

Restauration des habitats côtiers du secteur des Grèves à Notre-Dame-des- Neiges : Suivis 2020



Mars 2021



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

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire :

Jonathan Pothier, M. Sc., Biologiste

Roxanne Noël, M. Sc., Biologiste

Francis Bonnier Roy, M. Sc., Géomorphologue

Philippe Bois, Technicien en écologie appliquée et géomatique

Équipe terrain :

Roxanne Noël Samuel Bolduc

Francis Bonnier Roy Félix Lafond

Kassandra Croteau Philippe Bois

Partenaire 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., 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-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 34 p.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	1
Mise en contexte	3
Suivi.....	5
Suivi biologique.....	5
Reprise végétale de l'herbier de zostère marine	5
Parcelles de suivi et Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude (SIMBA)	5
Reprise végétale du marais	9
Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude (SIMBA)	9
Reprise végétale de la plage	12
Parcelles de suivi	12
Suivi ichtyologique	14
Suivi géomorphologique	21
Topographie et volume de la recharge sédimentaire.....	21
Caméras fixes	28
Conclusion.....	33
Références.....	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation du site de restauration à Notre-Dame-des-Neiges.....	3
Figure 2. Ensemble des actions de restauration réalisées au printemps et à l'été 2019 à Notre-Dame-des-Neiges.	4
Figure 3. Parcelle de suivi de zostère en juillet 2020.....	6
Figure 4. Pourcentage de recouvrement des parcelles par la zostère marine.	6
Figure 5. Variation du pourcentage de recouvrement des parcelles entre juillet 2019 et juillet 2020.....	7
Figure 6. Variation de la zone recouverte par la zostère marine entre 2019 et 2020.	8
Figure 7. Quelques unités de plantation à proximité d'une parcelle de suivi.....	9
Figure 8. Variation de la zone recouverte par la spartine alterniflore entre 2019 et 2020.....	10
Figure 9. Représentation des courants et des vents dans la zone de restauration. ...	11
Figure 10. Parcelle de suivi de la plage.....	12
Figure 11. Pourcentage de recouvrement d'élèves des sables et de rosiers dans les parcelles.....	13
Figure 12. Variation du pourcentage de recouvrement dans les parcelles entre juillet 2019 et juillet 2020.....	14
Figure 13. Emplacement des engins de pêche lors de l'inventaire d'août 2020.	15
Figure 14. Équipe en déplacement jusqu'à l'emplacement du verveux afin d'en faire l'installation.....	16
Figure 15. Quelques poissons capturés lors de l'inventaire.....	17
Figure 16. Épinoche à quatre épines capturée lors de l'inventaire.....	18
Figure 17. Comparaison du nombre de poissons capturés à la senne et au verveux entre 2018 et 2020.....	20
Figure 18. Taille moyenne des espèces de poissons capturés en 2020.....	21
Figure 19. Zone de couverture du relevé de SIMBA sur la recharge sédimentaire de Notre-Dame-des-Neiges.....	22
Figure 20. Différentiel altimétrique de la zone de recharge sédimentaire et 4 profils topographiques pour les levés SIMBA du 18 octobre 2019 et le 3 septembre 2020.	26
Figure 21. Déplacement de la flexure entre le 18 octobre 2019 et le 3 septembre 2020 vis-à-vis la recharge sédimentaire de Notre-Dame-des-Neiges.	27
Figure 22. Caméra de suivi et panneau solaire	28

Figure 23. Changements observés à l’aide de la caméra Reconyx pour le secteur de la recharge sédimentaire en avril 2020.....	29
Figure 24. Niveaux d’eau observés enregistrés à la station de Rimouski en 2020. Les ondes de tempêtes importantes sont identifiées par des étoiles jaunes (Source: Pêches et Océans Canada).....	30
Figure 25. Changements observés à l’aide de la caméra Reconyx pour le secteur de la recharge sédimentaire entre le 9 et le 10 mai 2020.....	31
Figure 26. Montage photo de la caméra Reconyx montrant la recharge sédimentaire entre juillet 2019 et juillet 2020.....	32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Calendrier de l'ensemble des suivis biologique et géomorphologique réalisé en 2020.....	5
Tableau 2. Différence de la température de l'eau entre l'inventaire de 2018, 2019, et de 2020.....	16
Tableau 3. Comparaison du nombre d'espèces de poissons et du nombre de poissons capturés entre 2018, 2019 et 2020.....	17
Tableau 4. Évaluation de la précision et de la calibration entre les MNE par des points de contrôle fixes pour les levés d'octobre 2019 et septembre 2020.....	24
Tableau 5. Résultats volumétriques de la plage et des sources d'erreur pour le levé aérien SIMBA d'octobre 2019 et septembre 2020.	24

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 74 000 plants de zostères marines (2 316 m²) fut réalisée ainsi qu'une transplantation de 104 960 plants de spartines alterniflores (3 824 m²) et une recharge sédimentaire sur la plage de près de 1 010 m³ associée à une plantation de plantes de bord de mer. Lors de la première année de suivi, les indicateurs avaient démontré une bonne croissance des plants ainsi qu'une faible mortalité sur l'ensemble des zones de plantation. Le suivi ichtyologique avait permis d'observer une belle diversité d'espèces et de stades de développement de poissons (5 260 individus et 8 espèces différentes). La recharge sédimentaire avait été érodée sur la portion sud-ouest après une onde de tempête entraînant son recul sur plusieurs mètres. Cependant, les sédiments s'étaient retrouvés sur le bas de la plage n'amenant pas de pertes sédimentaires importantes.

