

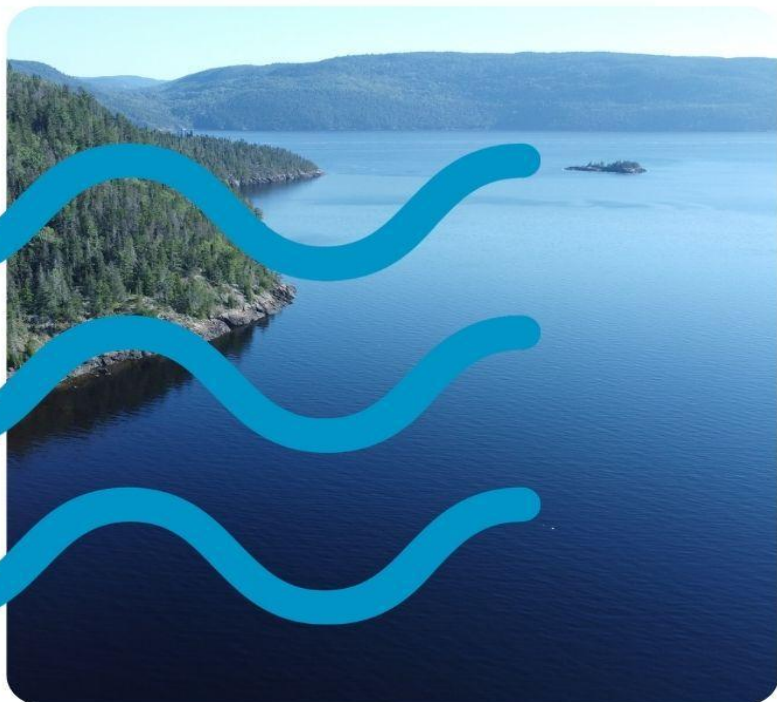
RAPPORT D'ACTIVITÉ

FRÉA - Activité 2



RAPPORT MÉTHODOLOGIQUE DES RESTAURATIONS PRÉVUES

MARS 2025



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

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

Équipe de réalisation

Rédaction :

Olivia Cliche, Chargée de projet, B.Sc. Géographie

Recherche documentaire :

Olivia Cliche, Chargée de projet, B.Sc. Géographie

Kalou Imiza, Stagiaire, Technicienne de la faune

Géomatique et cartographies

Olivia Cliche, Chargée de projet, B.Sc. Géographie

Révision :

Félix Audet-Robitaille, Directeur général

Référence à citer :

Comité ZIP Saguenay-Charlevoix (2024) Rapport méthodologique des restaurations prévues. Fonds de restauration des écosystèmes aquatiques. Comité de la Zone d'intervention prioritaire (ZIP) Saguenay-Charlevoix. Baie-Saint-Paul. 22 p.

Remerciements

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

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

Table des matières

1. Mise en contexte	1
2. Bilan des activités	2
2.1 Les techniques de restauration de berge	2
2.1.1. La végétalisation	2
2.1.2. Génie végétal	3
2.1.3. Le rechargement sédimentaire	5
2.1.4. Le reprofilage de la côte	5
2.1.5. Végétalisation des ouvrages de protection traditionnels	6
2.2. Les techniques de restauration de marais côtier	6
2.2.1. Ensemencement de graines	6
2.2.2. Transplantation d'un banc donneur à receveur	7
2.2.3. Production et plantation de jeunes plants	8
3. Portrait de la situation actuelle des sites	9
4. Plan d'intervention méthodologique	11
4.1. Anse Saint-Étienne	11
4.2. Anse Saint-Jean	16
5. Plan de suivi de la restauration	18
6. Conclusion	19
Bibliographie	20

Table des figures

Figure 1. Fascines de saule à l'Anse Saint-Jean © Comité ZIP Saguenay-Charlevoix	4
Figure 2. Matelas de branches de saule à l'Anse Saint-Jean avec géotextile tissé biodégradable et fascine à sa base	5
Figure 3. Chemin depuis le stationnement de l'Anse Saint-Jean.	10
Figure 4. Circulation de véhicules et achalandage du marais de l'Anse Saint-Jean.	10
Figure 5. Croûtes de l'ancien quai s'étalant dans le marais de l'Anse Saint-Étienne.	11
Figure 6. Localisation des secteurs de l'Anse Saint-Étienne qui feront l'objet d'actions de restauration à l'été 2025.	12
Figure 7. A : Petit massif d'éllymes des sables à la base d'une microfalaise dans le secteur A ; B : Vue sur le sentier clandestin traversant un massif d'éllymes des sables dans le secteur B.	13
Figure 8. Plan de plantation des espèces arborées et arbustives à l'Anse Saint-Étienne, 2025. ...	14
Figure 9. Photographies de la zone de restauration dans le marais côtier de l'Anse Saint-Étienne.	15
Figure 10. Localisation des bancs donneurs en fonction de la densité du couvert végétal à l'Anse Saint-Jean.	15
Figure 11. Localisation des secteurs de l'Anse Saint-Jean qui feront l'objet d'actions de restauration à l'été 2025.	16
Figure 12. Photographies des zones ciblées pour la restauration à la base de la microfalaise du schorre supérieur du marais de l'Anse Saint-Jean.	17
Figure 13. Photographie d'une zone ciblée pour la transplantation de spartine alterniflore dans le schorre inférieur du marais de l'Anse Saint-Jean.	17

Liste des acronymes

FRÉA	Fonds de Restauration des Écosystèmes Aquatiques
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MPO	Pêches et Océans Canada
PMSSL	Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent
ZIPSC	Zone d'intervention prioritaire Saguenay-Charlevoix

1. Mise en contexte

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

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

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

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

Ce document constitue donc un des rapports finaux de la deuxième année (2024-2025) de ce grand projet, et constitue la suite du Rapport de caractérisation des marais côtiers de l'Anse Saint-Jean, de l'Anse Saint-Étienne et de Baie-Éternité (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix, 2024). Ce document-ci permet de détailler la nature de la restauration qui sera entreprise sur les sites retenus à l'issue de cette caractérisation, soit les marais de l'Anse-Saint-Étienne et de l'Anse-Saint-Jean.

2. Bilan des activités

Ce rapport inclut ainsi une revue de littérature sur les différentes techniques existantes, dont les techniques de restauration spécifiques aux herbiers et aux marais côtiers. Enfin, un portrait de la situation actuelle présente les perturbations ayant été observées durant les années 2023 à 2025 du présent projet. Des plans d'intervention décrivant les actions de restauration prévues pour chacun des deux sites retenus, soit l'Anse-Saint-Étienne et l'Anse-Saint-Jean ont ensuite été élaborés, notamment à l'aide des activités réalisées au courant de l'année 2024-2025 dont la revue de littérature et l'analyse des données de caractérisation (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix, 2024). L'implication du Comité aviseur scientifique et la tenue de rencontres de concertation avec les acteurs du milieu ont aussi permis de considérer les perturbations présentes et le contexte local propre à chacun des sites. Les activités de restauration sont décrites pour chaque site et un plan de suivi post-restauration conclut ce rapport. Ce présent rapport permet ainsi de connaître les détails des différentes actions de restauration prévues dans les marais de l'Anse Saint-Jean et de l'Anse Saint-Étienne, et d'illustrer le tout à l'aide de cartographies.

Cette brève revue de littérature présente ainsi les différentes techniques de restauration applicables aux berges et aux marais côtiers, afin d'offrir un aperçu des options disponibles et d'orienter le choix des méthodes les mieux adaptées aux sites ciblés. Pour la restauration de berges, il y a d'un côté les techniques de restauration dites douces présentant plusieurs avantages écologiques et économiques (Comtois, Bachand et Joubert, 2016) et, de l'autre côté, les techniques plus conventionnelles telles que les murs de protection (gabion, enrochement, etc.). Une clé dichotomique des profils types de talus naturels et anthropiques permet également de choisir les méthodes de restauration optimales pour un type de talus en particulier, tout en prenant en compte le profil bathymétrique de l'avant-plage (% de la pente), si le bas de talus est inondé ou exondé à l'étiage et son niveau d'exposition à l'érosion (faible à moyenne, moyenne à forte) (ARGUS, 1996). Pour la restauration de marais côtiers, il y a la possibilité d'ensemencer des graines d'espèces indigènes, la production et la plantation de jeunes plants ou encore la transplantation de plants déjà présents d'un banc donneur à un banc receveur.

