

Restauration des habitats côtiers du secteur des Grèves à Notre-Dame-des- Neiges : Suivis 2021

Jalon 2



Mars 2022

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 :

Jonathan Pothier, M. Sc., Biologiste

Kassandra Croteau, technicienne

Félix Lafond, technicien

Samuel Veilleux, géomorphologue

Philippe Bois, Technicien en écologie appliquée et géomatique

Équipe terrain :

Jérémie Caron

Samuel Veilleux

Félix Lafond

Jean-Étienne Joubert

Kassandra Croteau

Patrice Voyer

Partenaires et collaborateurs

Pêches et Océans Canada

Ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs

Municipalité de Notre-Dame-des-Neiges

Les Malécites de Viger

Ce projet a été rendu possible grâce à une contribution du Fond pour la restauration côtière de Pêches et Océans Canada.

REMERCIEMENT

Nous tenons tout d'abord à remercier la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges pour leur collaboration avec le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire dans ce grand projet. Nous tenons également à remercier les citoyens du secteur des Grèves pour le respect des installations en place, de leur partage des connaissances et des discussions lors de nos visites terrain. Nous tenons enfin à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la collecte des données terrain et à la rédaction ou la révision de ce rapport.

CITATION RECOMMANDÉE :

Pothier, J., Croteau, K., Lafond, F., Joubert, J. E., Veilleux, S. & Bois, P. 2022. Restauration des habitats côtiers du secteur des Grèves à Notre-Dame-des-Neiges : Suivis 2021. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 37 p.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé.....	1
Mise en contexte	3
Description du site.....	4
Localisation de l'aire d'étude.....	4
Suivi.....	6
Suivi biologique.....	6
Suivi végétal de la zostère marine.....	6
Suivi végétal du marais.....	9
Suivi végétal de la plage	9
Évolution des plantations entre 2019 et 2021.....	11
Suivi ichtyologique	15
Comparaison des paramètres physico-chimiques entre 2018 et 2021	17
Abondance spécifique en 2021.....	17
Bilan des quatre années d'inventaires (2018-2021)	19
Stades de croissances des poissons sur quatre années	22
Conclusion des inventaires ichtyologiques.....	25
Suivi géomorphologique	26
Suivi topographique et volumétrique	26
Évolution volumétrique	26
Évolution morphologique	28
Suivi à l'aide d'une caméra fixe.....	33
Conclusion	36
Références	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation du site de restauration à Notre-Dame-des-Neiges.....	4
Figure 2. Ensemble des actions de restauration réalisées au printemps et à l'été 2019 à Notre-Dame-des-Neiges.	5
Figure 3. Suivi surfacique de la plantation de zostère marine de 2019 à 2021	8
Figure 4. Pourcentage de recouvrement végétal des parcelles situées sur la plage..	10
Figure 5. Parcelles de suivi R2 (gauche) et R5 (droite), septembre 2021.....	10
Figure 6 : Hauteur moyenne des plants dans les parcelles situées sur la plage	11
Figure 7 : Variation du pourcentage de recouvrement entre 2019 et 2021 pour les parcelles situées sur la plage.....	12
Figure 8 : Suivi surfacique des plantations sur la recharge sédimentaire de 2019 à 2021.....	13
Figure 9 : Comparaison du décompte du nombre de plants par parcelle de suivi entre 2019 et 2021.....	14
Figure 10. Emplacement du verveux et zone de traits de senne à menés en 2021....	15
Figure 11. Pêche au verveux réalisé le long de la rive devant la zone de restauration.	16
Figure 12. Quelques espèces capturées à la senne et au verveux en 2021.	19
Figure 13 .Comparaison du nombre de poissons capturés à la senne et au verveux entre 2018 et 2021 (1/2).....	22
Figure 14. Comparaison du nombre de poissons capturés à la senne et au verveux entre 2018 et 2021 (2/2).....	22
Figure 15. Taille des poissons (cm) capturés à la senne et au verveux entre 2018 et 2021.....	24
Figure 16. Épinoche à quatre épines gravide.....	25
Figure 17 : Zone de calcul du volume de plage.	27

Figure 18 : Différentiel altimétrique entre septembre 2020 et octobre 2021.	29
Figure 19 : Déplacement de la flexure de la plage entre septembre 2020 et octobre 2021.....	30
Figure 20 : Déplacement de la flexure de la plage entre septembre 2018 et octobre 2021.....	31
Figure 21 : Linéarisation de la plage suite à la recharge de plage de 2018.....	32
Figure 22 : Déplacement de la microfalaise d'érosion depuis 2019.....	32
Figure 23 : Localisation de la caméra Reconyx sur le site de restauration.	33
Figure 24 : Niveaux d'eau et ondes de tempête enregistrés à la station de Rimouski entre août 2020 et juin 2021. Source : Pêches et Océans Canada.....	33
Figure 25 : Aperçu de la portion sud de la recharge entre mai 2020 et mai 2021.....	34
Figure 26 : Événements d'onde de tempête survenus depuis 2018 sur le site de Notre-Dame-des-Neiges.....	35

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1. Comparaison des paramètres physico-chimiques de l'eau et des données sur les captures des inventaires de 2019, 2020 2021.</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 2. Abondance par espèces capturées en 2021.</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 3. Liste des espèces de poissons pêchés entre 2018 et 2021.</i>	<i>20</i>

RÉSUMÉ

Le secteur des Grèves à Notre-Dame-des-Neiges est une zone possédant une grande diversité d'habitats utilisés par plusieurs espèces de poisson tels que l'éperlan arc-en-ciel, le bar rayé et le poulamon atlantique. En raison de signes de dégradation dans les différents habitats, plusieurs actions de restauration furent mises en place au printemps 2019 afin de maintenir la biodiversité de ce milieu. Une transplantation de 2 316 m² d'herbier de zostères marines fut réalisée ainsi qu'une transplantation de 3 824 m² de spartines alterniflore. À cela s'ajoute une recharge sédimentaire sur la plage de 1 010 m³ et de 1 249 m² associée à une plantation de plantes de bord de mer. Au total, 7 389 m² d'habitat du poisson fut restaurés.

Les suivis des actions de restauration côtières réalisées à Notre-Dame-des-Neiges dans le cadre du projet financé par le Fonds pour la restauration côtière (FRC) de Pêches et Océans Canada ont permis de confirmer l'atteinte de l'objectif principal de restaurer les habitats essentiels des espèces ichtyologiques de la rive sud de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Des suivis sur le terrain se sont donc poursuivis jusqu'au début de l'automne 2021.

Lors des deux premières années de suivi, les indicateurs avaient démontré une bonne croissance des plants ainsi que peu de mortalité sur l'ensemble des zones de plantation. La reprise végétale de la transplantation de zostère marine a en effet démontré une belle croissance des plants en plus d'une augmentation de la superficie de recouvrement dans de nombreuses parcelles. Pour ce qui est de la transplantation de spartine alterniflore, les résultats étaient plus nuancés. En effet, comparativement au bon développement des parcelles de restauration observé en 2019, une bonne partie des plants transplantés sur la partie ouest ont été ensevelis sous une accumulation sédimentaire. Les plantes de bord de mer sur la recharge sédimentaire ont quant à eux eu une belle croissance végétale incluant peu de mortalité.

Le suivi géomorphologique de la plage avait mis en évidence une légère érosion de la recharge sédimentaire, particulièrement soutenue sur la portion sud-ouest, telle qu'observée initialement durant la première année du suivi. Cependant, le volume de plage calculé entre octobre 2019 et septembre 2020 montrait une augmentation de 4 %, liée principalement à l'accrétion naturelle saisonnière et de la dérive littorale sédimentaire. La caméra fixe a aussi permis de documenter avec précision les mécanismes d'érosion principale sur la plage, soit les vagues printanières et automnales lors des événements de haut niveau d'eau. La recharge sédimentaire a été érodée sur la portion sud-ouest après une onde de tempête entraînant son recul sur quelques mètres. Cependant, les sédiments s'étaient retrouvés sur le bas de la plage n'amenant pas de pertes sédimentaires importantes.

En ce qui concerne les suivis ichtyologiques, les résultats furent très diversifiés tout au long du projet. Ce fut également le site avec la plus grande quantité de poissons capturée et un nombre record d'éperlans arc-en-ciel, à travers les cinq sites suivis du projet Restauration d'habitats côtiers sur la rive de l'estuaire du Saint-Laurent.

La troisième année des suivis biologiques et géomorphologiques est présentée dans ce rapport final.

MISE EN CONTEXTE

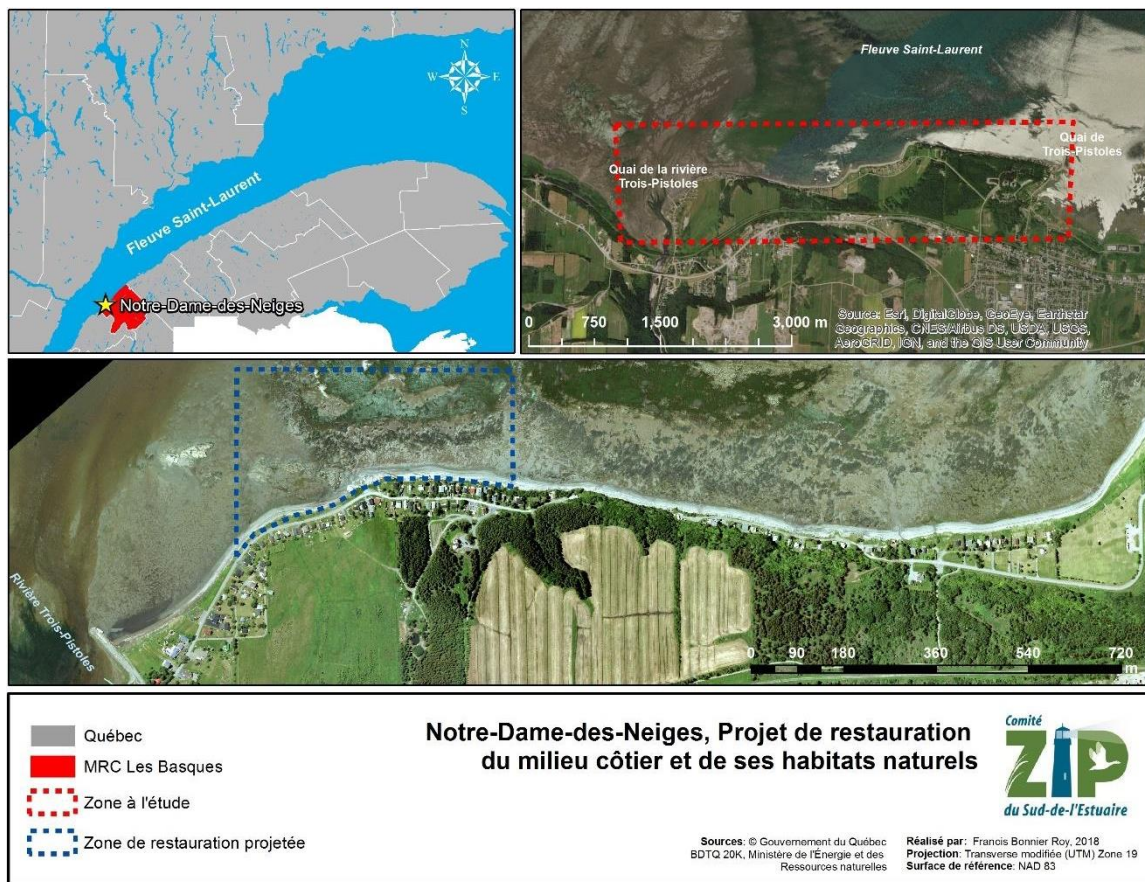
À la suite de la réalisation des travaux de restauration à Notre-Dame-des-Neiges, un suivi détaillé de l'ensemble du site de restauration fut réalisé de l'été 2019 jusqu'à l'automne 2021. L'objectif de ce suivi était de documenter l'évolution des différentes zones restaurées en 2019. Le rapport brosse un portrait des résultats des suivis réalisés sur la plage, le marais et l'herbier de zostère marine en 2021.

Ce projet fait partie d'un plus grand projet financé par le Fond pour la restauration côtière de Pêches et Océans Canada qui s'intitule *Restauration d'habitats côtiers sur la rive de l'estuaire du Saint-Laurent*. Ce projet de cinq ans, débuté en 2017, vise à la restauration d'habitats essentiels du poisson de la rive sud de l'estuaire. Le projet de Notre-Dame-des-Neiges est le deuxième site à avoir été restauré.

DESCRIPTION DU SITE

Localisation de l'aire d'étude

Le site de restauration est situé dans la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges, plus précisément dans le secteur des Grèves (Figure 1). On accède au site en quittant la 132 pour emprunter la rue de la Grève.



De nombreuses actions de restauration furent réalisées au printemps et à l'été 2019 afin de restaurer l'herbier de zostère marine, le marais maritime ainsi que la plage de Notre-Dame-des-Neiges (Figure 2). Premièrement, une transplantation effectuée dans l'herbier de zostère marine a permis de restaurer 6 835 m². Ensuite, une transplantation spartine alterniflore dans le schorre inférieur du marais maritime permet de restaurer 9 146 m². Finalement, une recharge sédimentaire d'un volume de 1010 m³ fut réalisée sur la plage. La recharge sédimentaire fut accompagnée d'une plantation de 9 450 espèces indigènes du bord de mer directement sur la recharge.