Les résultats de la 2^e année des suivis biologiques et géomorphologiques obtenus en 2020 sur la plage, le marais maritime ainsi que l'herbier de zostère marine démontrent de bons résultats. La reprise végétale de la transplantation de zostère marine a démontré une croissance importante 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 sont 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. Malgré tout, nous supposons que les plants transplantés de spartines ont tout de même survécu et ont pu mettre l'accent sur la croissance de leur système racinaire pour étendre un réseau. Les suivis en 2021 permettront de valider cette hypothèse. Les plantes de bord de mer sur la recharge sédimentaire ont quant à eux eu une croissance végétale importante incluant peu de mortalité. En ce qui concerne le suivi ichtyologique, les résultats furent moins diversifiés que ceux obtenus lors de la première année du suivi. Toutefois, ce fut la plus grande quantité de poissons capturés jusqu'à présent avec un nombre record d'éperlans arc-en-ciel. Le suivi géomorphologique de la plage a mis en évidence une légère érosion (environ 1 mètre) de la recharge sédimentaire, particulièrement soutenue sur la portion sud-ouest, telle qu'observée durant la première année du suivi. Le volume de plage calculé entre octobre 2019 et septembre 2020 montre une augmentation de 4 %, liée principalement à l'accrétion naturelle saisonnière et de la dérive littorale sédimentaire. La caméra a aussi permis d'obtenir avec précision les

mécanismes d'érosion principale sur la plage, soit les vagues printanières et automnales lors des événements de haut niveau d'eau.

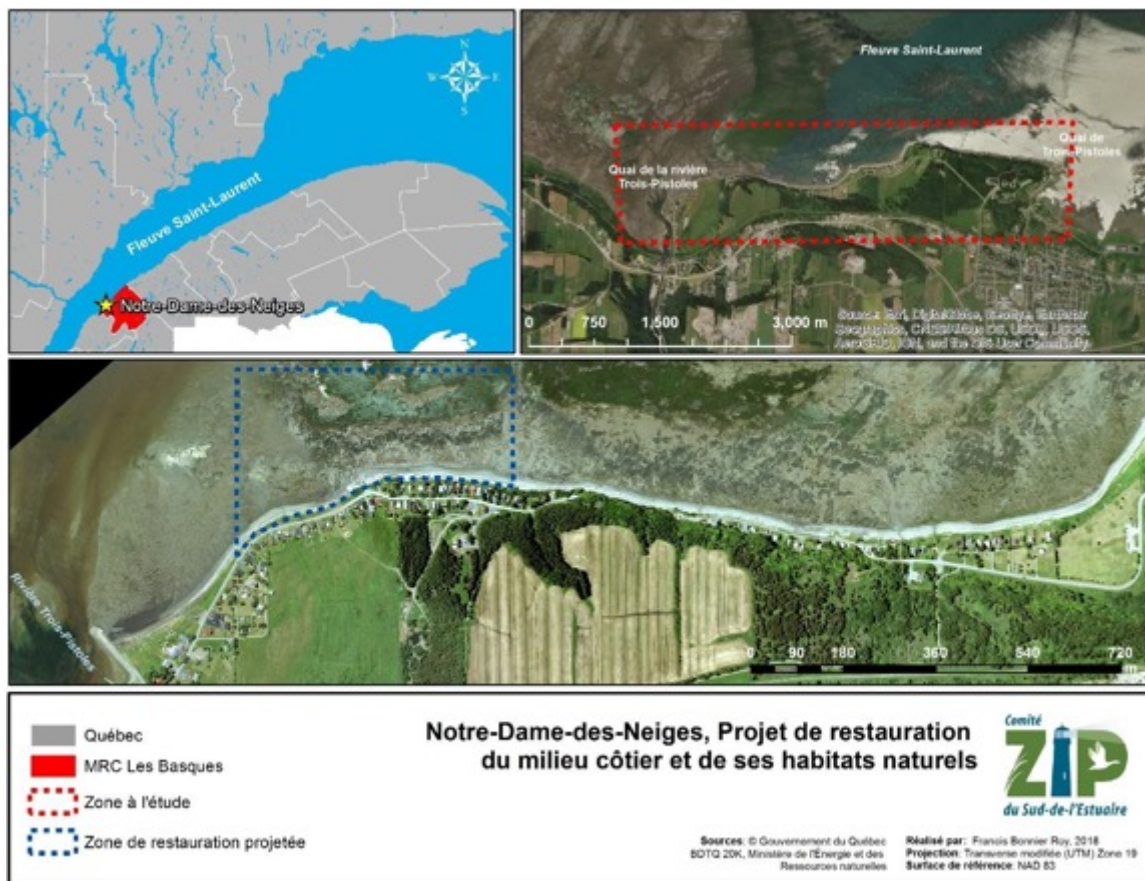
Les suivis des actions de restauration côtières réalisés à Notre-Dame-des-Neiges dans le cadre du projet financé par le Fonds pour la restauration côtière de Pêches et Océans Canada ont permis de confirmer l'atteinte de l'objectif principal de restaurer les habitats essentiels des espèces ichtyologiques de la rive sud de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Des suivis sur le terrain se poursuivront pour une dernière année en 2021.

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 du printemps jusqu'à l'automne 2020. L'objectif de ce suivi est de documenter l'évolution des différentes zones restaurées en 2019. Le rapport dresse un portrait des résultats des suivis réalisés sur la plage, le marais et l'herbier de zostère marine en 2020.

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.

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 permit 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.