2.1 Les techniques de restauration de berges

2.1.1. La végétalisation

La végétalisation se déroule au-delà du médiolittoral, c'est-à-dire de la zone de battement de marée. Cette technique consiste à densifier la zone en s'inspirant des agencements naturels et des espèces indigènes présentes et adaptées aux milieux côtiers. L'approvisionnement en végétaux peut se faire de diverses façons, soit sous forme de graines ou de jeunes plants en pépinière, ou encore directement en nature à l'aide du bouturage ou du prélèvement d'une plante mère. La récolte en nature doit cependant se faire de manière éparse et en évitant le piétinement de la végétation, et ne doit pas excéder un plant sur dix (Juneau, Bachand et Lelièvre-Mathieu, 2012) afin de préserver le milieu naturel. Lors de la plantation, il est recommandé de diversifier les espèces et les strates de végétation (ex. herbacées et arbustes) afin d'optimiser la biodiversité et la qualité écologique du milieu. Il est aussi important de considérer que les arbres ne doivent pas être plantés trop près de la côte, alors que les arbustes sont adaptés pour être à proximité de la microfalaise.

La végétalisation comporte plusieurs utilités dont la captation des sédiments et le rehaussement de la plage, la diminution des impacts de la submersion marine en plus d'être une protection contre l'érosion de la côte et les débris transportés par les vagues. Elle comporte également plusieurs avantages dont son prix abordable, la mise en valeur des plantes indigènes du Québec ainsi que la hausse de la valeur écologique et économique. Du côté des inconvénients, la végétalisation peut demander le recours à des spécialistes en aménagement de techniques vertes et une recharge sédimentaire peut-être préalablement réalisée. De plus, cette technique ne peut être appliquée que lorsque l'érosion est de faible à moyenne (Juneau, Bachand et Lelièvre-Mathieu, 2012).

Ainsi, dans le cas d'un marais côtier, des plantes épineuses peuvent être utilisés afin de fermer les sentiers clandestins à proximité du marais côtier et ainsi concentrer la circulation à des endroits clés pour limiter le piétinement du site. De plus, du phosphore ajouté dans le trou des plants permet de développer leurs systèmes racinaires. Il est également préférable d'arroser avant la plantation (Comtois, Bachand et Joubert, 2016). De l'élyme des sables d'Amérique (*Leymus mollis subsp. mollis*) peut également être plantée dans les milieux sableux et préférentiellement à une distance d'environ un mètre de la microfalaie, afin d'offrir une marge de sécurité et protéger cette nouvelle plantation. Son système racinaire permet de stabiliser le sol efficacement (Comtois, Bachand et Joubert, 2016). Il s'agit également de l'espèce privilégiée pour les hautes plages. La végétalisation de cette espèce se fait avec des graines ou encore des plants trouvés dans les pépinières, tandis que l'ensemencement doit se faire durant l'automne en les recouvrant légèrement de terre pour qu'elles puissent germer au printemps. Les jeunes plants doivent être mis en terre le plus rapidement possible afin de prévenir la sécheresse des racines et limiter la mortalité des plants. Lors de la plantation, les plants doivent être organisés en quinconce, espacés de 25 à 30 cm les uns des autres, et la base des plants doit être recouverte de 5 à 10 cm de sable. Une densité de 15 plants par mètre carré est recommandée pour une bonne stabilisation de la rive. L'ajout de fertilisant naturel tel que la poudre d'os ou de crevettes peut favoriser l'enracinement des plants, et ceux-ci doivent être abondamment arrosés immédiatement après la plantation et les jours suivants (Juneau, Bachand et Lelièvre-Mathieu, 2012).

2.1.2. Phytotechnologies

Les techniques de phytotechnologies permettent de concevoir des ouvrages de protection tout en utilisant les végétaux comme matière première. Des matériaux vivants (graines, plantes, boutures, etc.) sont utilisés avec des matériaux non vivants naturels et/ou biodégradables (géotextiles, rondins, pieux de bois, roches). Certains ouvrages nécessitent parfois du fil ou des agrafes de métal. Le génie végétal permet la restauration des microfalaises, des falaises meubles à pente forte (jusqu'à 45°) et des sites à forte érosion. Les installations de génie végétal doivent se trouver hors de la portée du régime quotidien des marées. Les branches fraîchement coupées d'arbustes tels que les aulnes, les saules et les cornouillers sont souvent utilisés pour ce type d'interventions. Le moment optimal pour effectuer ces travaux sont au printemps, pour permettre une bonne reproduction végétative des tiges (Juneau, Bachand et Lelièvre-Mathieu, 2012).

Le génie végétal permet de créer un ancrage qui s'ajuste aux mouvements du sol tout en opposant une résistance souple aux vagues. Plusieurs techniques sont disponibles et celles-ci peuvent être

combinées pour de meilleurs résultats ou encore selon les besoins du site. L'ensemencement et la plantation sont, par exemple, des techniques complémentaires qui permettent une stabilisation efficace du sol grâce aux racines. Les techniques de génie végétal demandent cependant recours à des spécialistes la plupart du temps et sont plus coûteuses. Elles restent toutefois plus abordables que les ouvrages de protection traditionnels comme l'enrochement (Juneau, Bachand et Lelièvre-Mathieu, 2012). Voici trois exemples de techniques en génie végétal :

1. Le fagot est un arrangement de branches attachées ensemble afin de former des boudins. Ceux-ci sont ensuite maintenus en place par des piquets, et ce parallèlement à la côte (Gouvernement du Québec, 2015). Cette méthode est utilisée dans les fortes pentes qui ne peuvent pas être adoucies et qui sont soumises à de l'érosion faible à moyenne. Le fagot permet ainsi de retenir les sédiments en laissant passer l'eau et stabilise la base ou la pente du talus.
2. La fascine ressemble au fagot où il s'agit d'un arrangement de branches fixé entre deux alignements parallèles de pieux. Toutefois, les branches composant la fascine sont disposées en rouleaux allongés et liées ensemble tandis que les tiges du fagot se trouvent à être plus compactes et courtes pour former une botte. Elle permet de retenir les sédiments d'érosion moyenne à sévère. Placée en bas de talus, elle n'est toutefois pas recommandée pour les talus très hauts et abrupts (Gouvernement du Québec, 2015).



Figure 1. Fascines de saule à l'Anse Saint-Jean © Comité ZIP Saguenay-Charlevoix

3. Le matelas de branches désigne un arrangement de branches déposé sur la pente et retenu à l'aide d'un fil métallique. Cette technique est également combinée avec d'autres méthodes comme la fascine ou les fagots. Pour réaliser cette technique, des branches de saule peuvent être posées au sol côte à côte et parallèlement au sens du profil de la pente, à raison d'une densité de trente à quarante branches par mètre linéaire. La base des branches est enfoncée dans le sol d'au moins 30 cm lorsque possible. Le tapis de branches est ensuite recouvert d'une couche d'environ 5 cm d'épaisseur de matériaux terreux, tout en s'assurant d'en faire encore apparaître les branches. Il est très fortement conseillé

d'étaler par-dessus les tapis de branches des bandes de géotextiles tissés et biodégradables. Des pieux de bois espacés de 80 à 100 cm sont alors enfoncés dans le sol à travers le géotextile pour fixer le tout. Un treillage de fil de fer d'environ 3 mm de diamètre est tendu entre les pieux et permet de presser les branches contre le sol pour une reprise optimale (France, 2008).



Figure 2. Matelas de branches de saule à l'Anse Saint-Jean avec géotextile tissé biodégradable et fascine à sa base

2.1.3. Le rechargement sédimentaire

Le rechargement sédimentaire permet d'accélérer le processus d'engraissement (accumulation sédimentaire) d'une section de la côte. Il suffit de déposer une quantité conséquente de sédiments similaires à ceux naturellement présents dans le milieu, afin de créer une source artificielle de sédiments qui nourrit la plage. Cette technique doit donc être appliquée sur une haute plage non végétalisée afin de ne pas ensabler la végétation. Avec le temps, les vagues, les courants et le mouvement des marées redistribuent les sédiments, rehaussant et reprofilant lentement la plage. L'impact des vagues et l'érosion s'en verront diminués. Pour une protection efficace, cette technique doit être accompagnée d'une végétalisation afin d'éviter l'érosion, et des recharges ultérieures doivent être prévues étant donné qu'il s'agit d'une technique dynamique et que son résultat évolue dans le temps. Le reprofilage est principalement utilisé sur les côtes à terrasses de plages et dépend des recharges pour maintenir la protection qu'elles offrent. Elle requiert également souvent l'utilisation de machinerie lourde et le recours à des spécialistes. Des certificats d'autorisation de la part des gouvernements fédéraux et provinciaux peuvent être nécessaires (Juneau, Bachand et Lelièvre-Mathieu, 2012).

2.1.4. Le reprofilage de la côte

Cette technique permet de recréer une pente douce jouant un rôle dans la perte d'énergie des vagues. Il s'agit de reprofiler la pente de la microfalaise afin de diminuer la réflexion des vagues sur la côte et ce, sans l'ajout de sédiments. Pour une protection efficace, cette technique doit être accompagnée d'une végétalisation afin d'éviter l'érosion. Le reprofilage permet une résistance souple aux vagues et est abordable en comparaison aux ouvrages de protection traditionnels. Cette technique peut toutefois demander l'utilisation de machinerie lourde, en plus d'avoir recours à des ingénieurs et autres spécialistes. La végétation déjà en place doit également parfois être déracinée afin de procéder à cette technique. (Juneau, Bachand et Lelièvre-Mathieu, 2012).