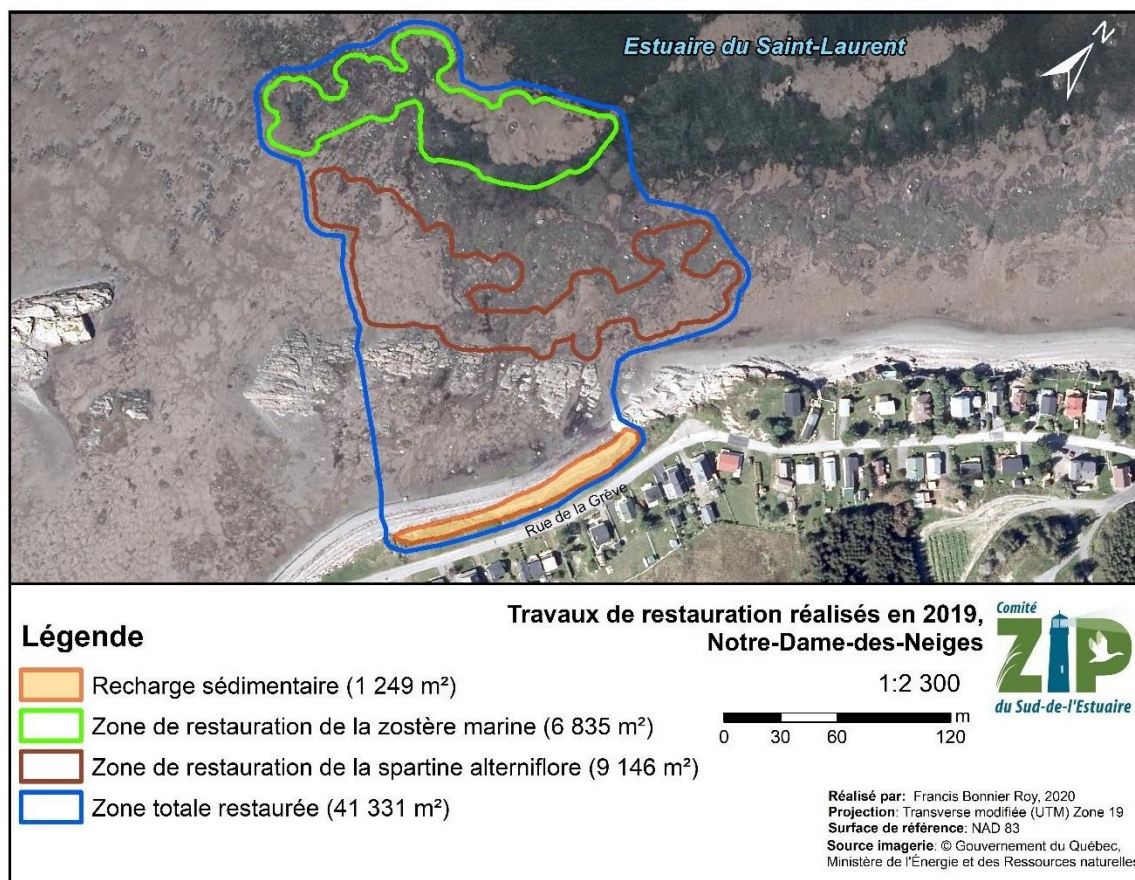


Figure 2. Ensemble des actions de restauration réalisées au printemps et à l'été 2019 à Notre-Dame-des-Neiges.

SUIVI

Cette section du rapport démontre les résultats obtenus lors de la troisième et dernière année de suivis réalisés à la suite des travaux de restauration côtière de 2019. Plusieurs suivis ont été réalisés en 2021 : deux suivis de la reprise végétale (juin et septembre), un relevé de drone pour l'acquisition d'images aériennes de la zone de restauration (août) ainsi qu'un inventaire ichtyologique. La section sur la reprise végétale comprend les résultats concernant la plantation de zostère marine, la plantation de spartine alterniflore dans le marais maritime ainsi que les plantations d'élymes des sables d'Amérique et d'ammophile à ligules courtes sur la plage. Suivent également les résultats de l'inventaire ichtyologique réalisé fin août 2021 et les résultats du suivi géomorphologique de la recharge de plage.

Suivi biologique

La section suivante démontre les résultats des suivis biologiques réalisés afin d'évaluer la reprise végétale à l'aide de parcelles. Cette section démontre également les résultats de l'inventaire de poissons afin de suivre la richesse et la diversité ichtyologique de la zone à la suite des actions de restauration côtière réalisées en 2019. Ces suivis se sont poursuivis jusqu'à l'automne 2021.

Suivi végétal de la zostère marine

Nous n'avons pas été en mesure de réaliser un suivi de la plantation de zostère à l'aide de nos parcelles en raison du niveau d'eau trop élevé dans l'herbier qui ne permettait pas la prise de donnée lors de notre sortie sur le terrain en septembre. Cependant, à l'aide du relevé de drone, il nous a été possible de réaliser un suivi surfacique de la zone de restauration. Les orthomosaïques générées à partir des images de drone ont permis de comparer l'étendue de la zostère depuis 2019 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable**). En effet, comme il a été mentionné dans le rapport de suivi de 2020 (Pothier et col., 2021), le suivi des parcelles a démontré une croissance nette des plants de zostères et le suivi par imagerie aérienne a démontré que de nouvelles zones avaient été colonisées par la zostère. Il nous est possible d'établir le même constat en 2021 pour ce qui est de l'expansion de la colonie et la densification de la zone de restauration. Les images aériennes démontrent également qu'il est pratiquement impossible de distinguer la zone de plantation de 2019 de l'herbier naturel, ceux-ci étant maintenant complètement connectés. Entre 2020 et 2021, la colonie de zostères s'est étendue sur une surface d'environ 435 m², soit une augmentation de 18 %.

Autre fait intéressant à mentionner, cinq îlots de zostères se sont développés en dehors des zones de plantation (Figure 3). Ces cinq îlots totalisent une surface de 106 m² et ces nouvelles zones ne résultent pas directement de nos interventions de plantation. La zostère s'est en effet naturellement développée à ces endroits, témoignant du potentiel de la zone pour la croissance de la zostère. Les efforts de restauration réalisés en 2019 ont contribué à rendre plus résilient cet habitat et à favoriser une colonisation naturelle. Une seconde phase de plantation offrirait des bénéfices pour l'expansion de l'herbier. En somme, nos travaux de restauration ont permis à l'herbier de zostère de s'étendre naturellement sur 2 894 m² en l'espace de trois ans.

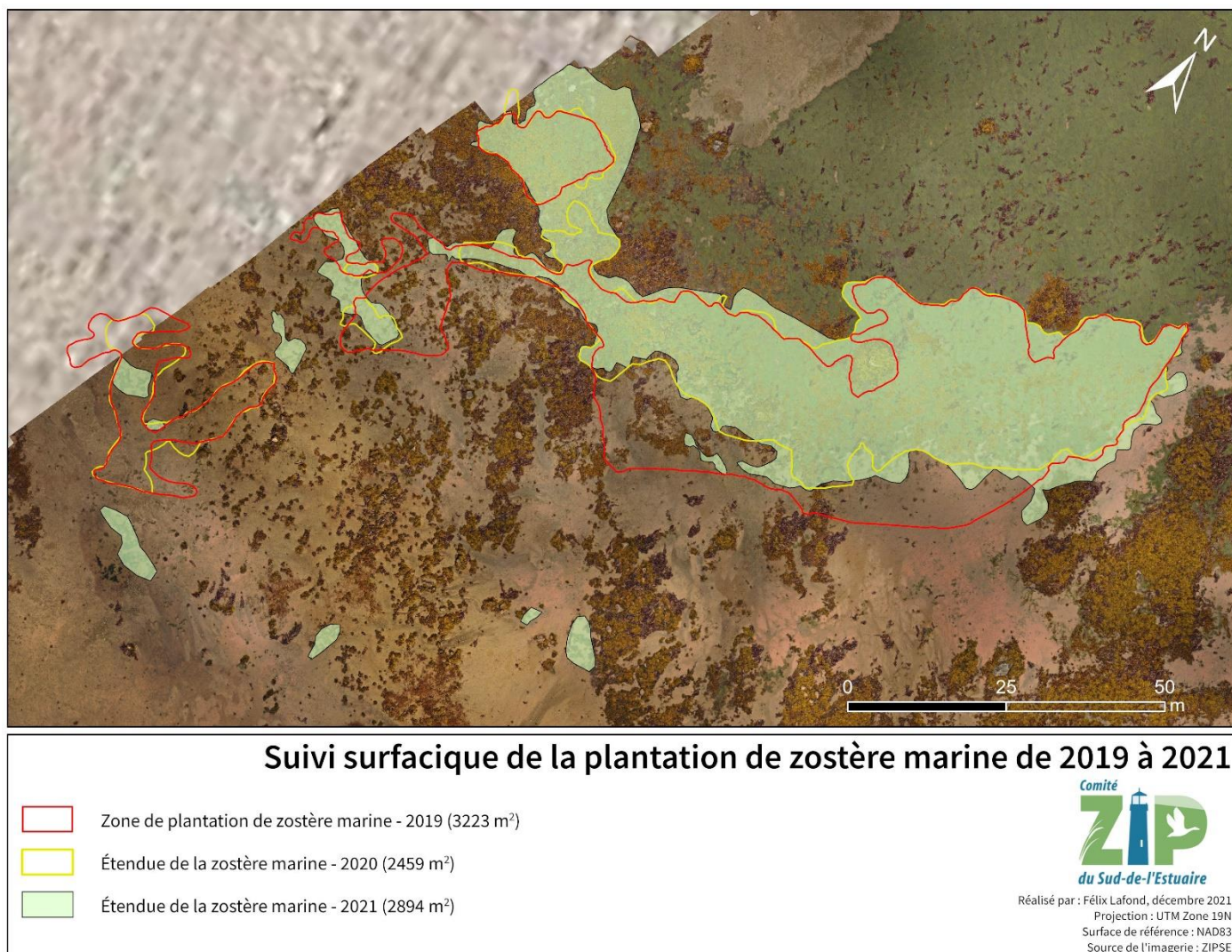


Figure 3. Suivi surfacique de la plantation de zostère marine de 2019 à 2021

Suivi végétal du marais

Aucune des parcelles de suivi des plantations de spartine alterniflore n'a été retrouvée. Il semblerait que le milieu, situé près de l'embouchure de la rivière Trois-Pistoles, soit trop dynamique, pour l'établissement d'un marais salé à spartine alterniflore. L'ensemble de la zone de plantation a été recouvert d'une couche de sédiments sablo-silteux rendant pratiquement impossible la croissance de la spartine. Il est probable que la proximité de l'embouchure de la rivière soit en cause. Une quantité importante de sédiments est charriée directement par la rivière et la zone de plantation se retrouve sur une zone de dépôt qui a enseveli et étouffé les unités de spartine transplantées. De plus, le débit d'eau important de la rivière en période de crue a pu épisodiquement avoir une influence sur la survie de certaines unités, celles-ci ayant pu être arrachées par la force de l'eau et le mouvement des glaces.

Il est important de noter qu'il s'agit du seul site dans le cadre de notre projet *Restauration d'habitats côtiers sur la rive de l'estuaire du Saint-Laurent* pour lequel la revégétalisation d'un marais salé à spartine alterniflore n'a pas fonctionné. Comme mentionné précédemment, la localisation du site à proximité de l'embouchure de la rivière Trois-Pistoles a engendré de l'ensablement de la spartine alterniflore.

Suivi végétal de la plage

Le suivi végétal de la plage concerne les plantations d'élymes des sables d'Amérique, d'ammophile à ligules courtes et de rosiers inermes, implantées sur la recharge sédimentaire. Pour ces suivis, nous avons maintenu le protocole des dernières années (voir Pothier et col. 2018) et nous avons également réalisé un suivi surfacique des plantations à l'aide d'images aériennes.

Nous avons observé une bonne croissance des végétaux et une augmentation du pourcentage de recouvrement des parcelles entre les suivis de juin et septembre (Figure 4). Ces résultats expriment simplement la croissance saisonnière dans nos parcelles. Dans une approche plus spécifique, les parcelles d'élymes (EL1 à EL8) ont enregistré une augmentation moyenne de 11,7 % de la surface de recouvrement, la parcelle d'ammophiles (AM1) a enregistré une augmentation de 45 % de la surface de recouvrement et les parcelles de rosiers (R1 à R4) ont enregistré une augmentation moyenne de 0,5 % de la surface de recouvrement.

En ce qui concerne les parcelles R2 et R5, il est difficile d'établir une cause certaine expliquant la diminution de la surface de recouvrement des parcelles. Malgré ce léger recul, les plants semblaient en très bonne santé d'après nos observations (Figure 5) et tout porte à croire que ceux-ci continueront de croître dans les prochaines années.