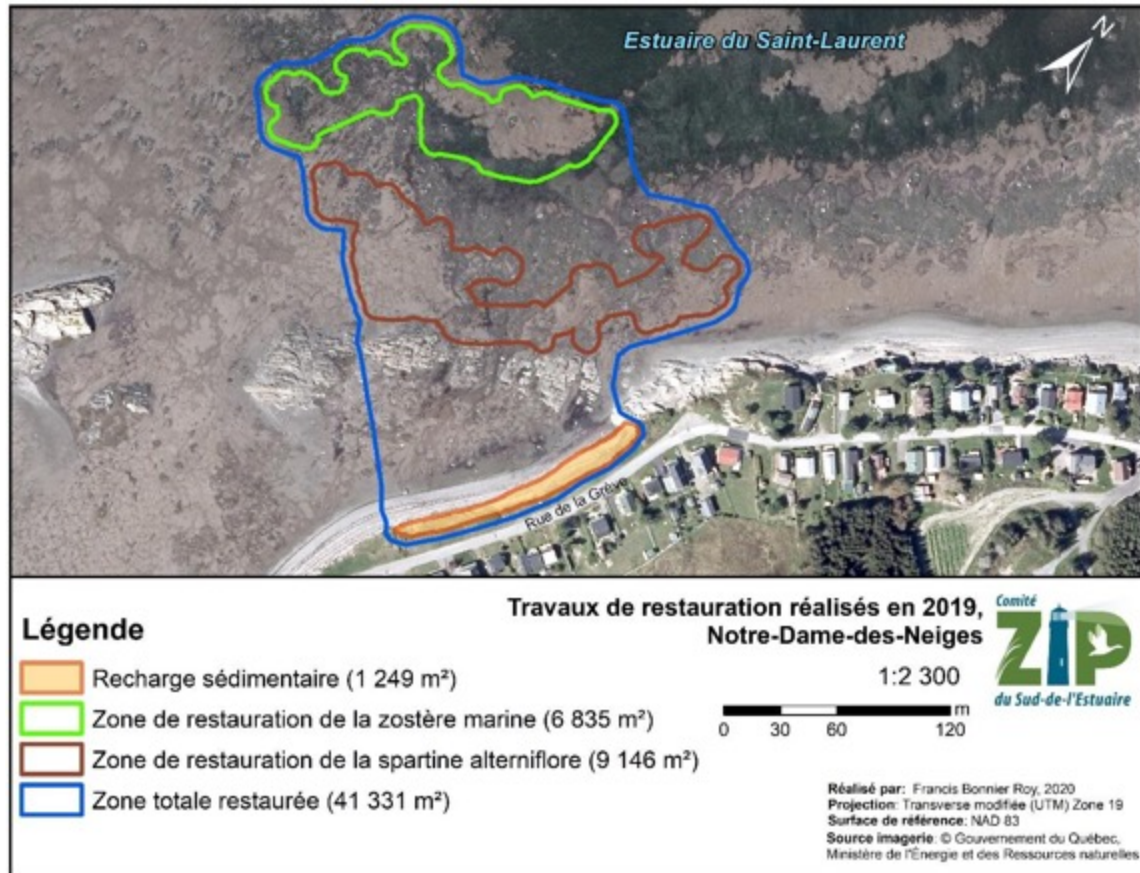


Figure 2. Ensemble des actions de restauration réalisées au printemps et à l'été 2019 à Notre-Dame-des-Neiges.

SUIVI

Cette section du rapport démontre les résultats obtenus lors de la deuxième année de suivis réalisés à la suite des travaux de restauration côtière (2019) pour la période de juin à septembre 2020. La section comprend les résultats biologiques et géomorphologiques de l'herbier de zostère marine, du marais maritime ainsi que de la plage (Tableau 1). La section comprend également les résultats de l'inventaire ichtyologique réalisé fin août 2020.

Tableau 1. Calendrier de l'ensemble des suivis biologiques et géomorphologiques réalisés en 2020.

Dates de visite en 2019	Suivi de la reprise végétale			Suivi ichtyologique	Suivi géomorphologique		
	Plage	Marais	Zostère		Plage	Marais	Zostère
3 juin	X	X	X				
20 juillet	X	X	X				
24-25 août				X			
3 septembre					X	X	X
15 septembre	X	X	X				

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. Les suivis se poursuivront en 2021, soit jusqu'à la fin du projet.

Reprise végétale de l'herbier de zostère marine

Parcelles de suivi et Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude (SIMBA)

De la même façon que la première année de suivi, les 21 parcelles installées dans l'herbier de zostère furent suivies selon le même protocole que l'année précédente (Noël et Coll., 2020). Toutefois, les suivis ne furent pas réalisés mensuellement, mais plutôt de façon saisonnière soit entre le 3 juin et le 15 septembre 2020 (Figure 3).

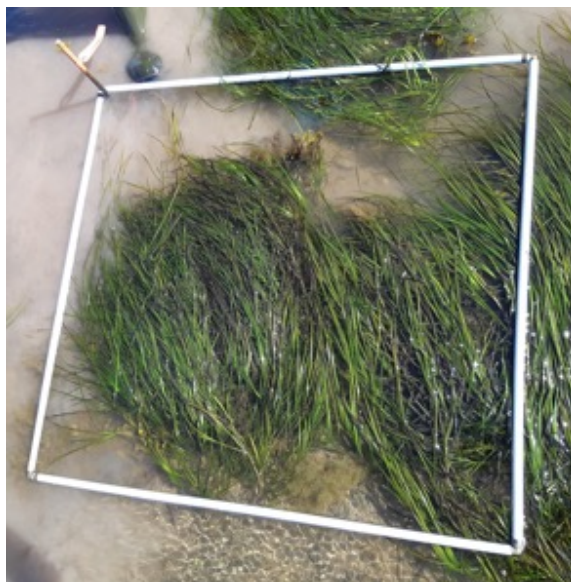


Figure 3. Parcelle de suivi de zostère en juillet 2020.

Le pourcentage de recouvrement des parcelles de suivi de zostère augmenta graduellement au courant de l'été comme il était attendu avec une croissance remarquée entre juillet et septembre (Figure 4). Quelques parcelles se sont démarquées avec des augmentations importantes comme ZOS0 (54 % d'augmentation), ZOS18 (58 % d'augmentation) et ZOS20 (44 % d'augmentation). Cependant, il a aussi été observé l'absence de zostère dans trois parcelles (ZOS10, ZOS11, ZOS17). Ces parcelles étaient toutes complètement à sec à marée basse. Il sera donc important de réfléchir à l'avenir d'éviter de transplanter de la zostère dans des zones exposées afin d'éviter au maximum la mortalité des plants transplantés.