2.1.5. Végétalisation des ouvrages de protection traditionnels

Cette technique permet de maximiser les bénéfices des techniques vertes et traditionnelles comme les enrochements. La base de l'ouvrage et la terrasse habitée surplombant l'ouvrage doivent alors être végétalisées. Les interstices entre les blocs peuvent également être végétalisés pour combler les espaces. Du terreau qui servira de substrat à la végétation peut y être inséré directement ou encore une toile formant une cuvette pour retenir le terreau peut être insérée d'abord. Cette technique demande une attention particulière dans le choix des végétaux, car ceux-ci doivent être adaptés à l'espace fourni par la structure et les plants en haut de l'enrochement n'auront pas les mêmes besoins que les plants en bas de l'enrochement. Le type de terreau utilisé doit également être réfléchi afin qu'il soit tout autant adapté aux conditions maritimes qu'à son rôle d'apport nutritif. Végétaliser les ouvrages traditionnels permet de recréer des habitats pour la faune, d'optimiser la connectivité écologique à l'échelle locale en créant en milieu hétérogène plutôt qu'entièrement rocheux, et de diminuer la réflexivité des vagues (Juneau, Bachand et Lelièvre-Mathieu, 2012).

2.2. Les techniques de restauration de marais côtiers

Lors de la restauration de marais salés, il est recommandé de ne pas dépasser une pente de 3% et d'avoir une largeur minimale de 6 m pour la zone de plantation. En effet, une pente faible est nécessaire pour l'évacuation normale des eaux après les marées, contrairement à une pente inverse ou plate qui pourrait entraîner une stagnation de l'eau et altérer les conditions environnementales locales pour les espèces déjà présentes. De plus, une pente douce est moins vulnérable à l'érosion (Gratton, 1990 ; Broome, 1989). Il est également recommandé de mettre en place des mesures de protection pour protéger les jeunes plants, telles que l'utilisation de brise-lames constitués de pneus, de ballots de paille ou de paillis tressés, bien que ces solutions soient un peu plus dispendieuses (Gratton, 1990). De la même façon, des enclos composés de piquets reliés par des cordes de nylon peuvent être érigés afin de limiter l'impact qu'a la sauvagine en s'alimentant des rhizomes de spartines. Les cordes sont espacées d'environ 15 cm et sont tendues horizontalement entre les piquets, du sol à la surface de l'eau à marée haute. Ces installations doivent être enlevées avant l'hiver pour éviter les dommages par les glaces, puis remises avant le retour des oies au printemps suivant (Broome and Craft, 2000 ; Gratton, 1990 ; Knuston and Woodhouse, 1983). Enfin, il est recommandé de restaurer des secteurs dénudés ou qui présentent une très faible densité et qui sont encerclés par la végétation naturelle. La végétation déjà établie joue ainsi un rôle de protection des nouveaux plants contre l'exposition au vent, nuisible au couvert végétal (Argus, 1995), tout en participant à la recolonisation du secteur dénudé en se propageant (Comtois, Bachand et Joubert, 2016).

2.2.1. Ensemencement de graines

La spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) peut être propagée artificiellement par semis de graines. Les épis portant les graines sont récoltés, principalement dans les jeunes peuplements, lorsqu'ils sont à maturité. Ces épis sont ensuite conservés à une température de 2 à 3 °C, dans un environnement humide, mais non immergé, et ce, pour deux à trois semaines jusqu'à maturation complète. Une fois mûres, les graines sont extraites des épis et conservées dans une eau salée entre 20 et 25 ppm, également à une température de 2 à 3 °C, jusqu'à la plantation. Cette procédure doit être répétée chaque automne pour les plantations de l'année suivante, car les graines ne se conservent pas plus d'une année (Gratton, 1990 ; Broome, 1989).

Lors de la plantation, les graines humides de spartine alterniflore sont préalablement séchées à l'aide d'un agent desséchant tels que du sable sec ou de la litière de chat pour faciliter l'ensemencement. Les graines peuvent être semées à la volée ou mécaniquement à l'aide d'un semoir en gardant un taux d'environ 100 graines par m² (Gratton, 1990 ; Broome, 1989). La surface est ensuite râtelée pour recouvrir les graines de 1 à 3 cm de sol. Une herse traînée par un véhicule tout-terrain est généralement utilisée. Il est recommandé de ne semer cette espèce que dans la partie supérieure du schorre inférieur (les premiers 20 à 30% de sa superficie) d'une rive abritée. La partie inférieure sera ensuite graduellement colonisée par l'expansion naturelle du nouveau peuplement (Gratton, 1990).

Pour optimiser les chances de réussite, il est recommandé d'ensemencer la spartine alterniflore dans les zones protégées des vagues et du courant (Gratton, 1990 ; ARGUS, 1998). Cependant, le succès de cette méthode est parfois limité, car les conditions idéales pour la germination ne sont pas toujours garanties, la période de germination étant courte et le développement des plantes pouvant être freiné par les vagues et les inondations périodiques. De plus, la quantité de graines disponibles peut ne pas être suffisante pour des projets à grande échelle (Gratton, 1990). L'efficacité de cette méthode varie donc en fonction de divers facteurs et est ainsi réduite par rapport à celle de la transplantation d'un banc donneur à un banc receveur.

2.2.2. Transplantation d'un banc donneur à receveur

La technique de transplantation est une méthode adéquate pour des projets de petites superficies (Comtois, Bachand et Joubert, 2016). Gratton (1990) recommande cette technique lorsque la superficie est inférieure à 5 ha (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 2008). Elle consiste à collecter des végétaux ou encore un morceau de terrain contenant plusieurs plants (mottes) *in situ* d'une zone en santé (banc donneur), pour les transplanter dans les zones présentant des signes de perturbations (banc receveur). Afin d'augmenter les chances de réussite, il est recommandé que la récolte se déroule dans un substrat sablonneux et des peuplements ouverts ou jeunes, puisque ces endroits permettent une récupération rapide après une récolte intensive (Gratton, 1990). Les touffes de spartine alterniflore sont alors dégagées à l'aide d'une pelle et chaque plant est séparé manuellement. Le plant idéal pour cette technique est de bonne taille, comporte une tige principale accompagnée de quelques pousses, toutes rattachées à un bout de rhizome (Gratton, 1990).

Il est en revanche plus difficile d'obtenir des plants de qualité dans les peuplements denses ou âgés qui colonisent des substrats argileux. Dans ces conditions, les plants sont généralement plus petits et l'enchevêtrement des racines complique leur extraction du sol (Gratton, 1990). Dans cette situation, il est plus simple de collecter des mottes. L'outil de prélèvement doit avoir une largeur minimale de 12 cm afin de s'assurer que quelques plants soient intacts et ainsi assurer le succès de la reprise végétale (Comtois, Bachand et Joubert, 2016 ; Gratton, 1990). Ainsi, les mottes peuvent être des cubes d'environ 20 cm de côtés et de 15 à 25 cm de profondeur. La motte est ensuite replantée telle quelle sans séparation des plants (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 2008). Afin de limiter le stress sur le milieu qui constitue le banc donneur, il peut être intéressant de choisir des radeaux de spartine arrachés par les glaces et déposés dans le schorre inférieur (Comtois, Bachand et Joubert, 2016). De plus, la cohésion des sédiments argileux assure un ancrage solide dans le banc receveur, et ce malgré les conditions hydrodynamiques et saisonnières.

Lors de la plantation, les trous créés sont suffisamment profonds pour recouvrir entre deux et quatre cm supplémentaires les plants qui ont été récoltés et sont positionnés en quinconce (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 2008 ; Argus, 1998). Il faut également s'assurer de bien tasser le sol et ainsi éviter les bulles d'air qui pourraient rendre les nouveaux plants vulnérables (Argus, 1998). La présence de bulles d'air peut en effet augmenter le risque de délogement des plants. Il n'est pas nécessaire d'ajouter de fertilisants, étant donné la richesse nutritive des marais côtiers. Toutefois, Broome and Craft (2000) estiment que l'application de fertilisants contenant de l'azote et du phosphore pourrait être bénéfique pour la croissance des végétaux dans les milieux sableux qui présentent une faible capacité de rétention d'eau et de nutriments.