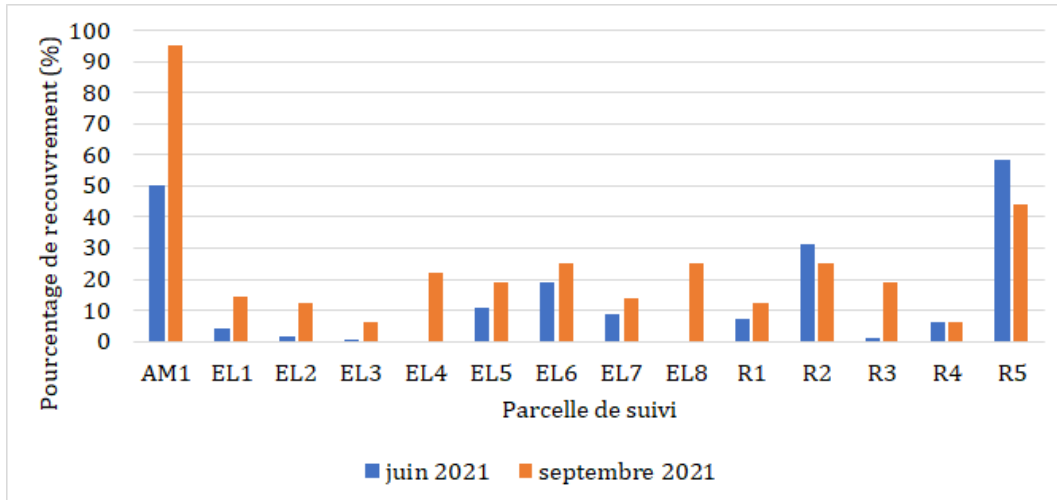


Figure 4. Pourcentage de recouvrement végétal des parcelles situées sur la plage



Figure 5. Parcelles de suivi R2 (gauche) et R5 (droite), septembre 2021.

En ce qui concerne la hauteur moyenne des plants d'élyme des sables, de rosiers inermes et d'ammophiles à ligules courtes, nos résultats indiquent une croissance moyenne d'environ 13 cm sur l'ensemble des parcelles pour la saison estivale 2021 (Figure 7). Certaines parcelles se démarquent avec des augmentations de 32 cm (EL2) et 22 cm (R5). Concernant la parcelle EL8, il fut impossible de comparer les résultats puisque la parcelle était absente lors du suivi de juin. Elle fut réinstallée par la suite pour le suivi de septembre. En somme, l'ensemble des parcelles enregistre

une bonne croissance, ce qui permet de déduire que les plants sont en bonne santé et que leur développement continuera dans les années à venir.

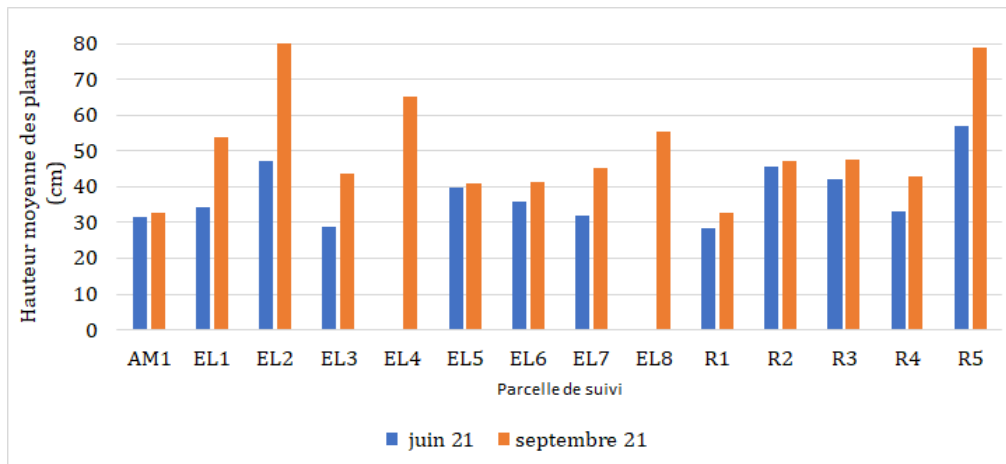


Figure 6 : Hauteur moyenne des plants dans les parcelles situées sur la plage

Évolution des plantations entre 2019 et 2021

Pour ce qui est du pourcentage de recouvrement des parcelles (Figure 8), nous avons analysé la variation entre les résultats entre 2019 et 2021. Nous avons ainsi un portrait de l'évolution de nos plantations après trois années de croissance. Les résultats obtenus sont très encourageants, la majorité des parcelles enregistrent une augmentation du recouvrement végétal. En moyenne, les parcelles ont enregistré une augmentation de 17,3 % de la surface recouverte par nos végétaux plantés. Il est important de souligner l'excellent résultat obtenu pour la plantation d'ammophiles à ligules courtes avec une augmentation de 84,7 % sur 3 ans. Il s'agit presque du double de la surface initialement recouverte après une saison de croissance. Seule la parcelle R4 enregistre une diminution du pourcentage de recouvrement. Il est difficile pour nous d'expliquer ce résultat, d'autant plus que la parcelle semble malgré tout en bonne santé. Un suivi les prochaines années permettra de répondre à nos questionnements.

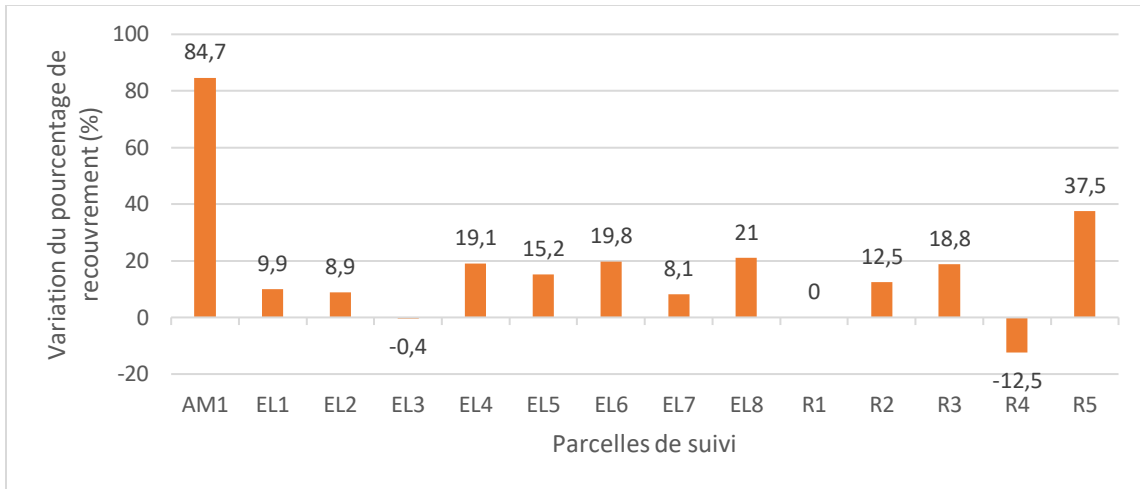


Figure 7 : Variation du pourcentage de recouvrement entre 2019 et 2021 pour les parcelles situées sur la plage.

Nous avons également réalisé un suivi surfacique de la plantation à l'aide des orthophotographies prises annuellement. La morphologie de la recharge s'est modifiée entre 2019 et 2021 (voir suivi géomorphologique). La partie la plus à l'ouest a été érodée alors que la partie s'est étendue (Figure 9). De cette façon, nous avons également observé une augmentation de l'étendue de notre plantation équivalente au déplacement de la recharge. En l'espace de trois ans, l'étendue de la plantation a augmenté de 374 m², soit une augmentation de 49 %. Il est important de mentionner que nous avons replanté quelques centaines de nouveaux plants d'élymes des sables d'Amérique en 2021 afin de conforter la plantation étendue et de maximiser la reprise dans cette nouvelle zone formée par le déplacement de la recharge.

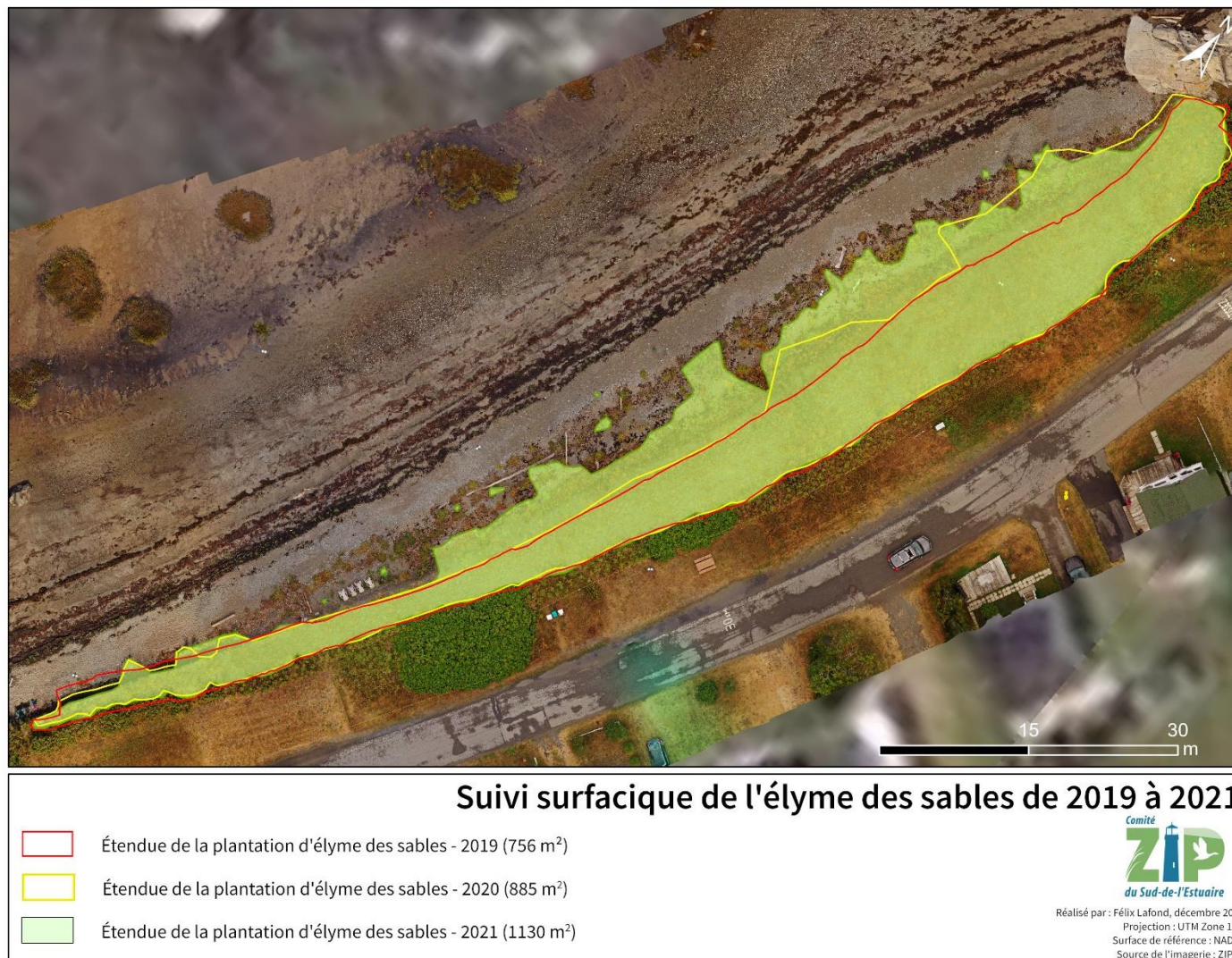


Figure 8 : Suivi surfacique des plantations sur la recharge sédimentaire de 2019 à 2021.

En ce qui concerne le décompte du nombre de plants par parcelle, les résultats sont tout aussi encourageants (Figure 10). En comparant nos résultats de la première et de la dernière année de suivi, nous constatons que la mortalité des plants est tout à fait acceptable. Le taux de mortalité moyen dans nos parcelles de suivi est d'environ 11 % sur trois ans. Il est intéressant de constater que les parcelles R2 et R3 ont quant à elles vu le nombre de plants augmenté après trois années de croissance. Il s'agit probablement de drageons indiquant la bonne santé et la vivacité de nos plantations. Les parcelles EL2 et EL4 ont quant à elles enregistré le plus haut taux de mortalité, soit respectivement 78 % et 75 % de mortalité. Ceci n'a cependant pas eu une énorme influence sur la croissance des plants au sein de la parcelle, car ces deux parcelles enregistrent également une augmentation du pourcentage de recouvrement (Figure 8).

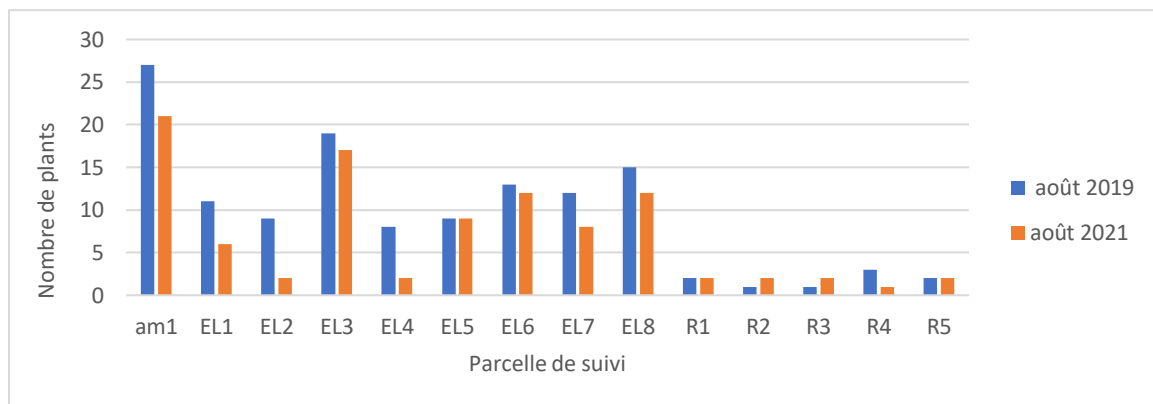


Figure 9 : Comparaison du décompte du nombre de plants par parcelle de suivi entre 2019 et 2021.