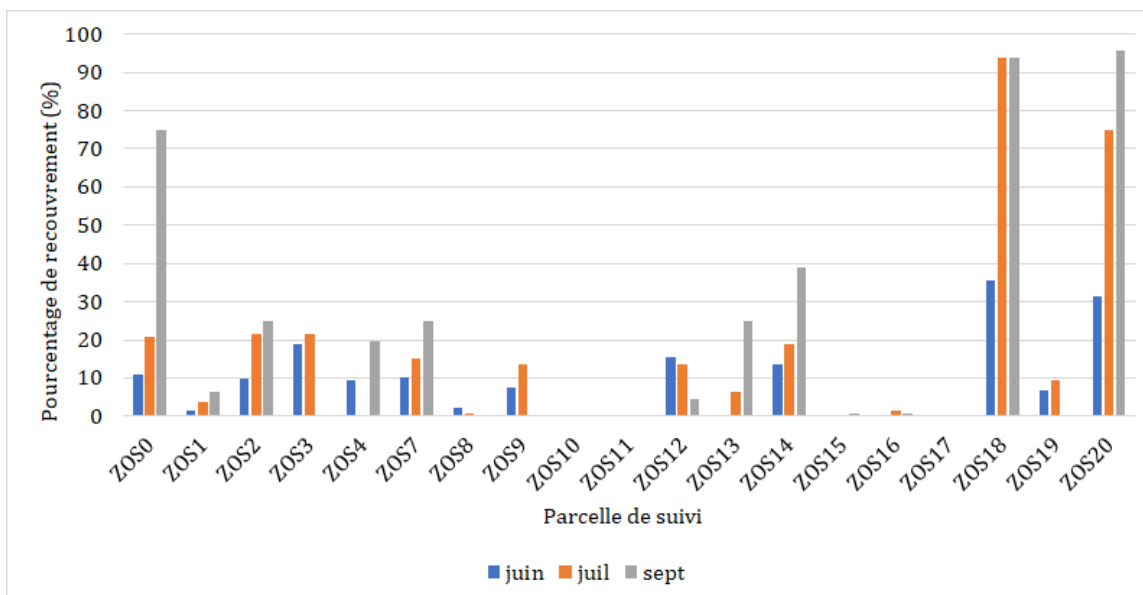


Figure 4. Pourcentage de recouvrement des parcelles par la zostère marine.

Lorsque l'on compare le pourcentage de recouvrement des parcelles entre juillet 2019 et juillet 2020, on remarque dans l'ensemble une augmentation ou de la stabilité sauf pour deux parcelles (ZOS13 et ZOS15) (Figure 5). Une diminution de 40 % du pourcentage de recouvrement dans la parcelle ZOS13 fut notée. La diminution du pourcentage de recouvrement de la zostère dans cette parcelle fut remarquée durant la saison hivernale 2019/2020. La zostère fut possiblement arrachée par les glaces ou les vagues. Il est toutefois possible que celle-ci soit recolonisée par la zostère environnante. Une diminution moins marquée fut également observée dans la parcelle ZOS15 (diminution de 6 %). Cette parcelle se retrouve hors de l'eau à marée basse, la rendant plus sensible et vulnérable. Peu de zostères étaient présentes dans cette parcelle.

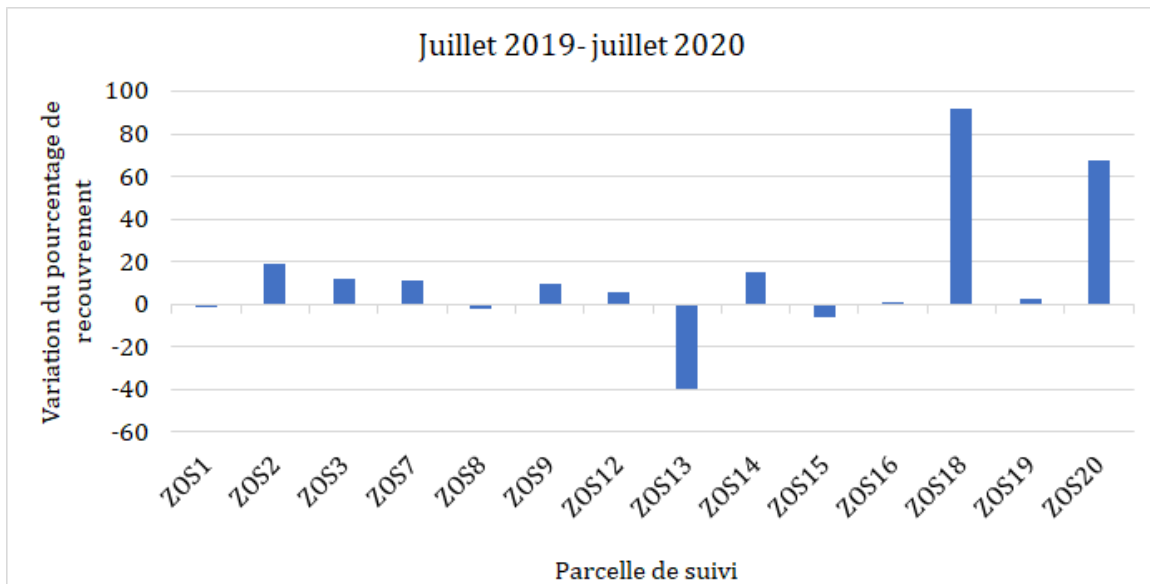


Figure 5. Variation du pourcentage de recouvrement des parcelles entre juillet 2019 et juillet 2020.

Un suivi de l'ensemble de la zone de plantation de la zostère marine fut également réalisé à l'aide de SIMBA. Ce suivi géomatique du 2 juillet 2019 et du 3 septembre 2020 a permis d'évaluer la superficie des zones de restauration de la zostère marine (Figure 6).