Lors du recours à la méthode de transplantation, il est recommandé que le banc donneur soit à proximité du banc receveur afin que les plants soient adaptés aux mêmes conditions physico-chimiques locales, en plus d'éviter des délais importants de la transplantation. Cette méthode permet ainsi une conservation prolongée des mottes tant que le substrat reste humide, contrairement aux plants individuels qui, de fait, s'assèchent plus rapidement (Comtois, Bachand et Joubert, 2016 ; Gratton, 1990). Pour un meilleur succès, la récolte du banc donneur et sa transplantation se fait dans le même cycle de marée (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 2008). Il est également préférable de réaliser la transplantation au printemps, entre la mi-mai et la mi-juin, alors que la végétation naturelle a débuté sa croissance (Comtois, Bachand et Joubert, 2016), et pour permettre aux végétaux de s'implanter avant l'automne. Toutefois, une plantation plus tôt ou tard peut être nécessaire si la situation l'exige (Broome, 1989). Il faut néanmoins s'assurer que la transplantation soit terminée au moins un mois avant le premier gel pour s'assurer du développement des racines (Shisler, 1989). Il faut également faire attention à la plantation en été lors des mois les plus chauds lors desquels la végétation pourrait être exposée à des températures et une salinité extrême, ainsi que la sécheresse pouvant être causée par un manque d'inondation des marées (Shisler, 1989).

Une bonne méthode est de créer une équipe qui extrait et une équipe qui plante pour optimiser le temps limité offert par une marée basse (Comtois, Bachand et Joubert, 2016). De plus, l'espacement idéal estimé entre les plants ou encore les mottes est généralement de 1 m (Argus, 1998), mais d'entre 0,5 m et 0,25 m dans les endroits susceptibles à l'érosion, équivalent à une densité entre 4 et 16 plants/m² (Comtois, Bachand et Joubert, 2016). Dans le cas de la restauration du marais de l'Anse-du-Portage par l'équipe du Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, les mottes comprenaient environ 10 à 25 plants en moyenne, et le banc receveur présentait une densité moyenne de 7 plants/m² (Comtois, Bachand et Joubert, 2016). Une expérience en Caroline du Nord a en effet montré qu'un espacement de 60 cm de spartine alterniflore croissait suffisamment en une saison pour fournir une couverture complète, et qu'un espacement d'un mètre était acceptable dans les zones où l'érosion n'est pas une menace sérieuse (Broome and Craft, 2000).

2.2.3. Production et plantation de jeunes plants

Il est possible de produire les plants de spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) nécessaires à une végétalisation, afin d'éviter le prélèvement directement dans les marais comme le propose la méthode de transplantation par banc donneur. Cette méthode permet donc de limiter les perturbations dans les herbiers naturels. La quantité et la qualité des plants peuvent également

être gérées en fonction des besoins précis (AECOM, 2013). Il existe deux méthodes : la production à racines nues ou en contenants, cette dernière étant la plus courante (Gratton, 1990).

Lorsque l’environnement le permet, il est possible de créer une pépinière sur le terrain. L’endroit préconisé est une rive dénudée, en pente douce, sableuse et protégée des vagues et du courant. L’option de créer une digue afin de créer une enclave abritée peut également être considérée, tant que l’apport en eau salée soit suffisant. La production est initiée à partir de graines récoltées l’année précédente ou de plants prélevés au printemps de la même année. La plantation de la pépinière se déroule au printemps, et la récolte des plants à racines nues se fait l’année suivante au printemps ou à l’été. Cette méthode est avantageuse pour les projets à grande échelle, étant donné qu’elle fournit une source de végétaux de qualité, facilement accessibles et récupérables (Gratton, 1990).

Pour les projets de plus petites superficies (< 5 ha), la production de semis en pots est favorisée. Les graines de spartine alterniflore sont plantées directement dans des pots de tourbe remplis de sable ou encore d’y transplanter les semis après leur germination dans des lits. Les pots, d’environ 5 à 10 cm de diamètre, peuvent contenir de 4 à 6 semis. Les plants sont fertilisés et peuvent être repiqués après 15 semaines de croissance dans des endroits abrités, tandis qu’il est nécessaire d’avoir des plants plus développés pour coloniser des milieux plus exposés (Gratton, 1990). L’avantage de cette méthode est que les plants ne seront pas endommagés par la récolte et croissent plus rapidement que les plants à racines nues (Broome, 1989). Cette méthode offre également une plus grande flexibilité et permet de produire des plants de tailles différentes, mieux adaptés aux conditions du milieu à recoloniser (Gratton, 1990).

3. Portrait de la situation actuelle des sites retenus

À la suite de la caractérisation complète de l’Anse Saint-Jean, de l’Anse Saint-Étienne et de la Baie Éternité à l’été 2024 (Comité ZIP Saguenay-Charlevoix, 2024), deux de ces trois sites ont été sélectionnés pour restauration. Ces sites sont l’Anse Saint-Jean et l’Anse Saint-Étienne. Cette décision a été soutenue par le Comité aviseur scientifique du Comité ZIPSC lors d’une rencontre en novembre 2024. En effet, bien que l’objectif initial soit d’un nombre de trois sites restaurés dans le contexte de ce projet, il a été décidé de concentrer les efforts de restauration sur deux sites afin d’y restaurer une plus grande superficie. Aucun effort n’est mis sur les deux sites sélectionnés de la part d’un organisme ou d’un gestionnaire, contrairement à la Baie Éternité où l’équipe de la SÉPAQ est présente et peut entreprendre des actions bénéfiques contre les perturbations anthropiques. Lors de cette même rencontre du Comité aviseur scientifique, les zones de restauration par sites ont été présentées et discutées. Ces zones ont été préalablement sélectionnées en fonction du niveau de dégradation et certains critères dont l’absence d’eau et sans petits chenaux, la proximité avec la végétation déjà présente pour une meilleure protection et l’élévation de la zone afin d’optimiser le succès des transplantations. Le Comité ZIP du Sud-de-l’Estuaire, ayant déjà accumulé beaucoup d’expérience en restauration de marais côtiers, a en effet conseillé le Comité ZIPSC en proposant ces critères. Afin de finaliser les plans de restauration, des mesures de conservation ont été établies en concertation avec les parties prenantes.

L’Anse Saint-Jean est une zone très touristique, et le marais est donc assez achalandé pendant la saison estivale. Aussi, le chemin de l’Anse, qui borde la limite supérieure du marais, est la seule



Figure 3. Chemin depuis le stationnement de l'Anse Saint-Jean.

route menant au point de vue situé à l'Anse de la tabatière ainsi qu'aux nouveaux développements résidentiels. Le marais est essentiel à la protection de la zone littorale, et donc de la route et des terres agricoles bordant le marais. Pourtant, plusieurs secteurs sont exempts de végétation. Une trouée dans la végétation du schorre inférieur se trouve devant le stationnement du chemin de l'Anse. Cette absence de végétation permet d'accéder à la batture en évitant la végétation. Le substrat à cet endroit, propice à la croissance de la végétation, laisse indiquer que cette absence est la conséquence du piétinement (Figure 3). Plusieurs véhicules motorisés circulent dans le marais (Figure 4), et des randonnées équestres sont également organisées dans les schorres inférieur et supérieur. Lors des basses marées, les chevaux accèdent à la batture sablonneuse par l'un des deux côtés où la végétation est absente, dont le stationnement et le lit du cours

d'eau, pour ensuite contourner le schorre inférieur. Finalement, plusieurs piétinements de la végétation dans le schorre inférieur et supérieur ont été observés en provenance du camping et des stationnements longeant la rue Saint-Jean-Baptiste vers les battures. Plusieurs résidents et touristes profitent du marais, et certains y mettent à l'eau leur embarcation nautique. Cette fréquentation affecte le couvert végétal du marais, réduisant ainsi la superficie du marais et la densité végétale de certaines zones.



Figure 4. Circulation de véhicules et achalandage du marais de l'Anse Saint-Jean.

L'Anse Saint-Étienne est elle aussi une zone très touristique, et le marais est donc assez achalandé par les citoyens et les touristes pendant la saison estivale. Le Village Vacances Petit-Saguenay est un acteur important du milieu et est très fréquenté pendant la saison estivale. Sa proximité avec l'Anse Saint-Étienne fait en sorte d'augmenter l'achalandage de la plage et du marais. Saguenay Aventure y offre également des excursions en kayak de mer. Le marais de l'Anse Saint-Étienne

possède une petite superficie et est perturbé par les activités anthropiques. La berge subit également de l'érosion causée par la fréquentation élevée de visiteurs, créant des sentiers non-officiels en piétinant la végétation. L'érosion est en effet un problème important du site, et est principalement causée par les vagues, selon le Rapport d'étude géotechnique de la firme WSP, rédigé en 2023 pour le Village Vacances Petit-Saguenay. L'érosion dénuie l'ancien quai de croûte composé de planches de bois du stationnement 2 sont situées sous les arbres et avec l'érosion, elles sont apparentes et beaucoup sont arrachées et étalées le long de la slikke et dans le marais, écrasant ainsi la végétation (Figure 5).



Figure 5. Croûtes de l'ancien quai s'étalant dans le marais de l'Anse Saint-Étienne.