À la vue de ces résultats, nous pouvons conclure que la plantation sur la recharge sédimentaire est une réussite. Le faible taux de mortalité, la bonne croissance annuelle des plants, l'augmentation de la surface de recouvrement des parcelles de suivi et l'augmentation de l'étendue globale des plantations sont tous des indicateurs de l'efficacité de nos travaux de plantation et du potentiel de croissance pour le futur.

Suivi ichthyologique

L'inventaire ichthyologique de 2021 a été réalisé entre le 23 et le 25 août. Il souligne la fin de quatre années d'inventaire (inventaire de caractérisation en 2018 et trois années de suivi ensuite) sur le site de restauration de l'herbier de zostère marine (*Zostera marina*) et du marais salé à spartine alterniflore (*Sporobolus alterniflorus*) à Notre-Dame-des-Neiges. Le verveux fut installé à 500 m de la côte, au début de l'herbier dense de zostère marine situé entre les zones d'extraction et de transplantation de 2019. Les traits de senne furent quant à eux, réalisés le long de la rive, légèrement à l'est de la recharge sédimentaire afin d'éviter de heurter les blocs et les affleurements rocheux avec le filet. (Figure 11). Pour plus de détails sur la méthodologie utilisée lors de l'inventaire, se référer au protocole de Noël et coll., 2020.

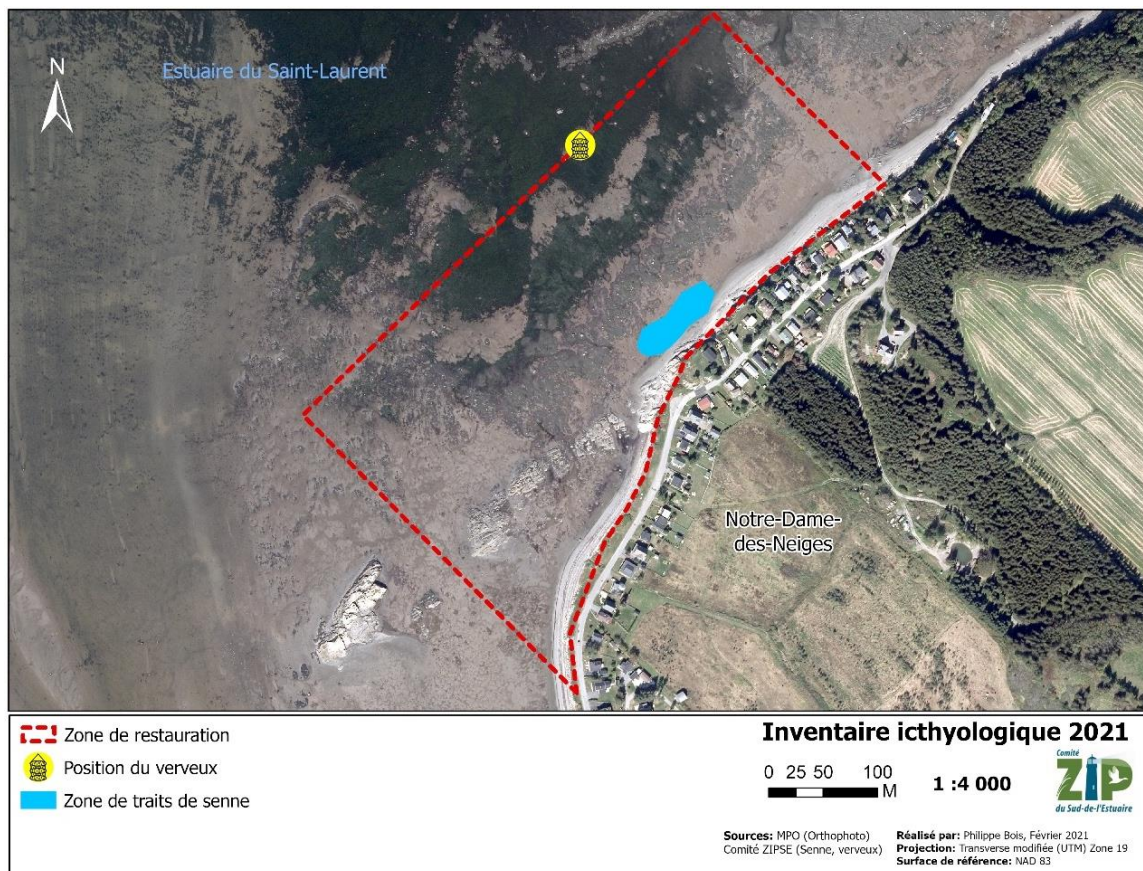


Figure 10. Emplacement du verveux et zone de traits de senne à menés en 2021.

Il est important de noter que le verveux et la senne sont des engins de pêche conçus pour la capture de différentes espèces de poissons. Le verveux est fixé au sol et cible les espèces plus au large, souvent plus mobiles et plus grandes, alors que la senne est actionnée par deux personnes en déplacement et capture de plus petits poissons

moins mobiles près du rivage. La combinaison de ces deux engins de pêche permet donc de dresser un portrait plus global de la biodiversité présente sur un site d'étude.

Le verveux fut utilisé sur une période de trois cycles de marées et a été relevé et vidé de ses poissons capturés à trois reprises. À chaque marée basse, les poissons piégés dans le verveux furent dénombrés, identifiés puis relâchés non loin du site de capture. Parmi chacune des espèces, trente individus choisis aléatoirement furent également mesurés.

Trois sessions de 3 traits de senne ont également été réalisées le long de la rive, devant le site de restauration (Figure 11). La méthode de récolte de données pour les poissons capturés à la senne fut la même que pour les inventaires au verveux et tous les poissons ont également été remis à l'eau. Beaucoup de rochers se trouvaient sur la trajectoire du filet, limitant son efficacité dans l'eau.



Figure 11. Pêche au verveux réalisé le long de la rive devant la zone de restauration.

Comparaison des paramètres physico-chimiques entre 2018 et 2021

Pour chacun des inventaires, des mesures de température, de salinité et du pH de l'eau ont été prises à partir du rivage à l'aide d'une sonde *Hanna HI9829 Multiparameter*. Une nette augmentation de la température de l'eau est enregistrée entre 2018 et 2021. Le pH quant à lui, demeure assez stable et se situe en moyenne autour de 8,09. Quant à la salinité, celle-ci bascule d'une année à l'autre (Tableau 1). Le site étant situé à l'embouchure de la rivière Trois-Pistoles, il est possible que la dynamique des masses d'eau douce de la rivière qui rencontrent les eaux salées et les marées de l'estuaire maritime du Saint-Laurent ait un effet sur la turbidité et les paramètres physico-chimiques de l'eau. C'est pourquoi on observe un écart de plus de 15,32 psu¹ entre 2018 et 2019, par exemple. Le nombre d'espèces et leur abondance annuelle sont aussi mentionnés à titre indicatif (Tableau 1). Selon les résultats, il ne semble pas y avoir de corrélation possible entre les changements de paramètres physico-chimiques et les fluctuations d'abondance et de diversité ichtyofaunique d'une année à l'autre.

Tableau 1. Comparaison des paramètres physico-chimiques de l'eau et des données sur les captures des inventaires de 2019, 2020 2021.

Année	Date	Degrés Celsius	pH	Salinité (psu)	Nb d'espèces de poisson	Nb d'individus
2018	5 au 7 septembre	12,31	8,33	33,15	5	758
2019	27 au 29 août	15,69	8,09	17,83	8	5 261
2020	24 au 26 août	13,18	7,97	27,75	3	5 561
2021	23 au 25 août	16,24	8,21	28,45	5	1 002
Total					10	12 582

Abondance spécifique en 2021

Au total, 1 002 individus de 5 espèces de poissons (Tableau 2) furent capturés à l'aide des deux engins de pêche en 2021. Le gastérostéidé non identifié à l'espèce est une épine à trois épines ou une épine tachetée. Il n'a pas été possible d'identifier à l'espèce lors des inventaires.

1 Practical Salinity Unit ou unité de salinité pratique

Tableau 2. Abondance par espèces capturées en 2021.

Espèces		Nombre
Nom français	Nom latin	
Épinoche sp.	<i>Gasterosteus sp.</i>	766
Épinoche à quatre épines	<i>Apeltes quadracus</i>	16
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>	218
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	1
Poulamon atlantique	<i>Microgadus tomcod</i>	1
Total		1 002

Parmi les cinq espèces capturées en 2021, un nombre élevé d'épinoche sp., d'épinoche à quatre épines et d'éperlan arc-en-ciel traduit l'abondance d'espèces-proies dans ce secteur. Un poulamon atlantique ainsi qu'une anguille d'Amérique figure également parmi les espèces pêchées (Figure 13). L'anguille d'Amérique avait déjà été identifiée lors de précédents inventaires ces dernières années. Somme toute, le site de Notre-Dame-des-Neiges a offert l'abondance et la diversité les plus élevées en ce qui a trait aux espèces de la famille des *Gasterosteidae* dans les 6 sites suivis par le comité ZIPSE.



Figure 12. Quelques espèces capturées à la senne et au verveux en 2021.

C'est à l'aide du verveux que le plus grand nombre de poissons fut capturé (542 poissons). C'est également avec cet engin de pêche qu'on observe la totalité des espèces recensées. Les principales espèces capturées étaient l'épinoche sp. (*Gasterosteus* sp.), qui correspondait à 76 % des captures et l'éperlan arc-en-ciel avec 218 individus. La majorité des épinoches à quatre épines ainsi que le poulamon atlantique et l'anguille d'Amérique ont également été capturés à l'aide du verveux dans ce secteur (Tableau 2).

La senne a permis de récolter 460 individus. Seulement trois espèces différentes ont été recensées à l'aide de cet engin mobile. L'épinoche sp. (*Gasterosteus* sp.) était l'espèce dominante lors de ces pêches en eaux peu profondes, suivi de cinq épinoches à quatre épines et de quelques éperlans arc-en-ciel (Tableau 2). À noter qu'un nombre quasi égal de *Gasterosteus* sp. fut pêché à l'aide des deux engins de pêche. Cela indique entre autres que l'espèce fréquente l'ensemble des habitats côtiers, près de la rive et plus au large.

Bilan des quatre années d'inventaires (2018-2021)

Au total, les quatre années ont permis de capturer plus de 12 582 poissons répartis en 10 espèces distinctes (Tableau 3). Le nombre total de poissons pour l'année 2019 et 2020 correspond en moyenne à 4 300 individus de plus qu'en 2018 et 2021. L'écart majeur entre ces quatre années d'inventaire suscite bien des questionnements.

Toutefois, bien qu'on observe une plus forte abondance pour 2020, la diversité spécifique est la moins élevée des quatre inventaires. L'année 2019 présente la diversité spécifique la plus élevée des quatre années. Il est probable que l'abondance soit reliée à la présence ou non de bancs de poissons au moment de l'inventaire, aux conditions météorologiques et marégraphiques ou encore au cycle migratoire des espèces. Bref, plusieurs variables doivent être considérées.

Parmi les 12 735 poissons capturés, l'épinoche à trois épines et/ou l'épinoche tachetée (*Gasterosteus sp.*) trône au sommet de la liste en termes d'abondance spécifique. La présence en grand nombre de ces petits poissons dans l'herbier de zostère marine est importante puisque ce sont des poissons-proies pour bon nombre de poissons prédateurs ainsi que plusieurs oiseaux. D'ailleurs, bon nombre d'éperlan arc-en-ciel et de bars rayés viennent s'y alimenter. Plus de 7 933 épinoches sp. ont été capturées en quatre ans. L'année 2019 semble avoir battu tous les records, avec plus de 3 623 individus capturés à la senne et au verveux. L'abondance des bancs d'épinoche sp. pêchée en 2020 est également très encourageante. Toutefois, on observe une baisse marquée de cette abondance en 2021, soit en moyenne 2 500 individus de moins par rapport à 2018 et 2019 et ce, même si quelques bancs de plus de 300 individus furent recensés

Tableau 3. Liste des espèces de poissons pêchés entre 2018 et 2021.