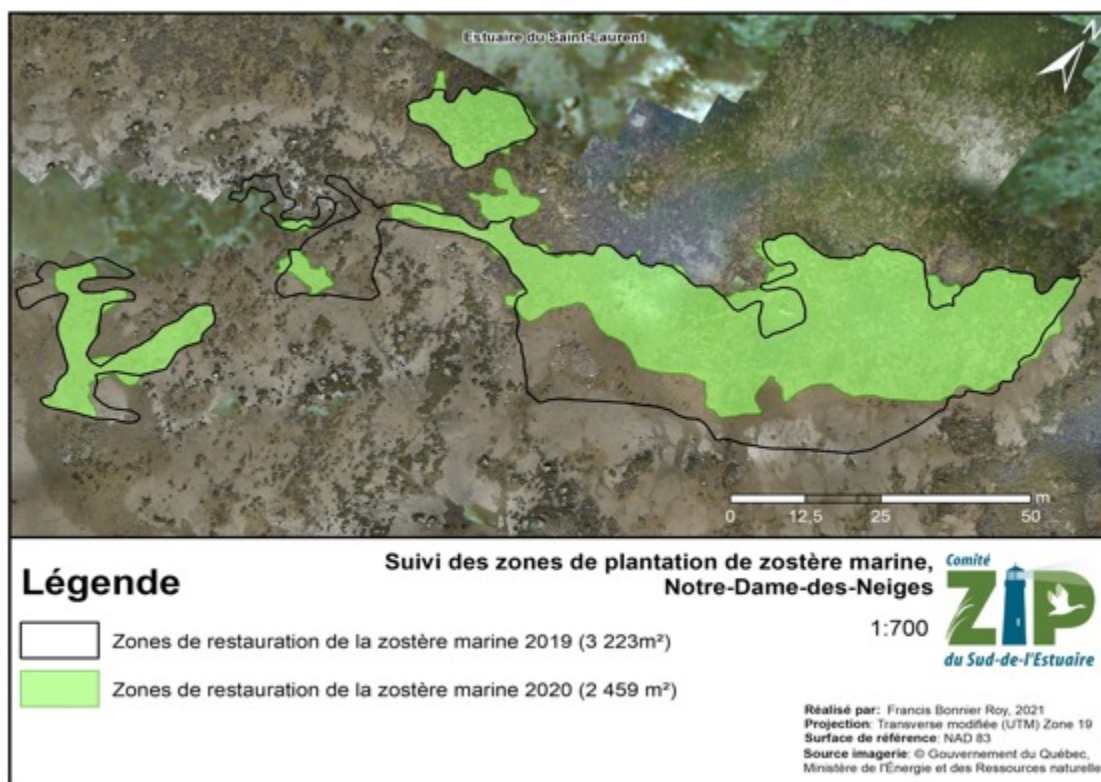


Figure 6. Variation de la zone recouverte par la zostère marine entre 2019 et 2020.

Les résultats de la reprise végétale un peu plus d'un an à la suite de la plantation du printemps 2019 permettent d'affirmer que les travaux à l'aide de cette espèce fonctionnent très bien et correspondent en grande partie aux objectifs prévus. En effet, 994 m² (31 %) de zones recouvertes par la plantation de zostères marine en 2019 ont été retrouvés sans végétation en 2020. Cependant, 230 m² ont été nouvellement colonisés par la plante durant ce même intervalle de temps. Ce sont 2 229 m² (69 %) de la superficie initialement transplantée qui est restée intacte. D'autant plus qu'elle paraît encore plus dense avec la croissance végétale constatée. À la suite de ces observations, quelques constats peuvent être émis. Le premier est qu'une zone semble ne pas avoir fonctionné pour la transplantation, principalement à cause d'un substrat sableux trop surélevé par rapport aux autres secteurs où la reprise végétale a été un succès. On peut observer à marée basse que les zones surélevées sont hors de l'eau contrairement aux zones basses où des marelles d'eau avantagent grandement la zostère marine pour subsister plus facilement pendant l'assaut des vagues à marée haute. L'hypothèse est un déchaussement par les vagues et les courants, car ces zones surélevées sont plus exposées aux forces hydriques.

Reprise végétale du marais

Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude (SIMBA)

Le suivi de la transplantation du marais de spartine alterniflore fut réalisé à l'aide de SIMBA. Le relevé fut réalisé le 3 septembre 2020 et comparé à celui du 2 juillet 2019. La comparaison des deux relevés a permis d'analyser les différences de superficie de recouvrement de la végétation entre l'année initiale et la première année de suivi. Le choix de cette méthode fut favorisé puisqu'il n'y avait pas de végétation visible dans les parcelles de suivi, mais qu'il était possible d'en observer, dans certains secteurs, non loin de celles-ci (Figure 7).



Figure 7. Quelques unités de plantation à proximité d'une parcelle de suivi.

Pour ce qui est de la reprise végétale de la plantation de spartine alterniflore de 2019, le constat est plus nuancé en 2020 et en comparaison à celle de la zostère marine. Des 3 824 m² de superficie recouverte par la transplantation, seulement 46 m² sont encore visibles (Figure 8).