4. Plan d'intervention méthodologique

Comme mentionné précédemment, les milieux côtiers de l'Anse Saint-Étienne et de l'Anse Saint-Jean ont été retenus pour restauration à l'été 2025 puisque ce sont ceux qui présentent le meilleur potentiel de restauration selon les caractérisations effectuées en 2023 et 2024. Les techniques de restauration ont quant à elles été sélectionnées à l'aide de la revue de littérature et des résultats des caractérisations réalisées à l'été 2024. Les interventions détaillées ci-dessous et qui seront réalisées à l'été 2025 ont également été discutées, bonifiées et validées à l'aide notamment du Comité aviseur scientifique ainsi que d'autres parties prenantes des municipalités respectives spécifiques aux deux sites sélectionnés pour restauration lors de rencontres de concertation.

4.1. Anse Saint-Étienne

En octobre 2024, le Comité ZIPSC a rencontré les firmes d'ingénierie Fluvio et Terraformex, qui détiennent des expertises complémentaires en restauration appliquée aux milieux fluvial, côtier et marin. L'objectif de cette rencontre était de discuter des interventions possibles sur la berge de l'Anse Saint-Étienne en utilisant la phytotechnologie. À partir des données disponibles, ainsi que du rapport géotechnique de la firme WSP commandé en 2023 par le propriétaire du terrain adjacent à la berge soit le Village Vacances Petit-Saguenay, ces deux parties prenantes ont conclu qu'un enrochement de petite envergure à la base des talus était nécessaire et que les techniques douces à elle seules ne seraient pas suffisantes pour remédier à l'enjeu d'érosion observé sur ce site. Après réflexion, le Comité ZIPSC a estimé que les interventions proposées n'étaient pas suffisamment justifiables dans le cadre du financement reçu et la mission du Comité ZIPSC. L'équipe a donc pris la décision de concentrer nos efforts directement sur le marais.

La Figure 6 présente les interventions de différents secteurs du marais de l'Anse Saint-Étienne qui seront réalisées à l'été 2025.

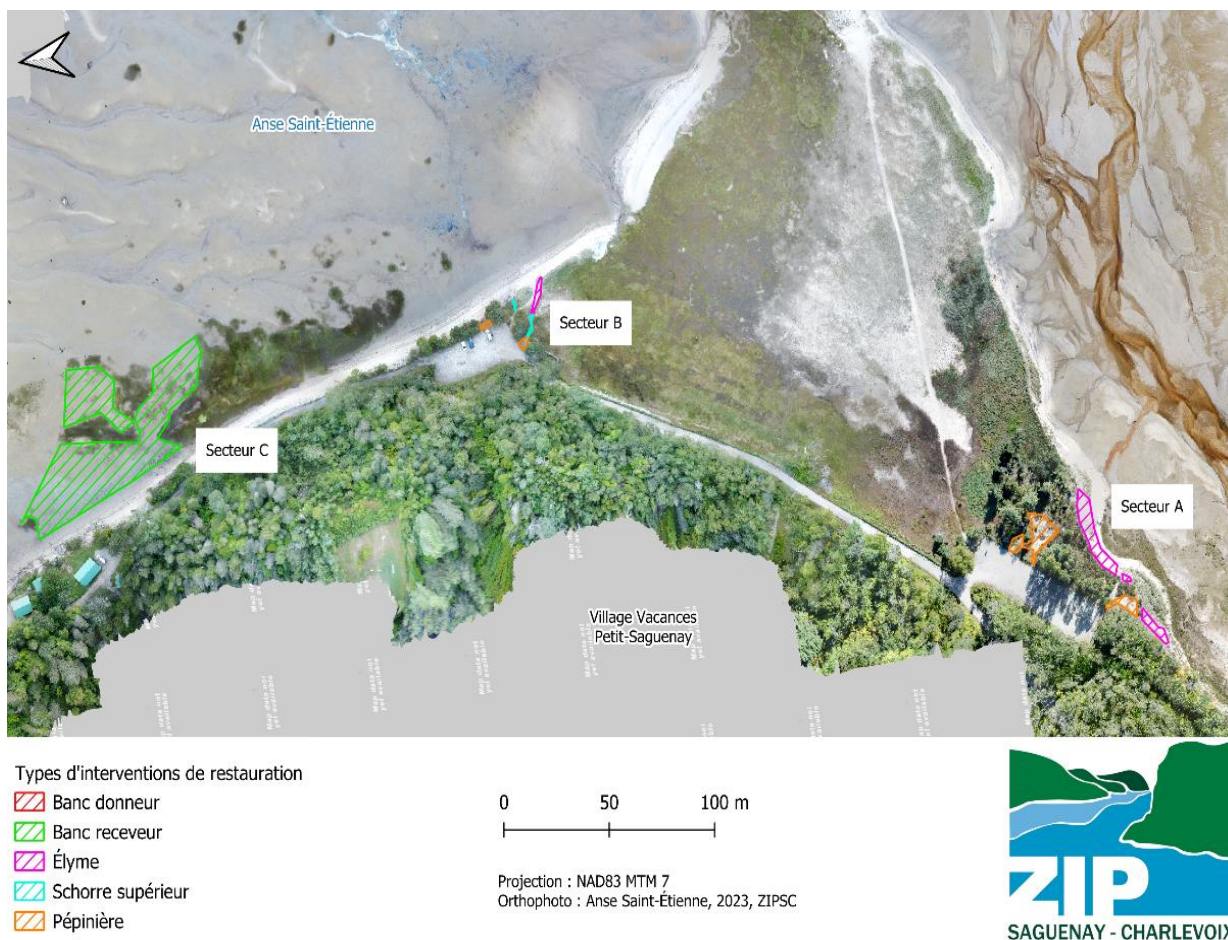


Figure 6. Localisation des secteurs de l'Anse Saint-Étienne qui feront l'objet d'actions de restauration à l'été 2025.

Tout d'abord, une superficie de 283 m² d'élyme des sables (*Leymus arenarius*) sera plantée dans le secteur A en bordure d'une microfalaise afin de limiter l'érosion pouvant être causée par les vagues. Une superficie de 23 m² de cette même espèce végétale sera également plantée dans le secteur B, afin de restaurer un massif d'élyme des sables coupé par l'utilisation d'un sentier clandestin. Cette plantation totale de 306 m² permettra de rediriger les visiteurs dans le sentier principal au départ du stationnement qui permet de se rendre sur la plage de l'Anse Saint-Étienne (Figure 7). Lors de la plantation, l'élyme des sables requiert une densité de 12 plants par m² en quinconce, pour un total de 3672 plants pour la superficie prévue. Des plants supplémentaires seront achetés en guise de marge de précaution en cas de pertes ou de plants en mauvais état, ainsi que pour étendre la superficie prévue, si possible.

Ensuite, une superficie de 11 m² d'un mélange de deux espèces indigènes observées près des zones de restauration lors de l'inventaire floristique réalisé en 2024 sera plantée dans le secteur C. Celles-ci sont le plantain maritime (*Plantago maritima*) et la potentille ansérine (*Potentilla*

anserina), qui requièrent toutes deux une densité de 10 plants/m². Ainsi, un total de 120 plants sera planté à part égale.

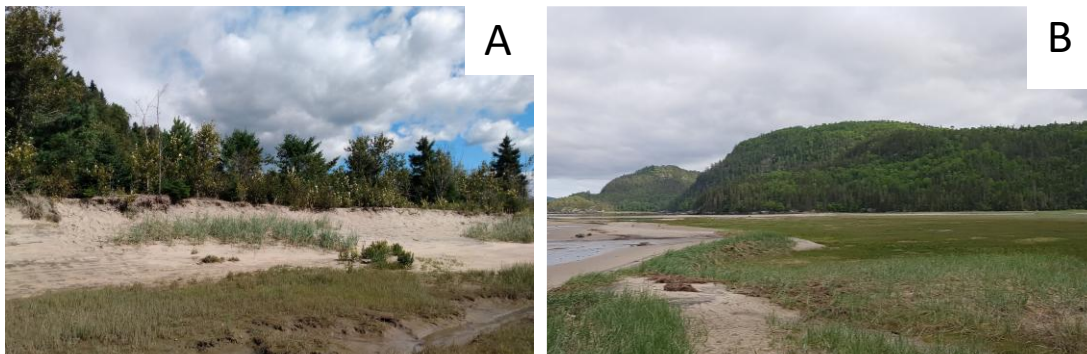


Figure 7. A : Petit massif d'élèves des sables à la base d'une microfalaise dans le secteur A ; B : Vue sur le sentier clandestin traversant un massif d'élèves des sables dans le secteur B.

