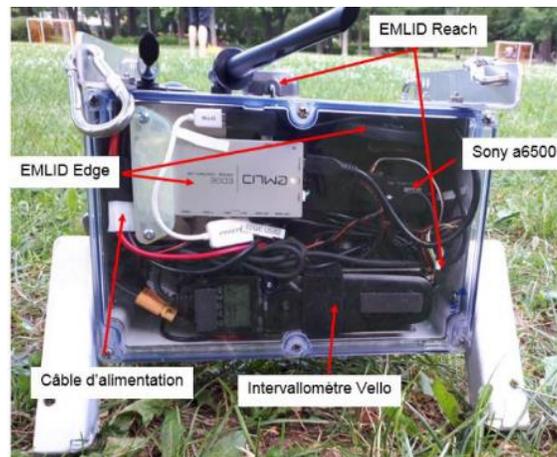
SIGHAP (2001). Système d'information pour la gestion de l'habitat du poisson, Ministère de Pêches et Océans Canada. [En ligne]. http://sighap-fhamis.qc.dfo-mpo.gc.ca/cartes/sighap2-1/selection_francais/selection.html (consulté le 10 avril 2019).

Sparfel, L., Fichaut, B., Suanez, S. 2005. Progression de la Spartine (*Spartina alterniflora* Loisel) en rade de Brest (Finistère) entre 1952 et 2004 : de la mesure à la réponse gestionnaire, Norois, 196p.

ANNEXES

Annexe 1. Description et fonctionnement du SIMBA.

La plateforme SIMBA (Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude) est un boîtier étanche dans lequel est inséré de plusieurs composantes : un appareil photo Sony a6500, un intervallo-mètre Vello, une pile qui fournit l'alimentation aux composantes par un câble d'alimentation et EMLID Edge et Reach pour la connectivité et la position GPS de la plateforme. La caméra Sony a6500 est adaptée à ce type de levé puisqu'elle possède des lentilles interchangeables pour grand-angle et macro. Elle est reliée à un intervallo-mètre qui permet à l'opérateur de paramétrer l'intervalle (secondes) de la prise des photos. Elle est aussi reliée à un récepteur GNSS (EMLID Reach) qui synchronise les photographies avec l'horloge GPS. Ce montage permet de géoréférencer les images directement lors de l'acquisition. Le EMLID Reach est un outil d'aide à la navigation, permettant en temps réel de visualiser sur la tablette numérique Panasonic la position et l'altitude de la plateforme.



Annexe 2. Protocole de plantation de spartine alterniflore.

Protocole de plantation de spartine alterniflore

Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire

Novembre 2018

LISTE DE MATÉRIELS

- Pelles carrées
- Gants
- Bacs plastiques
- Brouettes

ÉTAPES À SUIVRE

L'extraction ainsi que la plantation doivent être réalisées à marée basse. L'équipe sera divisée en trois groupes, le groupe 1 sera affecté à l'extraction des mottes, le groupe au transport, alors que le groupe 3 sera affecté à la plantation de celles-ci.

EXTRACTION (SPARTINE)

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

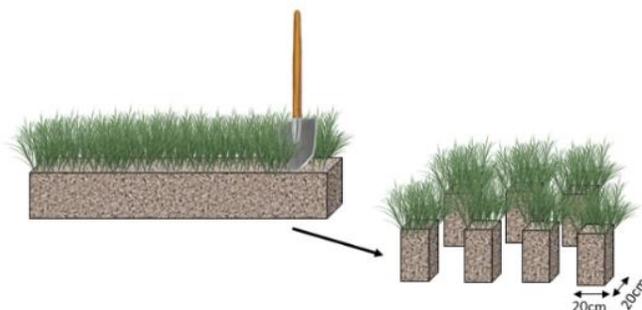


Figure 1. Exemple d'extraction de mottes de spartine.

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

PLANTATION

- Délimiter les zones de plantation avec des piquets pour pouvoir les repérer plus facilement ;
- Creuser des trous en quinconce avec une distance d'environ 60 centimètres entre les trous, pour la spartine, avoir des trous suffisamment profonds pour que le système racinaire ainsi qu'une petite partie des plants soient complètement couverts par la vase (environ 2 mottes/m² pour la spartine) ;

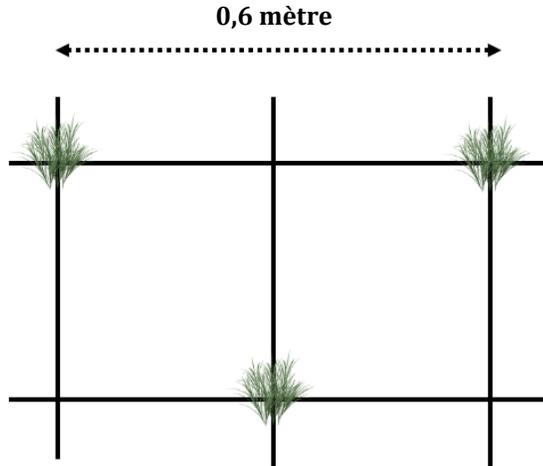


Figure 2. Exemple de plantation de motte pour la spartine.

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