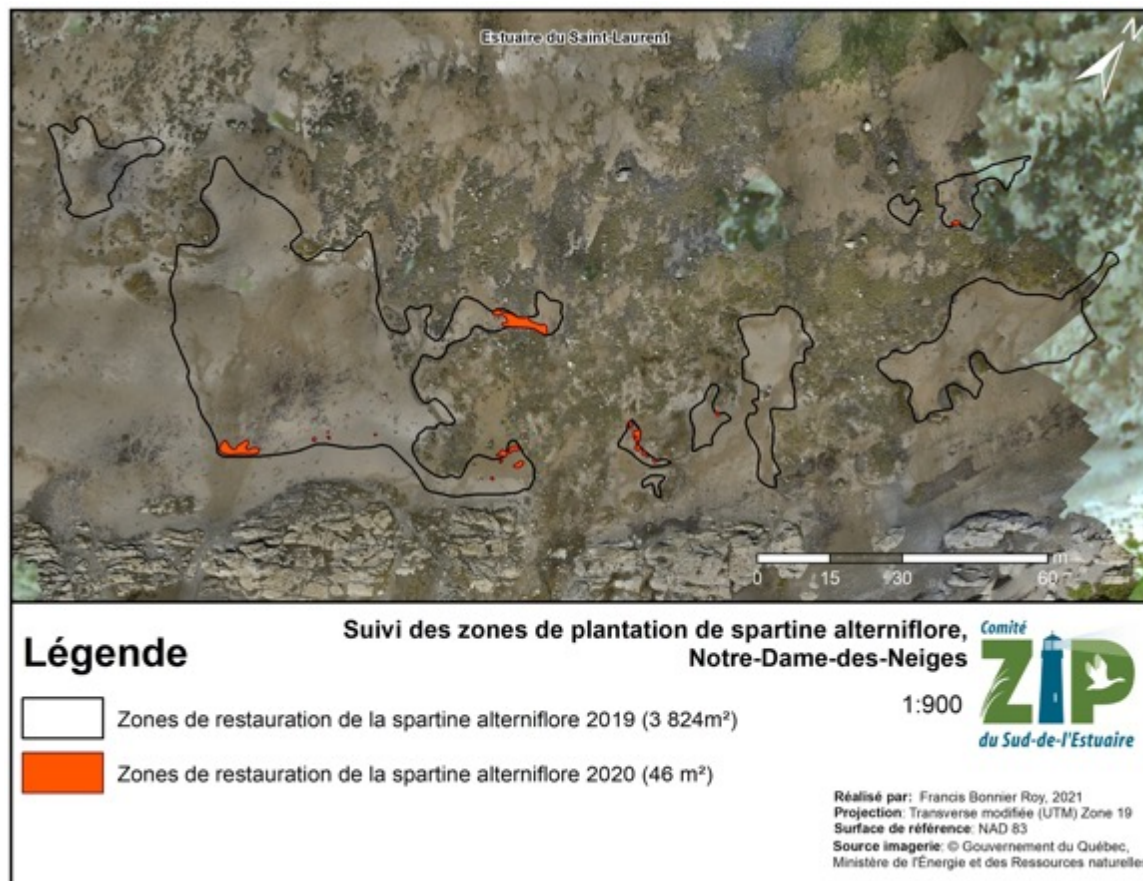


Figure 8. Variation de la zone recouverte par la spartine alterniflore entre 2019 et 2020.

Les plants semblent soit avoir été principalement ensablés, soit quelques-uns ont été tout simplement arrachés par les courants (Figure 9).

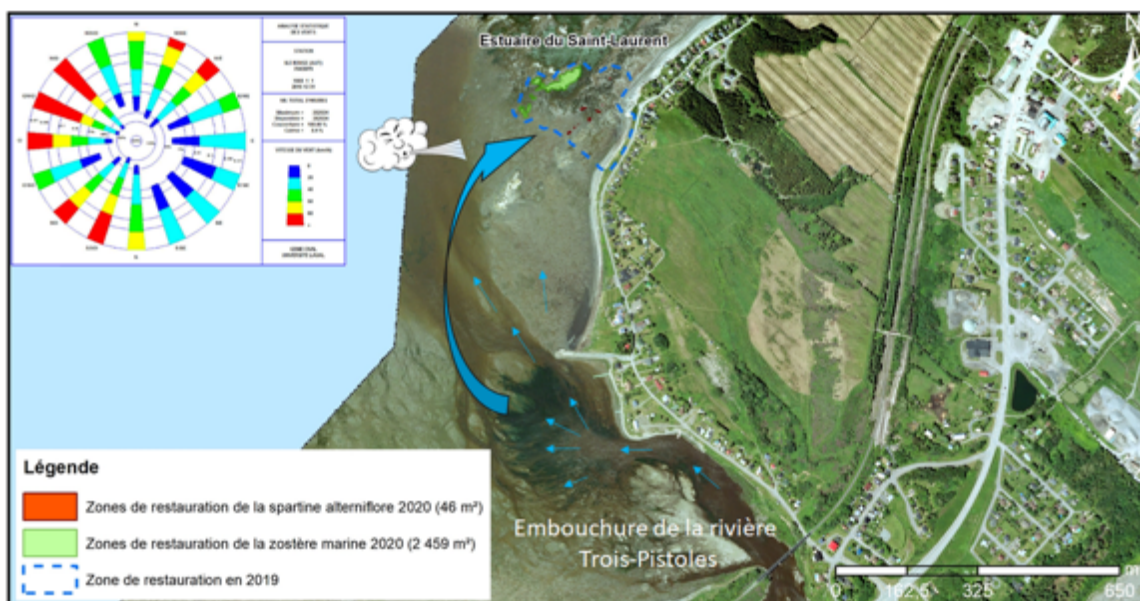


Figure 9. Représentation des courants et des vents dans la zone de restauration.

La figure ci-dessus propose quelques hypothèses d'interprétation des résultats de la plantation de spartine alterniflore. Une grande majorité des vents les plus forts du secteur proviennent de l'ouest, du nord-ouest et du sud-ouest. Ainsi, lorsque la marée est haute et que les vents de ces directions sont combinés, les vagues en plus des courants marins ont mis à mal le secteur d'intervention et plus particulièrement la zone de plantation de spartine alterniflore. De plus, la rivière Trois-Pistoles transporte des sédiments qui se déposent sur l'estran et forment un panache sédimentaire à son embouchure. Ces sédiments peuvent ensuite être mobilisés par les vagues et les courants de fond jusque dans la zone de plantation. C'est aussi, en partie, ce qui a pu causer l'ensablement de l'entièreté de la surface de plantation de spartine alterniflore. Il avait aussi été remarqué lors des travaux de plantation que cette zone était plus rapidement envahie par l'eau lors de la marée montante en raison de sa proximité du chenal de la rivière. Ce qui ne veut pas dire cependant que tous les plants ont été perdus. Cette espèce est réputée pour mettre l'emphasis sur son système racinaire et étendre un réseau sous-terrain important. Il est donc possible de voir des plants percer plusieurs dizaines de centimètres de sédiments avec leur tige l'année suivante.

Reprise végétale de la plage

Parcelles de suivi

Tout comme les suivis réalisés pour l'herbier de zostère, les 16 parcelles installées en 2019, à la suite des travaux, furent suivies selon le même protocole. Les suivis de la plage furent également réalisés saisonnièrement entre juin et septembre 2020 (Figure 10).



Figure 10. Parcelle de suivi de la plage.

Le pourcentage de recouvrement dans les parcelles d'élymes des sables et d'ammophiles demeura constant entre juin et septembre dans l'ensemble (Figure 11). Notons toutefois la disparition de la parcelle EL9 à l'automne 2020 ainsi que la parcelle EL10 au courant de l'hiver 2019-2020. Ces deux parcelles étaient situées à la limite ouest de la recharge sédimentaire, où une légère érosion est observée, et en bordure de la recharge. Notons également l'augmentation notable du pourcentage de recouvrement dans la parcelle EL4 entre juillet et septembre 2020. Cette parcelle se trouvant non loin d'une zone d'écoulement d'eau de la rue de la Grève, elle est fort probablement avantagée par l'apport en eau supplémentaire.

Le pourcentage de recouvrement des parcelles de rosiers, quant à lui, est variable entre les saisons. Cette variation peut être expliquée en partie par la croissance de nouvelles tiges, feuilles, etc. ainsi que par la sécheresse printanière et estivale notée au Bas-Saint-Laurent en 2020.