De plus, une superficie de 261 m² d'arbres et d'arbustes sera plantée dans le secteur A de l'Anse Saint-Étienne, ainsi qu'une superficie de 35 m² dans le secteur B, pour un total de 296 m² de surface restaurée. Cette plantation permettra de combler les divers sentiers clandestins en départ des deux stationnements de l'Anse Saint-Étienne, et pourra ainsi rediriger les visiteurs dans le sentier officiel qui permet de se rendre sur la plage. Les essences sélectionnées pour la restauration sont présentes sur le site à l'état sauvage et font partie des espèces typiques d'une sapinière à bouleau blanc. Au total, un sapin baumier (*Abies balsamea*), 12 ronces odorantes (*Rubus odoratus*), six noisetiers à long bec (*Corylus cornuta*), trois épinettes blanches (*Picea glauca*), 12 chèvrefeuilles du Canada (*Lonicera canadensis*), un bouleau blanc (*Betula papyrifera*) et un bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*) seront plantés à l'Anse Saint-Étienne selon le plan présenté ci-dessous (Figure 8).



Figure 8. Plan de plantation des espèces arborées et arbustives à l'Anse Saint-Étienne, 2025.

Enfin, la zone C de la Figure 6 correspond à la zone de transplantation de spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*). Cette superficie de 2 444 m² représente entre 9 976 et 17 108 unités de 20x20cm (densité d'entre 4 et 6 unités/m²) qui seront récoltées dans le marais de l'Anse Saint-Jean puis transplanter dans cette zone du marais de l'Anse Saint-Étienne. Lors de la caractérisation de ces sites à l'été 2024, les paramètres physico-chimiques ont été comparés entre ces deux sites afin de déterminer la compatibilité entre le banc donneur de l'Anse Saint-Jean et le banc receveur de l'Anse Saint-Étienne. Les résultats du *Rapport de caractérisation des marais de l'Anse Saint-Jean, de l'Anse Saint-Étienne et de la Baie Éternité* (Comité ZIPSC, 2024) ont établi qu'il n'y avait pas une différence significative entre ces deux écosystèmes et qu'il est donc possible de restaurer l'Anse Saint-Étienne à l'aide de plants de l'Anse Saint-Jean.



Figure 9. Photographies de la zone de restauration dans le marais côtier de l'Anse Saint-Étienne.

Les bancs donneurs sont situés dans les zones les plus denses de l'Anse Saint-Jean. Les résultats de la récolte de données de densité végétale à l'été 2024 montre que les zones à forte densité se situent à proximité des transects B et D (respectivement 1916 individus/m² et 2837,33 individus/m² en moyenne). La superficie délimitée pour les bancs donneurs de l'Anse Saint-Jean représente environ 3578 m², et des mottes d'environ 20x20 cm seront récoltées à une distance d'environ 0,5 m les unes des autres, représentant une densité entre 4 et 7 mottes prélevées /m² (Figure 10).

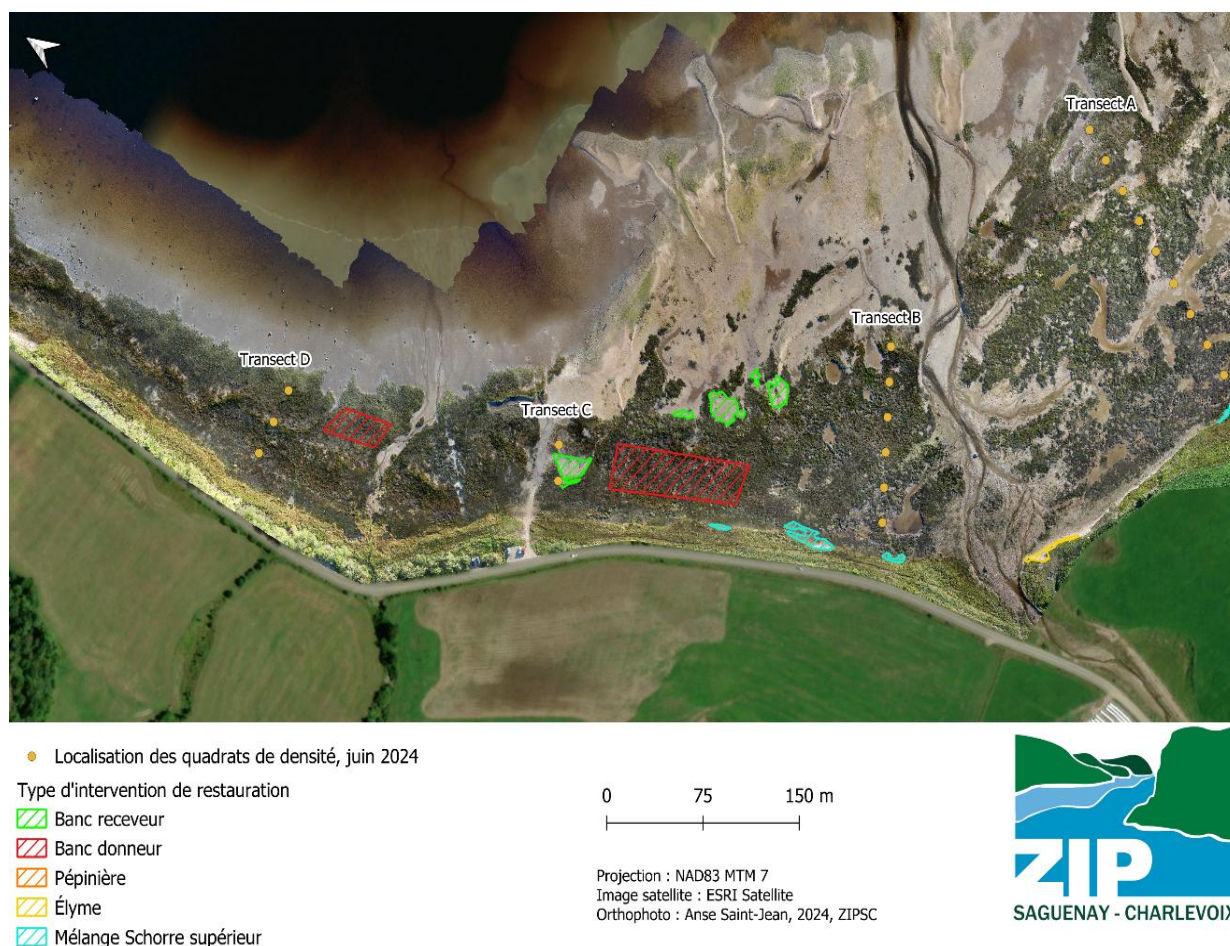


Figure 10. Localisation des bancs donneurs en fonction de la densité du couvert végétal à l'Anse Saint-Jean.

4.2. Anse Saint-Jean

En ce qui concerne la restauration du marais de l'Anse Saint-Jean, la Figure 11 présente les interventions de différents secteurs du marais qui seront réalisées à l'été 2025.