Espèce		Nombre
Nom français	Nom latin	
Épinoche sp.	<i>Gasterosteus sp.</i>	7933
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>	4305
Bar rayé	<i>Morone saxatilis</i>	247
Lançon	<i>Ammodytes americanus</i>	63
Épinoche à quatre épines	<i>Apeltes quadracus</i>	16
Épinoche à cinq épines	<i>Culaea inconstans</i>	8
Plie rouge	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	4
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	3
Poulamon atlantique	<i>Microgadus tomcod</i>	3
Plie lisse	<i>Pleuronectes putnami</i>	1
Total général		12 735

La deuxième espèce la plus pêchée est l'éperlan arc-en-ciel avec 4 305 individus capturés au total. Leur présence suscite l'attention puisque l'espèce est désignée vulnérable depuis 2005 en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec. D'ailleurs, l'espèce fait l'objet d'un suivi annuel dans le cadre du Plan de

rétablissement de la population de l'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent (Figure 14).

Sur les quatre années d'inventaire, on remarque une diminution du nombre de bars rayés bien que 183 individus aient été pêchés en 2019. Même si cette espèce est la troisième la plus pêchée pour ce site (247 individus au total), aucun poisson ne fut capturé en 2021. Les années 2018 et 2020 sont similaires quant au nombre d'individus capturés. Cette baisse est également remarquée sur les autres sites de suivi du comité ZIPSE (Île-aux-Grues, Rivière-Ouelle, Saint-André-de-Kamouraska et Notre-Dame-du-Portage).

À noter que le bar rayé a fait l'objet d'un projet de réintroduction dans le fleuve Saint-Laurent à partir de la population de la rivière Miramichi (Pelletier et coll. 2011). Cette réintroduction est un succès puisque quelques frayères ont été identifiées dans certains affluents du Saint-Laurent (Valiquette coll. 2018). L'espèce est annuellement suivie par l'équipe de rétablissement du bar rayé et ses collaborateurs.

D'autres espèces ont aussi suscité notre intérêt. L'anguille d'Amérique, pêchée en 2018, 2019 et en 2021, fait l'objet d'un statut particulier. En effet, elle est désignée préoccupante par le COSEPAC depuis 2006. Bien que la population soit en diminution, elle n'est toutefois pas inscrite à la liste des espèces désignées menacées ou vulnérables en vertu de la Loi sur les espèces en péril au Canada (Gouvernement du Canada, 2015). Son observation demeure notable puisqu'elle fait l'objet d'un suivi spécial par le Comité scientifique de l'anguille d'Amérique (Comité scientifique sur l'anguille d'Amérique, 2019). La combinaison de facteurs naturels et la pêche commerciale de cette espèce posent un enjeu à l'égard des populations d'anguille d'Amérique dans l'est du Canada (Caron, Dumont, Mailhot et Verreault. 2007).

La présence de quelques autres espèces, telles que la plie lisse, la plie rouge, le poulamon atlantique, le lançon et d'autres espèces d'épinoches est également importante puisqu'elles jouent un rôle important dans la diversité écologique du fleuve Saint-Laurent (Figure 15).

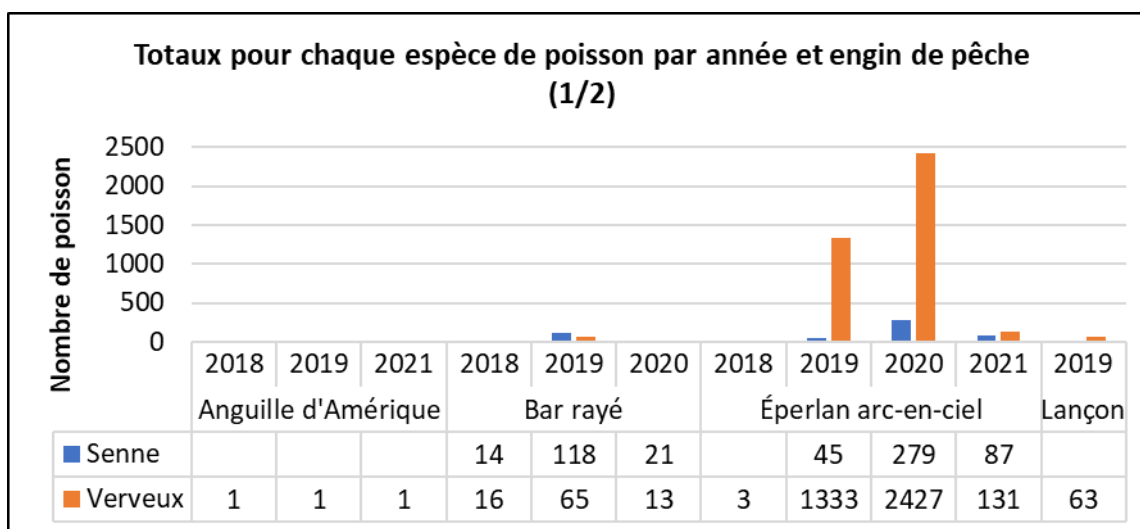


Figure 13. Comparaison du nombre de poissons capturés à la senne et au verveux entre 2018 et 2021 (1/2).

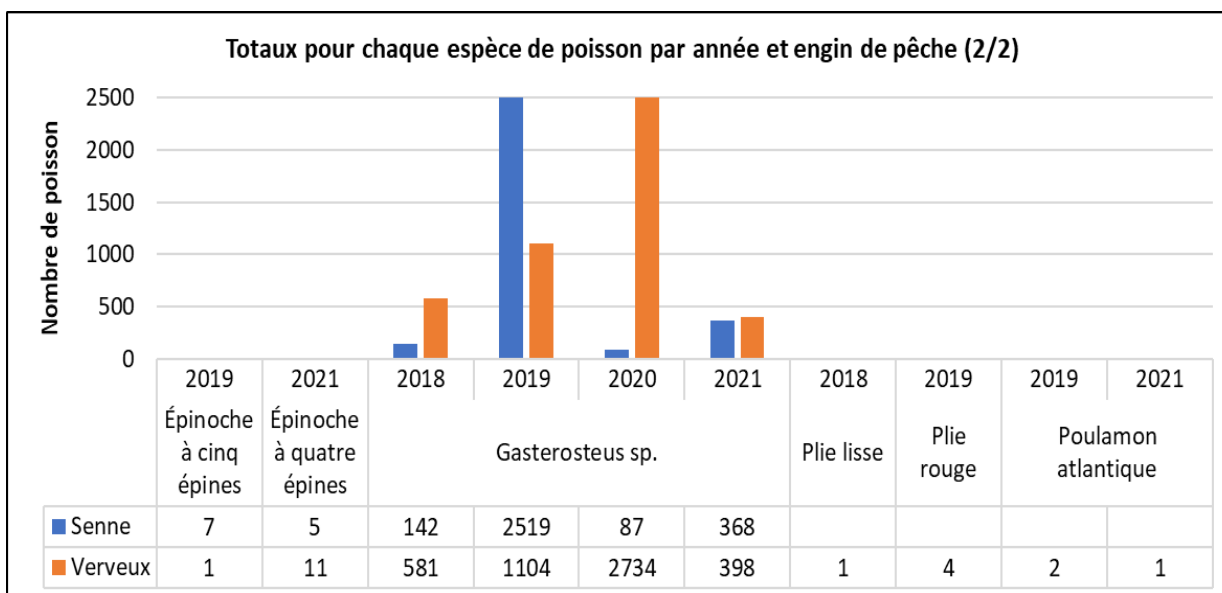


Figure 14. Comparaison du nombre de poissons capturés à la senne et au verveux entre 2018 et 2021 (2/2).

Stades de croissances des poissons sur quatre années

À la figure 16, le graphique en « boîtes à moustaches » représente les tailles moyennes et les extrêmes pour chaque espèce. Les tailles moyennes dans les quartiles minimaux et maximaux sont illustrées par le haut et le bas des boîtes ; la moyenne est représentée par un X dans les boîtes ; les moustaches (lignes en forme de « T » en haut

et bas des boîtes) illustrent les tailles maximales et minimales moyennes et les points les mesures extrêmes.

La présence de spécimens matures et juvéniles chez plusieurs des espèces rencontrées indique une diversité de stade de croissance sur le site (Figure 16). C'est entre autres le cas de l'anguille d'Amérique, le poulamon atlantique et de l'ensemble des individus de la famille des Gasterosteidae. Les épinoches mesuraient en moyenne 2,3 cm, avec quelques exceptions de taille allant de 4 à 6 cm. C'est le cas entre autres de quelques spécimens gravides, c'est-à-dire que ces poissons portaient fort probablement des œufs (Figure 17).

Les éperlans arc-en-ciel mesurés étaient majoritairement au stade juvénile en 2021 avec une taille moyenne de 4,9 cm. Ils étaient de taille légèrement inférieure en 2019 (4,3 cm) et 2020 (3,9 cm), et ce, en nombre beaucoup plus élevé. Quelques individus étant à la fin de leur stade juvénile furent également pêchés. Ce petit poisson est source de nourriture pour bon nombre d'espèces comme le bar rayé (Robitaille et coll. 2010). Ainsi, il joue un rôle important dans la chaîne alimentaire. La frayère occupée la plus près du site se trouve à Rivière-du-Loup. Un monitoring de la rivière Trois-Pistoles également réalisé par l'équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel et l'organisme de bassins versants du Nord-Est du Bas-Saint-Laurent (OBVNEBSL) a démontré que l'espèce y fraie à nouveau en très petit nombre (OBVNEBSL comm. pers. 2021).

Les 160 bars rayés mesurés étaient également des juvéniles d'une taille moyenne de 6 cm. La présence de jeune bars rayés dans l'herbier de zostère marine est encourageante, mais requiert une attention particulière puisqu'elle représente potentiellement une source de danger pour la survie des éperlans arc-en-ciel au stade

juvénile. Toutefois, aucun spécimen adulte ne fut recensé sur ce site lors des quatre années d’inventaires.

L’ensemble des plies capturées était de stade juvénile. Le lançon, fut intéressant à observer et contribue, au même titre que les plies, à la biodiversité du site.

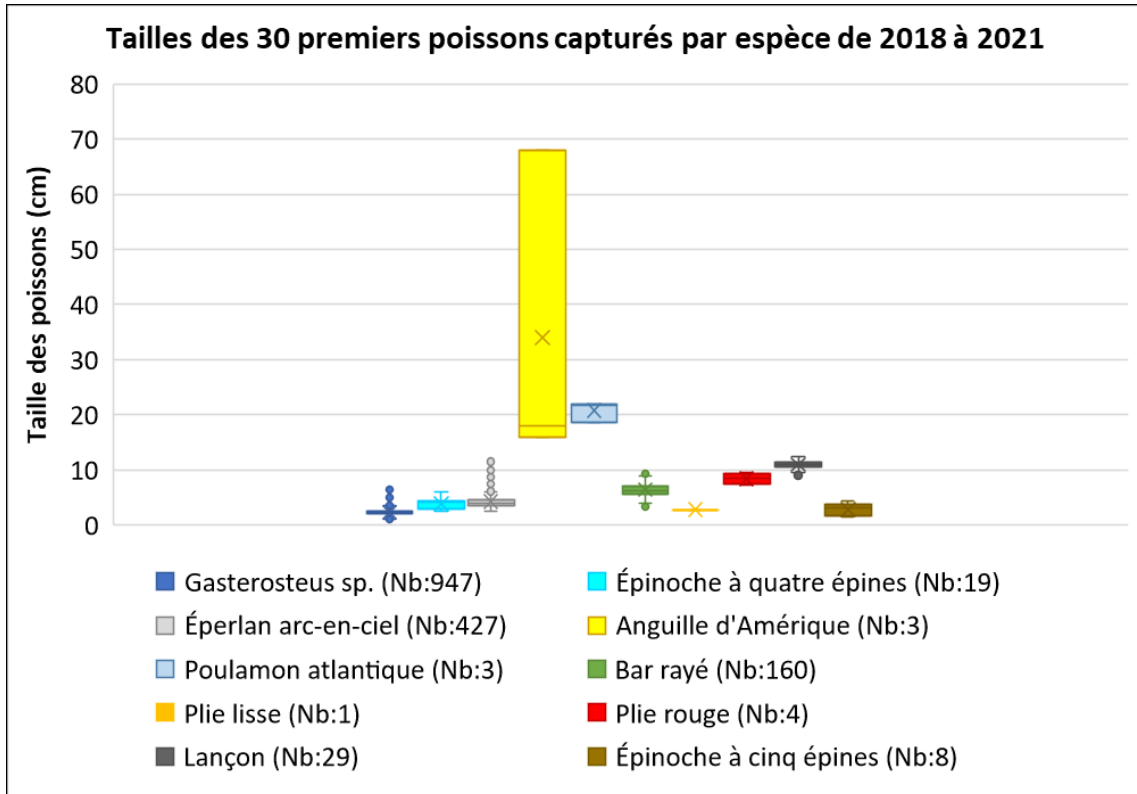


Figure 15. Taille des poissons (cm) capturés à la senne et au verveux entre 2018 et 2021.