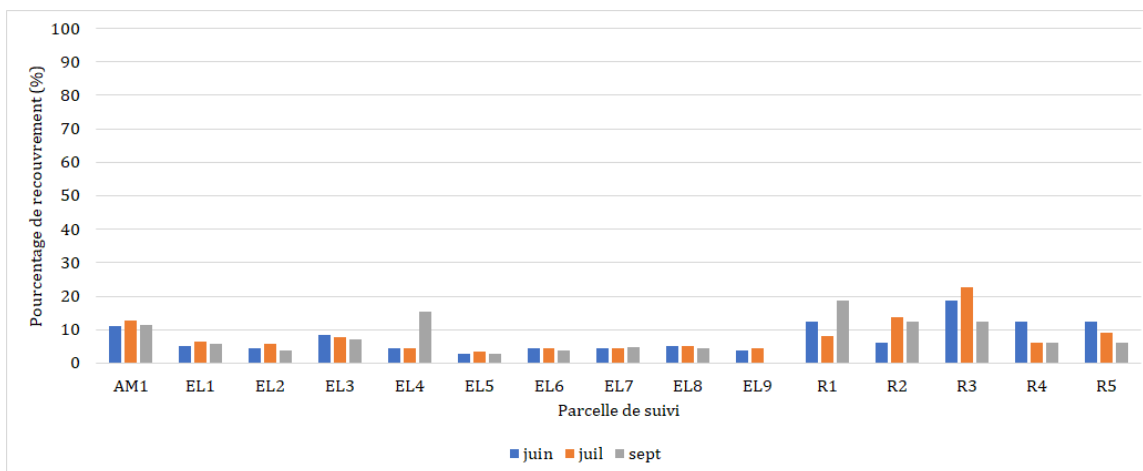


Figure 11. Pourcentage de recouvrement d'élèves des sables et de rosiers dans les parcelles.

Lorsque l'on compare le pourcentage de recouvrement des parcelles entre juillet 2019 et juillet 2020, on note de manière générale une stabilité ou une légère augmentation dans le pourcentage de recouvrement pour les parcelles d'ammophiles et d'élèves des sables (Figure 12). Toutefois dans la parcelle EL8 une légère diminution du pourcentage de recouvrement a été observée. Une mortalité de 7 % des plants de la parcelle explique cette diminution. Cette mortalité est survenue plus tard en 2019 et la parcelle semble être stable en 2020. Celle-ci devrait donc gagner en superficie l'année prochaine.

Pour les parcelles de rosiers, une diminution du pourcentage de recouvrement est notée dans l'ensemble des parcelles à différent degré (Figure 12). À première vue, il est difficile d'expliquer cette forte diminution, mis à part que les plants de rosier ont probablement souffert des sécheresses des deux derniers étés. Il semblerait qu'il y ait probablement eu une erreur dans l'application du protocole de suivi et de la prise de données. Malgré la diminution du pourcentage de recouvrement, aucune mortalité au niveau des rosiers n'a été notée lors des suivis.

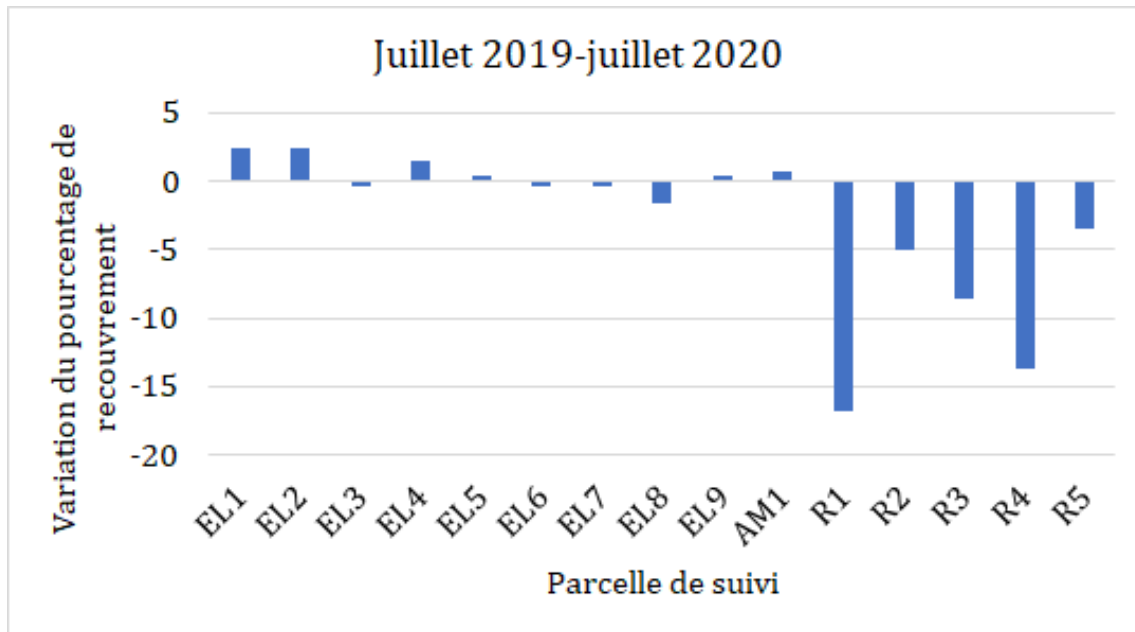


Figure 12. Variation du pourcentage de recouvrement dans les parcelles entre juillet 2019 et juillet 2020.

Suivi ichthyologique

Les inventaires de poissons furent réalisés entre le 24 et le 26 août 2020. Les inventaires furent réalisés à des dates semblables à celles de 2018 et 2019. Le verveux fut installé au large dans un secteur de l'herbier de zostère dense entre les zones d'extraction et de transplantation de celui-ci. Les traits de senne furent réalisés le long de la rive un peu à l'est de la recharge sédimentaire (Figure 13). Pour plus de détails sur la méthodologie des inventaires, se référer au protocole de Noël et *coll.*, 2020.