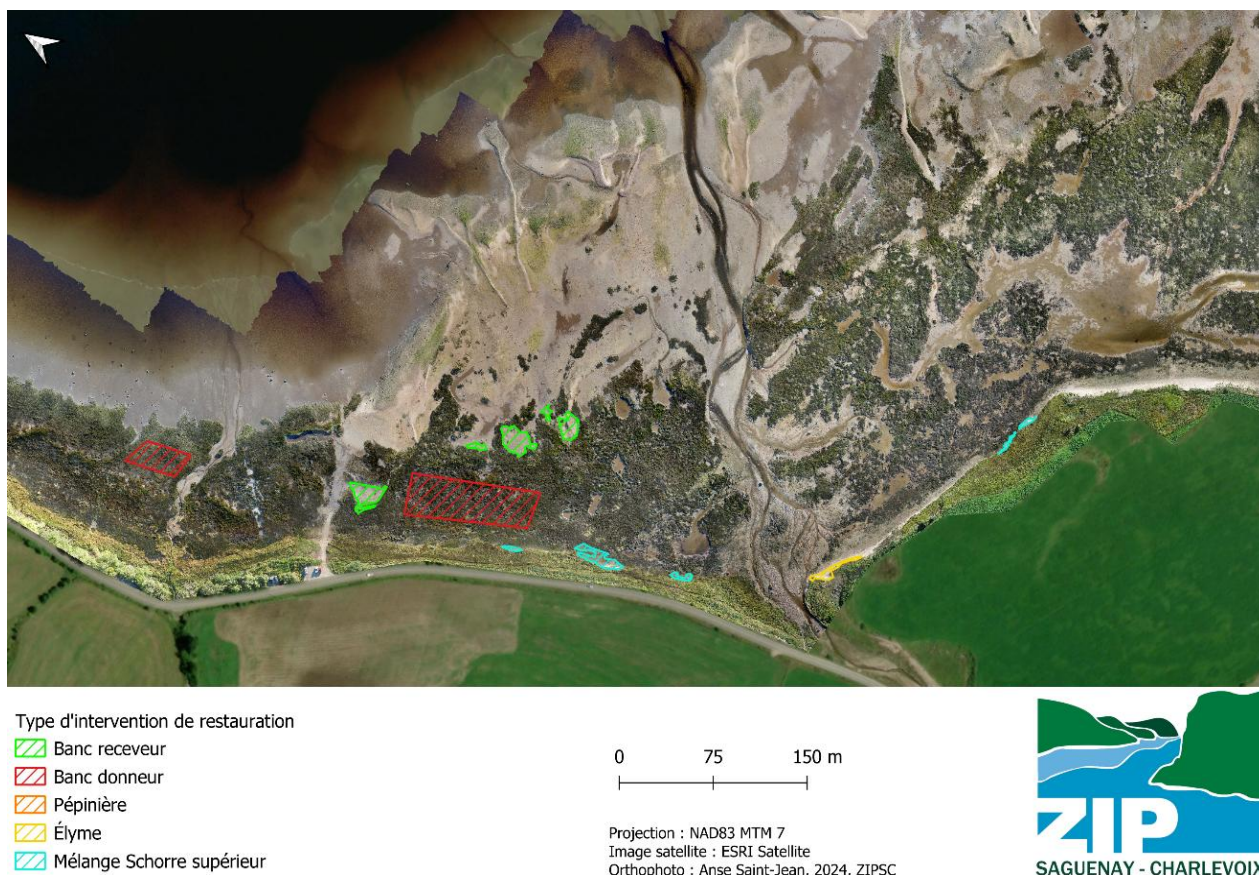


Figure 11. Localisation des secteurs de l'Anse Saint-Jean qui feront l'objet d'actions de restauration à l'été 2025.

Tout d'abord, une superficie de 133 m² d'élyme des sables (*Leymus arenarius*) sera plantée près de l'embouchure du ruisseau. Il s'agit d'une zone sablonneuse en érosion, où le passage de chevaux lors de randonnées équestres pourrait contribuer à accentuer la dégradation du sol. Il a été convenu en concertation avec les acteurs qui fréquentent le site de laisser une partie du chemin non restauré afin de laisser un passage à ses utilisateurs. Lors de la plantation, l'élyme des sables requiert une densité de 12 plants par m² en quinconce, ce qui fait un total de 1596 plants pour cette zone. Des plants supplémentaires seront achetés en cas de pertes ou de plants en mauvais état, ainsi que pour étendre la superficie prévue, si possible.

Ensuite, une superficie de 409 m² sera restaurée à la base de la microfalaise du schorre supérieur (Figure 12). Cette plantation a comme but de combler les superficies dénudées entre le schorre supérieur et inférieur, en plus d'apporter une protection à la microfalaise du schorre supérieur et ainsi limiter son érosion. Les espèces choisies sont indigènes et ont été observées près des zones de restauration lors de l'inventaire floristique réalisé en 2024. Ainsi, 195 calamagrostis du Canada (*Calamagrostis canadensis*), 195 deschampsies cespiteuses (*deschampsia cespitosa*), 1230

plantains maritimes (*Plantago maritima*), 1040 potentilles ansérines (*Potentilla anserina*) et 559 spartines pectinées (*Spartina pectinata*) seront plantés à l'Anse Saint-Jean.



Figure 12. Photographies des zones ciblées pour la restauration à la base de la microfalaise du schorre supérieur du marais de l'Anse Saint-Jean.

Enfin, les polygones verts présentés à la Figure 11 correspondent aux zones de transplantation de spartine alterniflore. Cette superficie de 1050 m² représente entre 4200 et 7350 unités de 20x20cm (entre 4 et 7 unités/m²) qui seront récoltées dans un banc donneur à proximité du banc receveur, puis transplanter dans cette zone du marais de l'Anse Saint-Jean. La localisation du banc donneur a été choisie en fonction de sa proximité avec le banc receveur, ainsi que de sa densité végétale. En effet, la proximité permet de limiter le piétinement local de la végétation tout en évitant aux plants transplantés d'être exposés trop longtemps. Les résultats du *Rapport de caractérisation des marais de l'Anse Saint-Jean, de l'Anse Saint-Étienne et de la Baie Éternité* (Comité ZIPSC, 2024) montrent que les zones à forte densité se situent à proximité des transects B et D (respectivement 1916 individus/m² et 2837,33 individus/m² en moyennes). La superficie délimitée pour les bancs donneurs de l'Anse Saint-Jean représente environ 3578 m² et des mottes



Figure 13. Photographie d'une zone ciblée pour la transplantation de spartine alterniflore dans le schorre inférieur du marais de l'Anse Saint-Jean.

d'environ 20x20 cm seront récoltées à une distance d'environ 0,5 m les uns des autres, représentant une densité entre 4 et 7 mottes/m² (Figure 10). La plantation de cette zone permettra notamment de restaurer des zones endommagées par le passage de véhicules motorisés clandestins. À la suite d'une rencontre de concertation, la municipalité s'est engagée à empêcher physiquement la circulation de ces véhicules en bloquant l'accès au chemin près du stationnement, et ce, tout en évitant de nuire aux usages actuels du marais par les citoyens et les visiteurs.

5. Plan de suivi préliminaire de la restauration

Le suivi des actions de restauration du milieu naturel est une étape importante, particulièrement dans la première année (Broome, 1989), car elle permet d'évaluer le taux de succès de la restauration et des techniques utilisées. Les résultats pourront également influencer les décisions pour de futurs sites de restauration ou de création.

Une première visite des sites restaurés est recommandée 4 à 6 semaines suivant les travaux afin d'évaluer le taux de survie après la plantation ou le taux de germination après l'ensemencement, selon le cas, de détecter tôt les éventuelles problématiques et d'ajuster la plantation au besoin. Ce premier suivi permet également d'évaluer le succès initial tout en incluant une appréciation des techniques et du matériel (graines, plants ou semis) utilisés. Si une tempête ou une autre situation extrême survient entre-temps, il est recommandé de devancer le suivi (Comtois, Bachand et Joubert, 2016 ; Gratton, 1990). Une seconde visite aura lieu à la fin de la saison de croissance et le suivi se déroulera jusqu'à l'été 2026 dans le cadre du financement accordé. Une visite se fera chaque mois, de juin à septembre 2026 inclusivement, afin de récolter les données de suivi. Le taux de recouvrement de la végétation et la hauteur des plants, entre autres, pourront alors être comparés, et ce, autant dans les zones de bancs donneurs que dans celles des bancs receveurs. À cette même occasion, un entretien des sites de transplantation sera réalisé afin de nettoyer les divers débris anthropiques mais aussi naturels (algues, bois, plants décrochés, etc.) qui auraient pu s'accumuler et nuire à la croissance des végétaux (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 2008). Ces visites périodiques permettront également de noter les ajustements à faire, s'il y a lieu, pour optimiser la reprise végétale.

Lors des suivis, Gratton (1990) recommande des quadrats de 0,25 m² pour la récolte de données ou encore des quadrats de 0,5 à 1 m², selon l'homogénéité du couvert végétal. Un minimum de 15 quadrats, choisis aléatoirement, est jugé comme suffisant afin d'avoir des résultats représentatifs d'un type de végétation. En effet, les marais salés présentent une grande hétérogénéité spatiale où la hauteur des plantes et la biomasse varient en fonction de l'élévation locale par rapport au niveau d'inondation des marées. C'est pourquoi un échantillonnage aléatoire est préférable, comme le souligne Broome (1989). L'interprétation nécessite également l'échantillonnage d'un site naturel voisin, ni perturbé ni restauré. Les paramètres mesurés sont généralement les biomasses aérienne et souterraine, le nombre de tiges et de tiges en fleurs et la hauteur des tiges. D'autres paramètres tels que le pourcentage de recouvrement, la composition végétale et des observations qualitatives peuvent également être intéressants à récolter. Enfin, les paramètres physico-chimiques du site, l'évolution du régime marégraphique durant la saison, les processus de sédimentation et d'érosion, l'accumulation de débris et/ou le broutage par la sauvagine peuvent également expliquer la dégradation du site et justifier des corrections (Gratton, 1990).

La position des quadrats disposés aléatoirement dans la zone de restauration représentera pendant les années consécutives les parcelles de suivi. Les surfaces déterminées seront géoréférencées à l'aide d'un DGPS et marquées d'une tige en bois afin de pouvoir retrouver les parcelles à chaque suivi (Noël et al, 2020). Un minimum de 15 quadrats, choisis aléatoirement, est jugé comme suffisant afin d'avoir des résultats représentatifs d'un type de végétation. Les parcelles de suivis seront donc autant localisées dans la zone de transplantation que la zone

d'extraction et les sentiers empruntés lors des travaux et les cadres seront positionnés de façon que la tige de bois se trouve dans le coin supérieur droit orienté vers la côte. Un suivi photographique des différents quadrats du site sera également réalisé à chaque année de suivi (Gratton, 1990 ; Broome, 1989). De plus, une délimitation des secteurs restaurés sera réalisée à l'aide d'un DGPS afin d'avoir un suivi précis de l'évolution de la superficie globale des travaux. L'utilisation du DGPS permettra également l'évaluation du taux d'accrétion verticale des secteurs restaurés (Comtois, 2017).