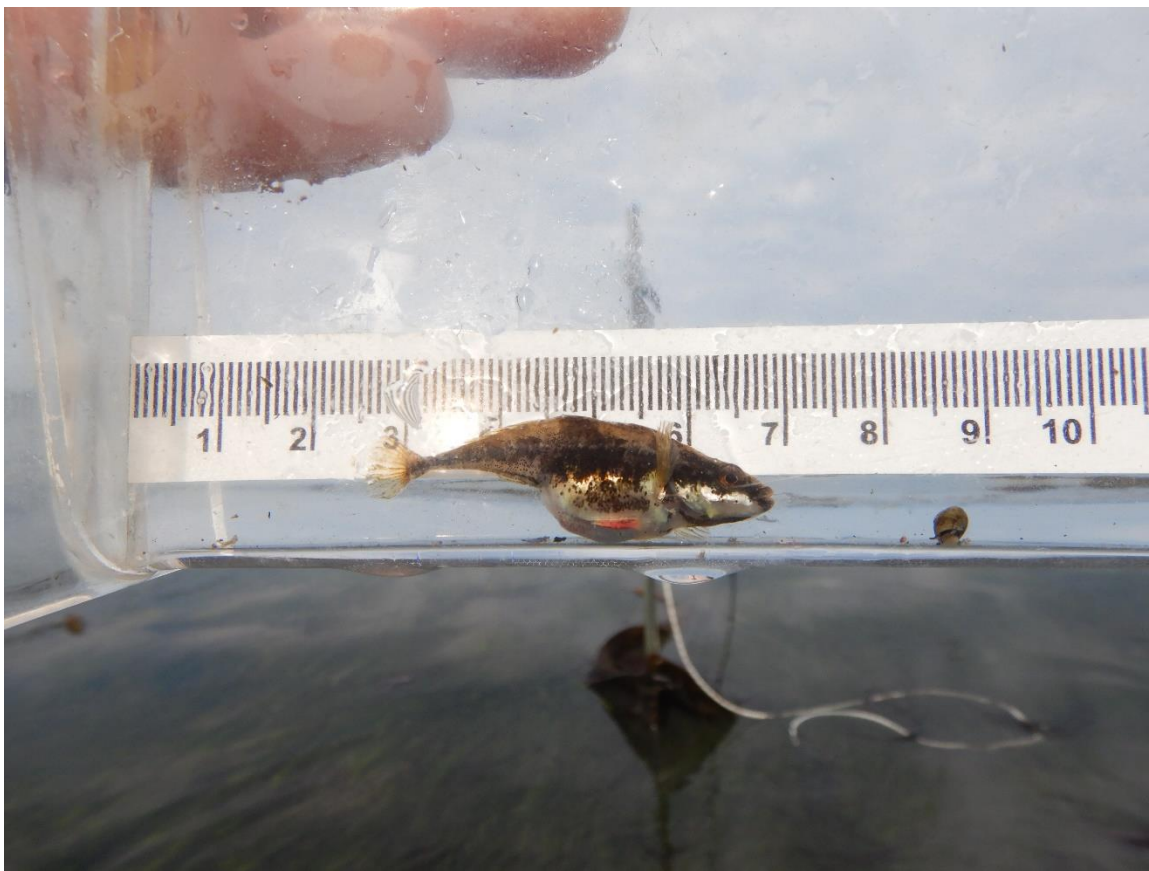


Figure 16. Épinoche à quatre épines gravide.

Conclusion des inventaires ichtyologiques

Finalement, le secteur compris entre l'embouchure de la rivière des Trois-Pistoles et le site de restauration renferme une faune ichtyenne typique de l'amont de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, là où la salinité s'apparente à l'eau de mer et où de grands herbiers de zostère marine sont présents. Cette dynamique hydrique combinée à la présence d'habitats aquatiques offre les conditions parfaites pour observer une variété de stades de croissances des espèces. En effet, certaines espèces y résident à l'année, se reproduisent, migrent et sont soit, des espèces prédatrices soit, des proies. Les quantités importante de captures d'éperlans arc-en-ciel et d'épinoches sont attribuables à la présence de l'herbier de zostère de marine qui leur fournit abris, couvert de fuite et nourriture. Ces herbiers supportent des populations d'invertébrés benthiques à la base de la chaîne alimentaire de la côte. Les poissons utilisent ce secteur nourricier lors de stades différents de leur vie selon la saison, ce qui explique que des juvéniles et des adultes ont été retrouvés et parfois pour une même espèce comme l'anguille par exemple.

Au terme de ces trois années d'inventaire ichtyologique à Notre-Dame-des-Neiges, le comité ZIPSE a pu observer une importante diversité d'espèces de poissons. C'est aussi le site parmi les 5 sites suivis dans le cadre de ce projet où les plus hautes abondances d'éperlan arc-en-ciel et d'épinoche sp. ont été observées. Cela nous conforte à l'idée qu'il est important de préserver un écosystème aussi riche et exceptionnel.

Suivi géomorphologique

Cette section présente les résultats du suivi géomorphologique réalisé en 2021 sur la zone où la recharge de plage a été effectuée à l'été 2019. L'intérêt des suivis interannuels est d'évaluer les variations morphologiques de la plage afin de s'assurer de sa pérennité au fil des années.

Suivi topographique et volumétrique

Afin d'assurer un suivi adéquat de la recharge de plage, un levé d'imagerie par drone (*DJI Mavic 2 Pro*) a été effectué le 28 octobre 2021. Pour couvrir la zone d'intervention, 425 photos ont été prises à une altitude de 15 mètres, permettant de produire un modèle numérique d'élévation (MNE) ainsi qu'une orthomosaïque à haute résolution grâce au logiciel *Metashape* d'*Agisoft*. Des cibles placées au sol lors du survol, et dont les coordonnées X, Y et Z ont été enregistrées avec un DGPS, permettent de calibrer le modèle et d'assurer une grande précision des données. Le drone, utilisé depuis le printemps 2021 par le comité ZIPSE, s'avère être une méthode plus efficace que la plateforme SIMBA utilisée précédemment pour les levés d'imagerie. En plus d'être très polyvalent et d'avoir une plus grande fenêtre d'utilisation, les images récoltées sont plus précises, facilitant la production des modèles par la suite. Or, comme le présent suivi compare les données de 2021 (drone) et celles de 2020 (SIMBA), il a été nécessaire de recalibrer les images de septembre 2020 pour avoir un maximum de précision. Cependant, bien que les sources d'erreurs dans le calcul du volume soient plus limitées que par le passé, il subsiste toujours une faible marge d'incertitude liée au traitement de ces données.

Évolution volumétrique

Le calcul du volume de la plage a été fait à partir des levés du 28 octobre 2021 et du 3 septembre 2020 sur une zone de 3 735 m². La zone de calcul a été modifiée par rapport aux suivis précédents ; la portion haute de la recharge de plage a été soustraite du calcul puisqu'elle est fortement végétalisée et induirait une grande imprécision dans le calcul du volume sédimentaire² (Figure 17), tandis que la portion

² Cette portion correspond au plateau qui a été végétalisée en 2019, et qui est demeurée très stable depuis. Seulement la bordure à proximité de la microfalaie est incluse dans le calcul du volume. La même zone est utilisée pour le calcul de 2020 et de 2021.

basse de la zone a été ajoutée afin de tenir compte de l'élargissement de la plage. L'outil *Surface Volume* du logiciel *ArcGIS 10.7* a permis de calculer le volume à l'intérieur de cette zone à partir du MNE de septembre 2020 et d'octobre 2021. L'altitude la plus basse mesurée le long de la flexure (0,30 m) est utilisée comme plan de référence pour le calcul de volume.

Le volume calculé en date du 3 septembre 2020 est de 6 179 m³. À ce volume doivent être soustraits 37 m³, soit le volume estimé des débris organiques sur la plage, pour atteindre le volume sédimentaire réel de 6 142 m³. Quant au volume calculé pour le levé du 28 octobre 2021, il est de 6 502 m³, auquel doit être soustrait un volume de débris et de végétation estimé de 85 m³, pour donc s'établir à 6 417 m³. Il s'agit donc d'un gain volumétrique de 275 m³, soit une hausse de 4,45 % par rapport au volume de septembre 2020. Cette augmentation concorde avec le précédent suivi qui faisait aussi état d'un bilan sédimentaire positif. Cela démontre également que le matériel sédimentaire issu de la recharge n'a pas été mobilisé en dehors de la zone, témoignant de l'efficacité de l'intervention sur le site.

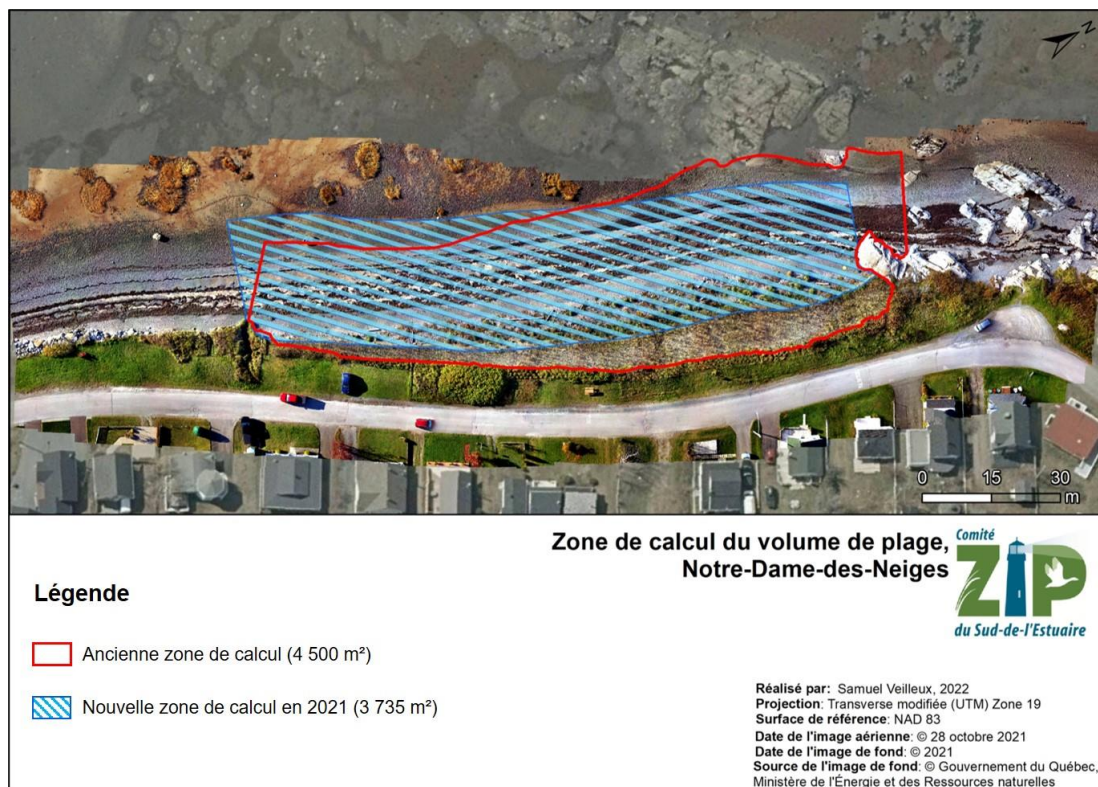


Figure 17 : Zone de calcul du volume de plage.

Évolution morphologique

La Figure 18 montre le différentiel altimétrique découlant de l'évolution volumétrique de la plage. On constate d'abord une forte accrétion (en vert) dans la portion sud de la plage, atteignant jusqu'à 0,4 mètre par endroits, aussi illustrée sur le profil 1. Un recul de la microfalaise est également observé sur ce même profil (en rouge), entraînant une érosion altitudinale de plus de 0,4 mètre. Dans la portion plus convexe de la plage, à l'extrémité nord du site, la plage a connu une légère perte altimétrique (jusqu'à 0,2 mètre). Toutefois, la haute-plage s'est avérée très stable, faisant en sorte qu'il n'y a pas de microfalaise d'érosion apparente à cet endroit (profil 3). Il est à noter que les valeurs du différentiel altimétrique entre -0,1 m et +0,1 m ne sont pas affichées avec une couleur particulière sur la carte, car il est jugé que les valeurs de cet intervalle se situent dans la marge d'erreur de calcul, et donc pas assez significatives pour être représentées.

La mobilisation des sédiments vers le bas de la plage a engendré le déplacement de la flexure vers le large, la plage se trouvant donc à être globalement plus large. C'est l'un des objectifs lors de la réalisation d'une recharge de plage, notamment comme le cas présent où l'on souhaite améliorer la résilience du milieu face aux aléas côtiers.

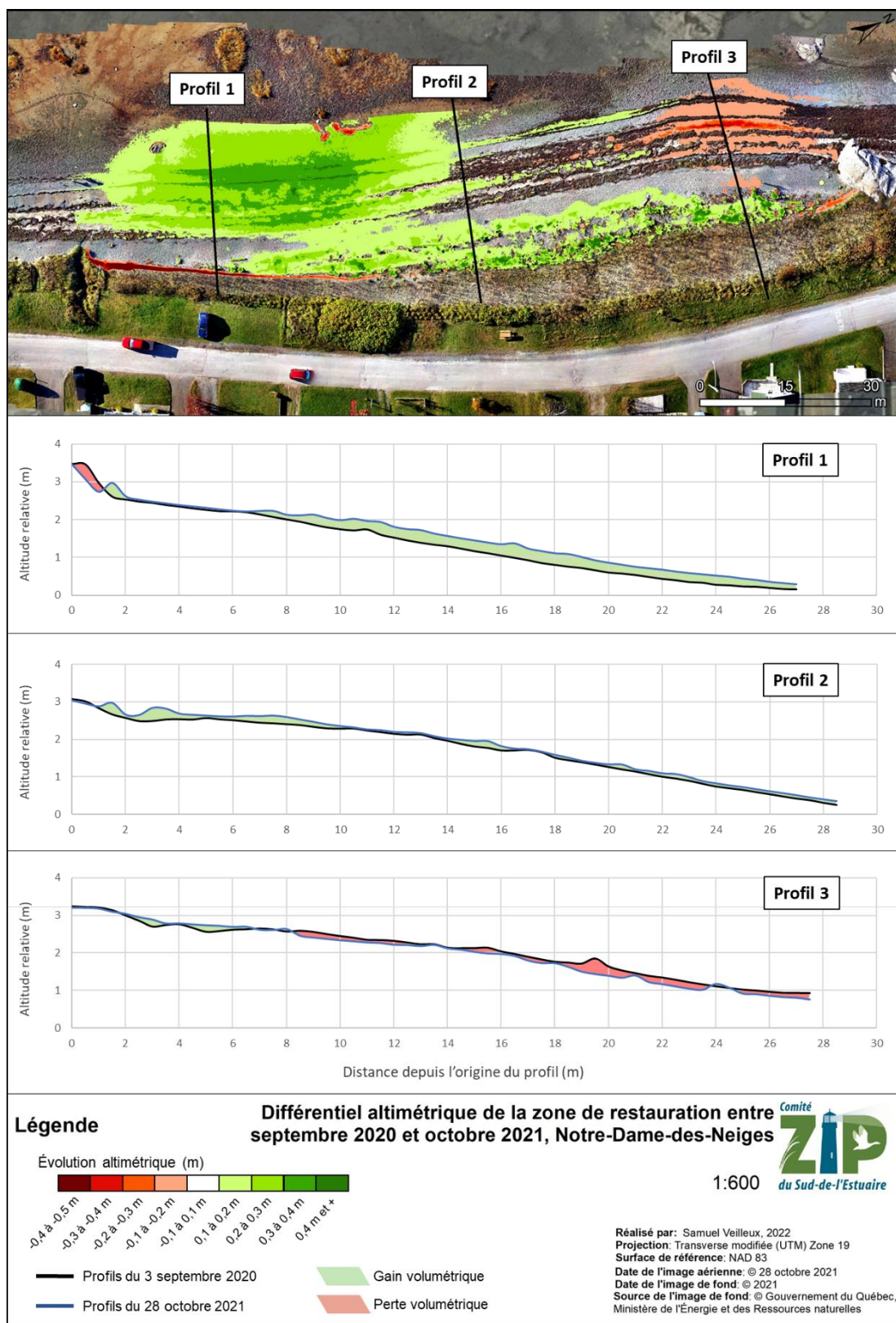


Figure 18 : Différentiel altimétrique entre septembre 2020 et octobre 2021.

Entre septembre 2020 et octobre 2021, la flexure a migré de 1,16 m en moyenne dans la zone de restauration ; par endroits, notamment près de l'extrémité sud de la recharge, celle-ci a connu une avancée de plus de 4 mètres (Figure 19). Depuis 2018, soit un an avant les travaux, jusqu'en 2021, la plage a connu un élargissement moyen de 2,91 mètres. Dans sa partie concave, le déplacement de la flexure a été particulièrement important, totalisant plus de 13 mètres (Figure 20).

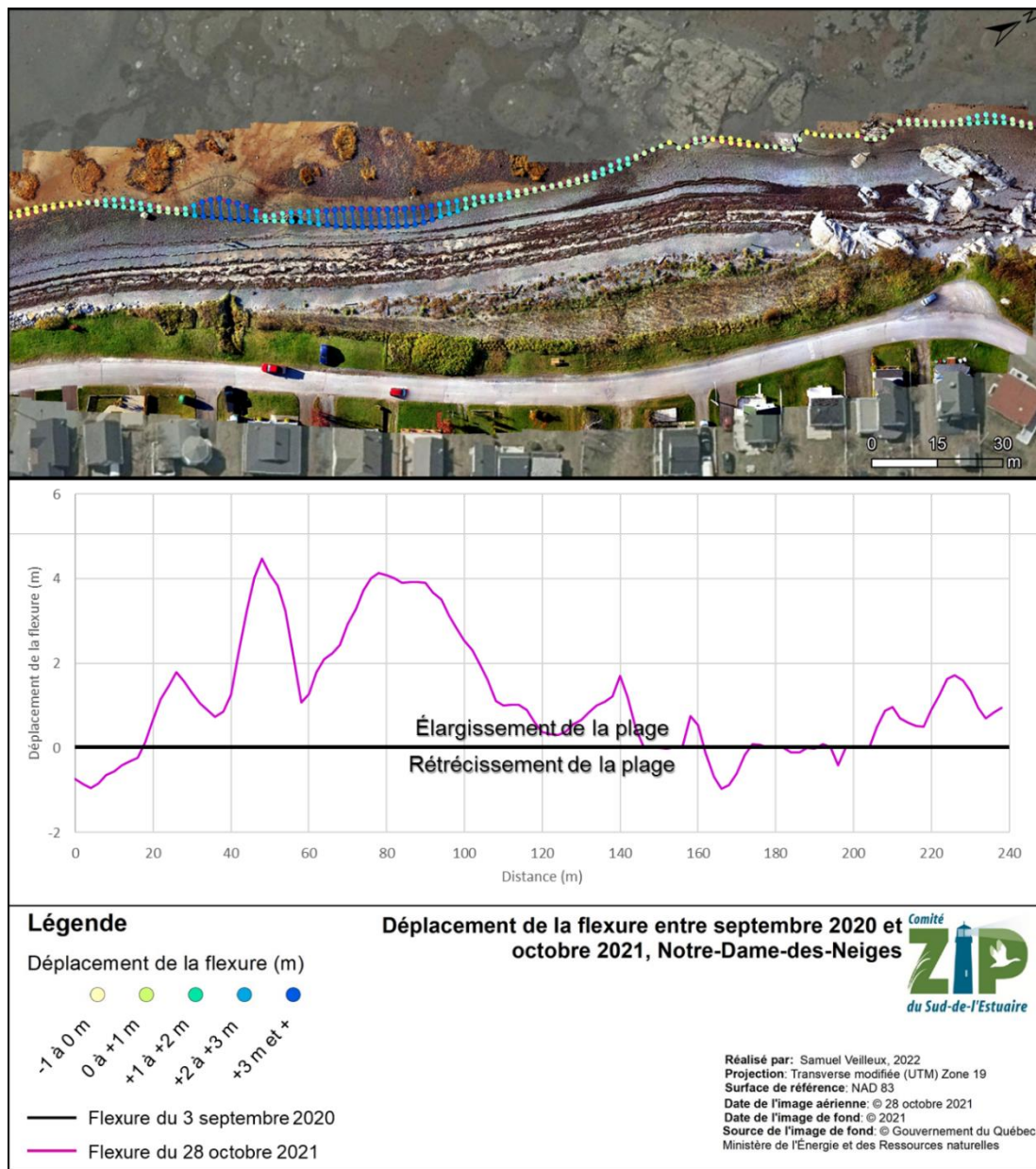


Figure 19 : Déplacement de la flexure de la plage entre septembre 2020 et octobre 2021.

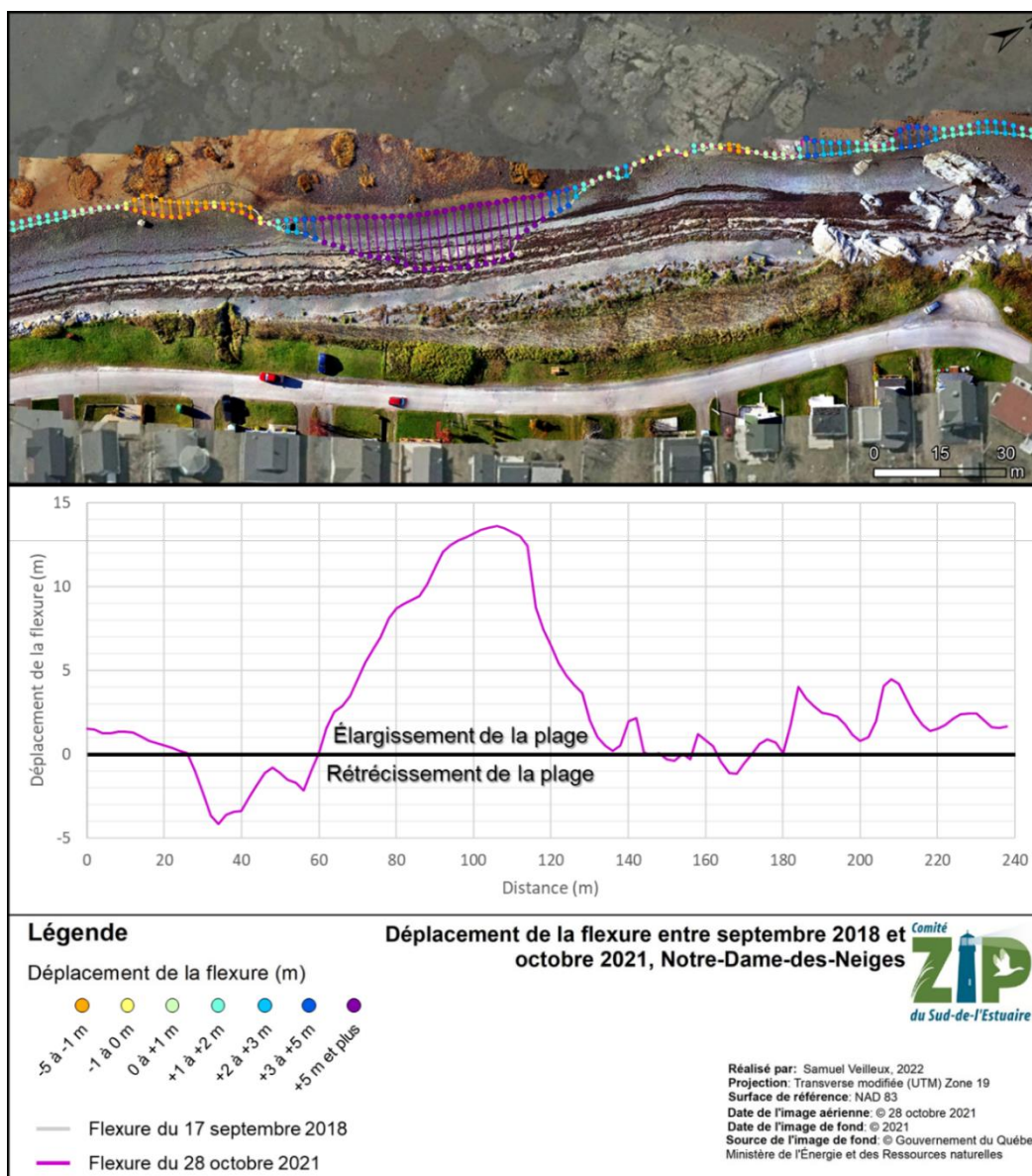


Figure 20 : Déplacement de la flexure de la plage entre septembre 2018 et octobre 2021.

À la lumière de ces observations, il semble que la plage soit en train de se linéariser progressivement. Grâce à la dérive littorale provenant du nord-est, l'érosion de la portion convexe de la plage, à l'extrémité nord de la recharge, engendre la mobilisation des sédiments vers la portion concave juste au sud. Cette accumulation est accentuée par la disponibilité sédimentaire associée à la recharge, celle-ci s'étant remaniée depuis sa mise en place en 2019 amenant davantage de sédiments vers le bas de la plage. D'ailleurs, avant les travaux de recharge sédimentaire, on pouvait constater une forte concavité dans la configuration de la plage, alors qu'aujourd'hui celle-ci est très linéaire (Figure 21). De plus, comme la plage a connu un élargissement important depuis les travaux de recharge, elle se trouve nécessairement à être plus résiliente aux aléas côtiers en ayant un profil davantage dissipatif que réfléchif.



Figure 21 : Linéarisation de la plage suite à la recharge de plage de 2018.

Toutefois, la présence d'une microfalaie d'érosion à l'extrémité sud du site témoigne d'un plus fort dynamisme à cet endroit (Figure 22). Une plus grande exposition aux vagues provenant du sud-ouest pourrait expliquer l'érosion accrue dans cette portion de la plage, qui semble moins bénéficier de la protection que procurent les affleurements rocheux situés devant le site. Néanmoins, l'élargissement que connaît la plage pourrait permettre ici d'atténuer l'impact des vagues, et ainsi de limiter le recul de la microfalaie dans le futur.