Chabrek (1989) recommande quant à lui deux niveaux de suivi. Le premier est annuel et permet d'évaluer le succès de l'établissement des nouveaux plants et les facteurs qui y ont contribué. Ce suivi permet de récolter des données qualitatives sur des changements qui demanderaient une évaluation ou une surveillance plus importante pour l'obtention de données quantitatives. Ce suivi peut également comprendre l'analyse de photos aériennes. Le second niveau de suivi devrait inclure l'échantillonnage de plantes et de sol afin de collecter des données quantitatives. Les données floristiques collectées incluent la hauteur moyenne, le nombre de tiges ainsi que les biomasses aérienne et souterraine, tandis que les données pédologiques incluaient la granulométrie, le pourcentage d'humidité, la densité apparente (masse volumique apparente), le pH, le phosphore ainsi que la concentration en carbone organique total.

Dans le cadre du suivi, un inventaire de la faune benthique sera également effectué afin de comparer les résultats entre l'analyse effectuée avant la restauration, qui correspond à l'état de référence, et les résultats post-restauration. Cette analyse permettra notamment d'évaluer le degré de succès de la transplantation spécifiquement à la biodiversité benthique.

Tableau 1. Calendrier préliminaire de réalisation des actions de restauration, d'entretien et de suivi prévues à l'été 2025 pour les sites ciblés de l'Anse-Saint-Étienne et de l'Anse-Saint-Jean

Activités	2025					
	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.
1. Travaux de transplantation de la spartine alterniflore	x	x				
2. Plantation de la berge			x	x		
3. Entretien de la plantation			x	x	x	x
4. Suivi de la croissance des plants				x		x

6. Conclusion

À la lumière de ce qui précède, le *Fonds de restauration des écosystèmes aquatiques* de Pêches et Océans Canada a permis au Comité ZIP Saguenay-Charlevoix d'entreprendre le projet de *Caractérisation et restauration des marais côtiers et herbiers du Parc marin Saguenay-Saint-Laurent* dont les objectifs visent l'acquisition de connaissances en réalisant notamment une caractérisation ainsi que la restauration de 5000 m² de marais côtiers afin d'en augmenter la résilience vis-à-vis les changements climatiques et les pressions anthropiques.

Les marais côtiers de l'anse Saint-Jean et l'anse Saint-Étienne (Petit-Saguenay) sont des milieux soumis à la pression touristique et aux perturbations anthropiques. L'érosion des berges, le piétinement de la végétation, la création de sentiers clandestins et la circulation motorisée ou équestre dans les zones sensibles ont été identifiés comme perturbations nuisant à la stabilité écologique de ces écosystèmes. Ces perturbations contribuent à la régression des surfaces végétalisées et réduisent la capacité des marais à jouer leur rôle essentiel de protection contre la submersion marine et de stabilisation des sédiments.

Face à ces constats, les actions de restauration proposées ont été sélectionnées en s'appuyant sur une revue de littérature, les résultats de la caractérisation écologique des sites, ainsi que les recommandations d'experts réunis au sein du Comité aviseur scientifique et de rencontres de concertation avec les parties prenantes des deux milieux. Le choix de techniques, telles que la végétalisation ciblée avec des espèces indigènes, la transplantation de végétaux à partir de bancs donneurs et la fermeture des accès illégaux par l'aménagement de plantations dissuasives, permet de répondre de manière durable aux enjeux identifiés. Ainsi, les marais côtiers de l'anse Saint-Jean et l'anse Saint-Étienne feront l'objet d'une restauration d'une superficie de 1592 m² et 3046 m², respectivement, pour un total de 4638 m² restaurés dans le contexte de ce présent projet. Cette restauration se fera à l'aide de diverses méthodes de plantation, dont la transplantation de spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) à même le schorre inférieur, la plantation d'élyme des sables (*Leymus arenarius*) à la base de microfalaises sablonneuses, la plantation d'arbres et d'arbustes afin de combler des sentiers non-officiels causés par le piétinement répétitifs et, enfin, la plantation d'un mélange d'espèces végétales indigènes du schorre supérieur à la base de sa microfalaise. Une fois la restauration effectuée sur chacun des deux sites, un suivi rigoureux sera réalisé pour s'assurer du succès des plantations et éventuellement faire des ajustements, au besoin. La grande phase de suivi sera réalisée à l'été 2026.

Bibliographie

AECOM. 2013. Restauration, protection et mise en valeur du delta de la rivière Ha!Ha! – Plantation réalisées en 2012 en partenariat avec le Comité ZIP Saguenay-Charlevoix. 30 p.

ARGUS, Les consultants en environnement inc. 1994. Restauration d'une herbaçaie salée dans la réserve nationale de faune de la Baie de l'Isle-Verte: projet pilote Rapport présenté au Service canadien de la faune. au Centre Saint-Laurent, à la Société d'énergie de la Baie James et au ministère des Transports du Québec, v + 48 p.

ARGUS, Les consultants en environnement inc. 1996. Restauration naturelle des rives du Saint-Laurent entre Cornwall et l'île d'Orléans. Publié avec l'autorisation du ministère de l'Environnement et Changement climatique Canada, Ministre des Approvisionnements et Services Canada. No de catalogue : En40-228/1996F. ISBN 0-660-95265-3.

ARGUS, Les consultants en environnement inc. 1998. Perspectives d'aménagement et de restauration des marais à spartine du Québec. Rapport final. 145 p.

Broome, S.W. 1989. Creation and restoration of tidal wetlands of the southeastern United States. In Kusler, J.A. et M.E. Kentula, (eds). Wetland creation and restoration: Status of the science. Vol.

I and II. United-States Environmental Protection Agency and Environmental Research Laboratory, Corvallis, Oregon, EPA 600/389/038a.

Broome, S.W. and Craft, C.B. 2000. Tidal salt marsh restoration, creation, and mitigation. In: Barnhisel RI, Darmody RG, Daniels WL (eds) Reclamation of drastically disturbed lands. American Society of Agronomy, Madison, pp 939–959

Chabrek, R.H., 1989. Creation, restoration and enhancement of marshes of the northcentral Gulf coast. In Kusler, J.A. et M.E. Kentula, (eds). Wetland creation and restoration: Status of the science. Vol. I and II. United-States Environmental Protection Agency and Environmental Research Laboratory, Corvallis, Oregon, EPA 600/389/038a.

Comité ZIP Côte-Nord du Golfe. 2008. Réhabilitation du marais salé de la Baie des Sept-îles – Secteur Longue-Épée. Projet présenté au Programme d’interaction communautaires – Volet Étude-Action. 21 p.

Comité ZIP Saguenay-Charlevoix (2024) Rapport de caractérisation des marais côtiers de l’Anse Saint-Jean, l’Anse Saint-Étienne et Baie Éternité. Fonds de Restauration des écosystèmes aquatiques. Comité de la Zone d’intervention prioritaire (ZIP) Saguenay-Charlevoix. Baie-Saint-Paul. 70p. et annexes.

Comtois, S. 2017. Caractérisation biophysique de l’anse du Portage et restauration d’habitats côtiers. Rapport final. Comité ZIP du Sud-de-l’Estuaire. Rimouski, Québec. 32 p.

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.

Écogénie inc. 2003. Projet de stabilisation de rives d’intérêt écologique sur les îles du Saint-Laurent. Tronçon entre le lac Saint-Louis et le lac Saint-Pierre. Mesures d’interventions recommandées. Rapport présenté à Environnement et Changement climatique Canada, Service canadien de la faune, 16 p. + annexes.

France, éd. 2008. Le génie végétal : un manuel technique au service de l’aménagement et de la restauration des milieux aquatiques. Paris : la Documentation française.

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.

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.

Knutson, P.L. and W.W. Woodhouse, 1983. Shore stabilization with salt marsh vegetation. Coastal Engineering Research Center, U.S. Army Corps of Engineers. Special report No. 9, 96 p.

Ministère du Développement Durable, de l’Environnement et des Parcs (MDDEP) (2005). Extrait de Protection des rives, du littoral et des plaines inondables – Guide des bonnes pratiques, chapitre 7 : techniques de stabilisation des rives, 14 p. [En ligne]. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/stabilisation_rives.pdf

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.

Shisler, J.K. 1989. Creation and restoration of the coastal wetland of the northeastern United States. In Kusler, J.A. et M.E. Kentula, (eds). Wetland creation and restoration: Status of the science. Vol. I and II. United-States Environmental Protection Agency and Environmental Research Laboratory, Corvallis, Oregon, EPA 600/389/038a.

Zedler, J.B., 1984. Salt marsh restoration. A guidebook for Southern California. California Sea Grant College Program, Institute of Marine Resources, University of California, 46 p.