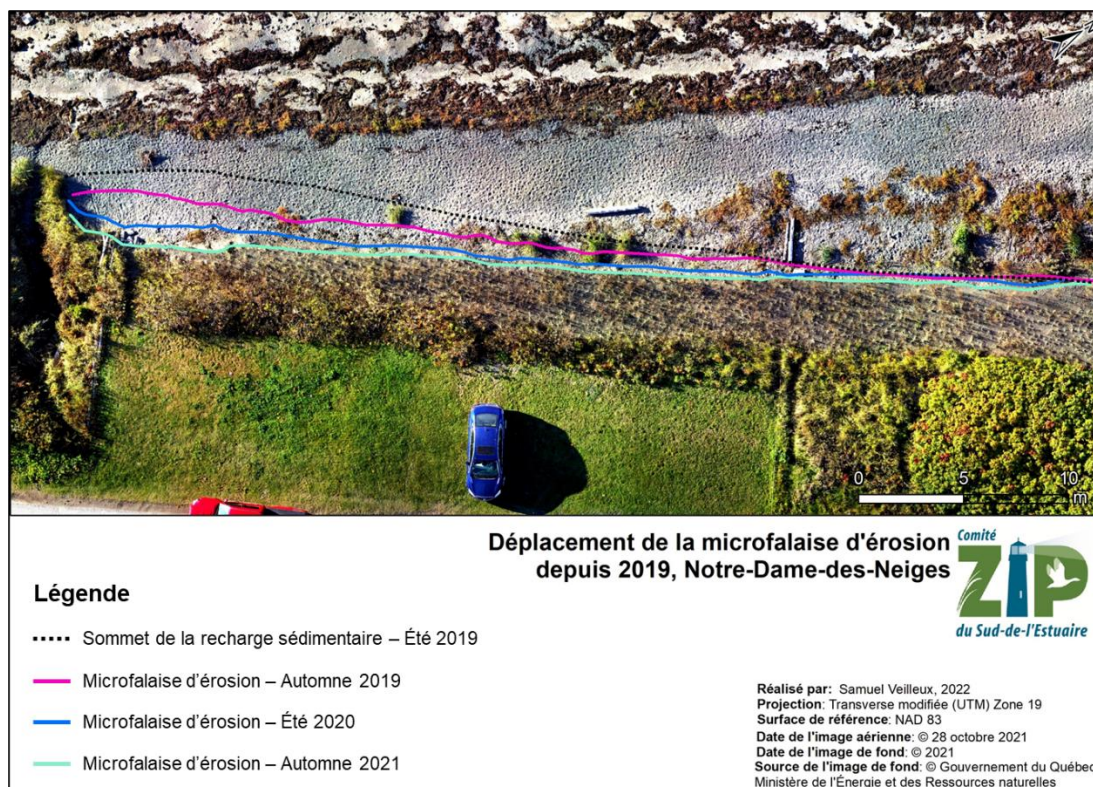


Figure 22 : Déplacement de la microfalaie d'érosion depuis 2019.

Suivi à l'aide d'une caméra fixe

Une caméra à déclenchement automatique *Reconyx HS2X HyperFire2* est installée à l'est du site de restauration depuis 2018 (Figure 23). Les photographies, prises à intervalle de cinq minutes, permettent de suivre l'évolution de la plage en distinguant les changements morphologiques survenus en lien avec la dynamique côtière. Ces événements peuvent ensuite être mis en relation avec les niveaux d'eau observés (Figure 24).



Figure 23 : Localisation de la caméra Reconyx sur le site de restauration.

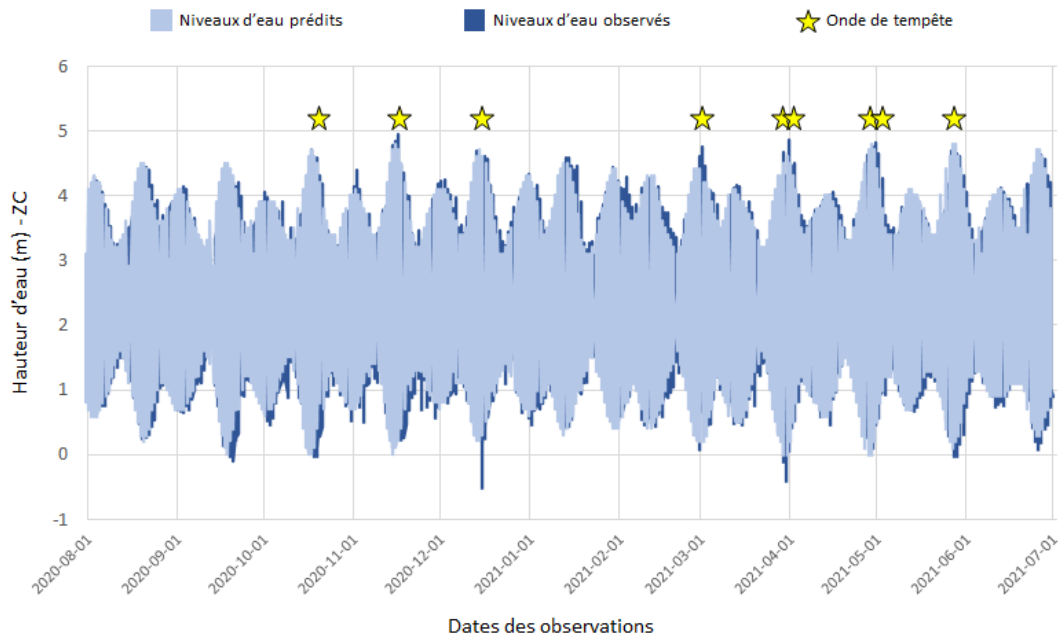


Figure 24 : Niveaux d'eau et ondes de tempête enregistrés à la station de Rimouski entre août 2020 et juin 2021. Source : Pêches et Océans Canada.

L'analyse des photographies pour le présent suivi couvre la période s'échelonnant de l'automne 2020 jusqu'au printemps 2021. Au cours de celle-ci, neuf ondes de tempête ont été enregistrées ; les hauts niveaux d'eau générés lors de ces événements ont le potentiel de causer l'érosion et la submersion des berges. De plus, cette période a été caractérisée par un faible couvert de glace ainsi qu'un printemps hâtif, de sorte qu'à la fin mars il n'y avait plus de pied de glace sur la plage et sur le bas-estran. Malgré cela, aucun recul important n'a pu être constaté sur le site de restauration, contrairement au précédent suivi qui avait mis en lumière l'érosion importante du talus dans la portion sud de la recharge. Sur la Figure 25, on constate que la position de la microfalaise en mai 2021 est identique à celle de mai 2020. On note également que la végétation est beaucoup plus importante en 2021, ce qui a certainement pu contribuer à retenir le sédiment en place lors des tempêtes. Enfin, l'abondance de débris organiques (laisse de mer, bois flotté) sur la plage, et plus particulièrement au pied de la microfalaise, est un autre élément favorable au site. En effet, ces derniers ont la capacité de piéger le matériel sédimentaire, et ainsi diminuer l'érosion côtière.



Figure 25 : Aperçu de la portion sud de la recharge entre mai 2020 et mai 2021.

L'un des bénéfices majeurs associés aux recharges de plage, et qui a été constaté sur le site de Notre-Dame-des-Neiges, est l'élargissement de la plage. Comme mentionné dans la partie précédente, les sédiments de la recharge sont mobilisés au fil du temps vers le bas de la plage, faisant en sorte que la pente de celle-ci s'adoucit progressivement, et ayant pour effet d'atténuer l'énergie des vagues. D'ailleurs, depuis les travaux de recharge de plage en 2019, les vagues déferlent plus tôt sur la plage, tel qu'observée sur la Figure 26. On constate notamment que, bien souvent, seulement le jet de rive parvient à atteindre la microfalaise d'érosion ; son recul est ainsi moindre qu'avant les travaux, alors que les vagues déferlaient directement dans la microfalaise.

Comme mentionné précédemment, la recharge sédimentaire a permis de linéariser la plage qui, auparavant, possédait une forme davantage concave. Cela avait comme

conséquence de concentrer l'énergie des vagues au centre de la plage, accélérant du même coup l'érosion à cet endroit. Or, la configuration de la plage post-travaux fait en sorte de mieux dissiper les vagues, entre autres celles provenant du nord-est.



Figure 26 : Événements d'onde de tempête survenus depuis 2018 sur le site de Notre-Dame-des-Neiges.

Depuis 2018, le suivi à l'aide de la caméra fixe a cependant permis de soulever un autre type de problématique qui sera intéressante de suivre au cours des années futures, soit le fort achalandage du site. En effet, il est possible de constater qu'au cours de la saison estivale, la plage est prise d'assaut par un nombre important de personnes. De nombreux véhicules se trouvent à être stationnés le long de la route, sur la pelouse à proximité de la recharge, et les gens n'hésitent pas à franchir la zone de plantation pour se rendre sur la plage. Cela pourrait avoir des conséquences négatives sur le milieu, notamment en accentuant le piétinement de la végétation et l'érosion de la plage. Des activités de sensibilisation seraient à prévoir.

CONCLUSION

Ce rapport de suivi permet de dresser le portrait de l'évolution des actions de restauration réalisées à Notre-Dame-des-Neiges pendant trois années. Les suivis permettent de suivre l'évolution de la recharge sédimentaire à la suite des saisons ainsi que des ondes de tempêtes, mais également de suivre la croissance des végétaux plantés lors des travaux sur celle-ci. Les suivis permettent également de suivre l'évolution des zones de restauration du marais et de l'herbier de zostère marine.

Les suivis de la végétation de l'herbier de zostère permettent de démontrer une belle croissance des plants ainsi qu'une augmentation de la superficie de recouvrement dans de nombreuses parcelles. Il est à noter également que les efforts de restauration ont sans doute contribué à la colonisation naturelle de la zostère marine hors de la zone de plantation, s'expliquant par l'amélioration de la résilience de cet habitat. Les suivis du marais sont quant à eux plutôt négatifs puisque la totalité des plants transplantés en 2019 a été ensablée par des apports sédimentaires originaires de la rivière des Trois-Pistoles. Enfin, les suivis réalisés sur la plage furent très positifs avec une belle croissance de la végétation ainsi qu'une faible mortalité.

Pour ce qui est des suivis ichtyologiques, une importante diversité d'espèces de poissons a été inventoriée sur ce site durant les quatre années d'inventaire. Ce site représente celui où les plus hautes abondances d'éperlan arc-en-ciel et d'épinoche sp. ont été observées dans le cadre du projet *Restauration d'habitats côtiers sur la rive de l'estuaire du Saint-Laurent*.

Pour ce qui est de l'évolution de la recharge sédimentaire, la méthodologie de suivi géomorphologique a permis d'illustrer que celle-ci se portait dans l'ensemble très bien et avait évolué selon nos attentes malgré une légère érosion observée sur le front de mer. En raison de l'accrétion naturelle saisonnière et de la dérive littorale, le volume de plage calculé entre octobre 2019 et septembre 2021 montre une augmentation. La flexure a quant à elle migré et un élargissement de la plage a été noté. Les images de la caméra fixe, couplées aux données hydrographiques ont déterminé avec précision les événements marquants ayant joué un rôle sur la morphologie de la zone de restauration telles que les ondes de tempête printanières et automnales.

En conclusion, ce projet a été un succès de restauration pour l'habitat du poisson, contribuant à la connectivité écologique entre les trois habitats naturels présents (herbier de zostère marine, marais à spartine alterniflore et la plage sablo-graveleuse) qui sont importants pour chaque cycle de vie de la faune aquatique qui fréquente le secteur.

RÉFÉRENCES

Bonnier Roy, F., Noël, R., Pothier, J., Juneau, M-N., Joubert, J-É., Quintin, C., Bachand, É. 2018. Caractérisation biophysique de Notre-Dame-des-Neiges (secteur des Grèves). Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 62 p. + annexes.

Caron, F., P. Dumont, Y. Mailhot et G. Verreault. 2007. L'anguille au Québec, une situation préoccupante. *Le Naturaliste Canadien* 131 (1) : 59 - 66.

Chaput, G., D. K. Cairns, S. Bastien-Daigle, C. LeBlanc, L. Robichaud, J. Turple et C. Girard. 2014. Évaluation du potentiel de rétablissement de l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) dans l'est du Canada : options d'atténuation. Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, Document de recherche 2013/133, v + 30 p. (document complet disponible en anglais uniquement).

Comité scientifique sur l'anguille d'Amérique, 2019. État de situation de l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) au Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, 6 p.

COSEPAC. 2012. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, Ontario, xiii + 127 p.

Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel, population du sud de l'estuaire du saint-laurent (2019). Bilan du rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) au Québec, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent pour la période 2008-2016, produit pour le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, 58 p.

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 de ses habitats, 40p.

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., Noël, R., Bonnier Roy, F. & Bois, P. 2021. Restauration des habitats côtiers du secteur des Grèves à Notre-Dame-des-Neiges : Suivis 2020. Comité ZIP du Sud-del'Estuaire. Rimouski, Québec. 34 p.

Noël, R., J. Pothier et J-É. Joubert. 2020. Protocole d'échantillonnage ichtyologique 2018-2022. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 19 p.

Nozères C., Archambault D., Chouinard P. -M., Gauthier J., Miller R., Parent E., Schwab P., Savard L. et Dutil J.-D. 2010. Guide d'identification des poissons marins de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent et protocoles suivis pour leur échantillonnage lors des relevés par chalut entre 2004 et 2008. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2866 : xi + 243 p.

Pelletier, A.-M., Bourget, G., Legault, M. et Verreault, G. 2011. Réintroduction du bar rayé (*Morone saxalitis*) dans le fleuve Saint-Laurent : bilan du rétablissement de l'espèce. Le Naturaliste Canadien, 135, 1, p. 79-85.

Valiquette, E., M. Legault, J. Mainguy, V. Bujold & A. -M. Pelletier. 2018. Répartition du bar rayé au Québec - mise à jour des connaissances, Ministères des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec, v+17p.