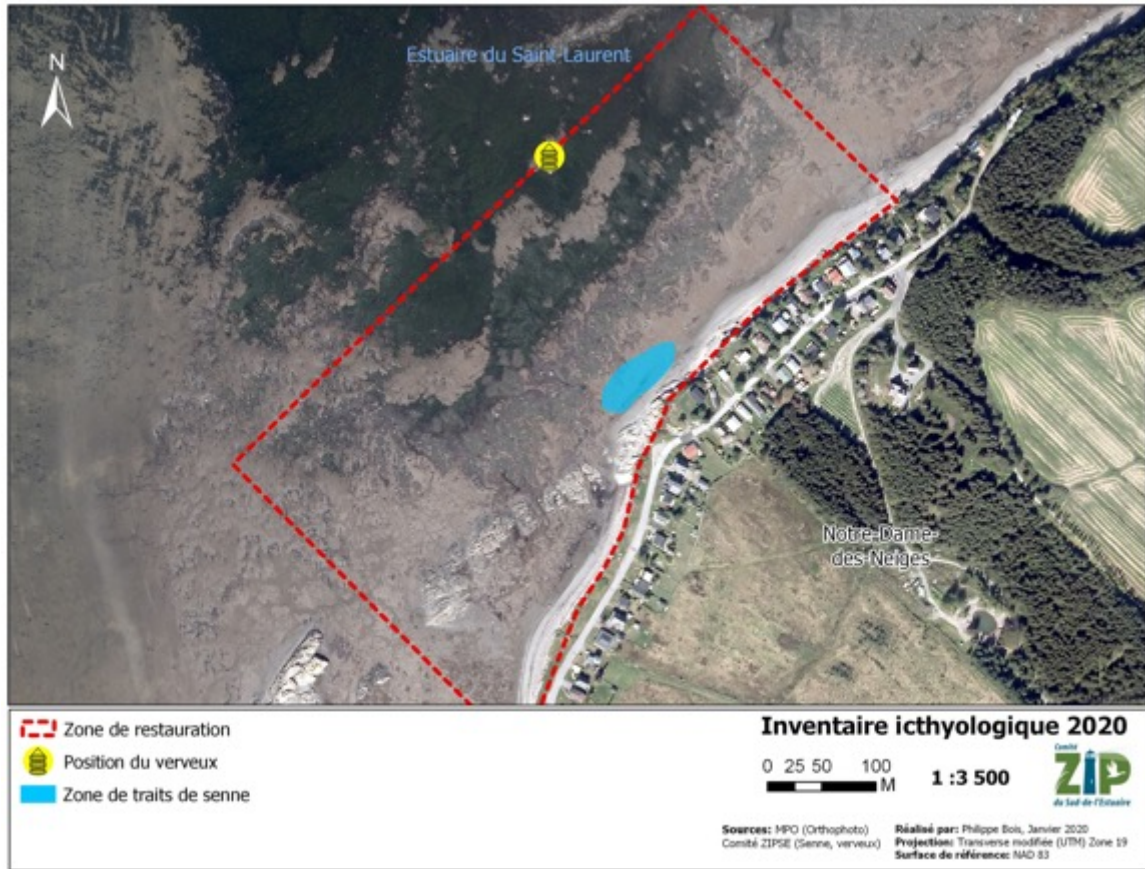


Figure 13. Emplacement des engins de pêche lors de l'inventaire d'août 2020.

À chaque marée basse, les poissons capturés dans le verveux furent dénombrés, identifiés et 30 individus par espèce, choisis aléatoirement, furent mesurés. Par la suite, tous les poissons furent relâchés lors de la marée montante (Figure 14).

Trois sessions de traits de senne furent également réalisées le long de la rive à marée montante. La technique d'identification utilisée fut la même que pour les inventaires réalisés avec le verveux et tous les poissons furent également remis à l'eau à la suite de leur identification.



Figure 14. Équipe en déplacement jusqu'à l'emplacement du verveux afin d'en faire l'installation.

Lors des inventaires, une fois par jour, des mesures physico-chimiques de l'eau ont été prises à partir de la rive à l'aide de la sonde *Hanna HI9829 Multiparameter* (Tableau 2). La température de l'eau fut semblable les deux premiers jours des inventaires, mais augmenta de plusieurs degrés la troisième journée soit d'un peu plus de 5 degrés. En moyenne, la température de l'eau ressemblait aux conditions observées en 2018.

Tableau 2. Différence de la température de l'eau entre l'inventaire de 2018, 2019, et de 2020.

Date	Température (°C)	Moyenne (°C)
5 septembre 2018	11,7	13,0
6 septembre 2018	13,0	
7 septembre 2018	14,2	
27 août 2019	18,5	16,1
28 août 2019	17,0	
29 août 2019	12,7	
24 août 2020	13,5	14,5
25 août 2020	12,4	
26 août 2020	17,6	

Un total de 5 564 poissons furent capturés lors de l'inventaire de 2020, soit l'année ayant eu le plus grand nombre de poissons jusqu'à présent, dépassant l'année 2019 de 303 poissons (Tableau 3). Toutefois, on remarque une diminution importante du nombre d'espèces de poissons capturées, soit seulement trois en 2020. Ce faible

nombre est en partie expliqué par une erreur d'identification lors de l'inventaire de 2020. Toutes les espèces d'épinoches furent regroupées ensemble alors qu'elles auraient dû être identifiées à l'espèce sauf exception des épinoches à trois épines et des épinoches tachetées qui sont regroupées à la famille puisque les plus petits spécimens sont difficilement identifiables sur le terrain.

Tableau 3. Comparaison du nombre d'espèces de poissons et du nombre de poissons capturés entre 2018, 2019 et 2020.

	Nombre d'espèces de poisson	Nombre de poisson
2018	5	908
2019	8	5 261
2020	3	5 564

Même si la diversité de poissons n'était pas au rendez-vous lors de l'inventaire, un nombre impressionnant de poissons fut capturé à l'aide de nos deux engins de pêche. Le verveux a permis de capturer 5 229 poissons soit la presque totalité de l'inventaire avec les épinoches comme espèces dominantes suivi de près par l'éperlan arc-en-ciel. La senne quant à elle permit de capturer 335 poissons avec l'éperlan arc-en-ciel comme espèce dominante (Figure 15). Il est important de noter que le verveux est un engin fixe installé au large et que la senne est un engin mobile utilisé le long du rivage. Ils ne capturent pas nécessairement les mêmes espèces de poissons. C'est pourquoi la combinaison des deux engins permet de dresser un portrait plus global de la biodiversité du site.

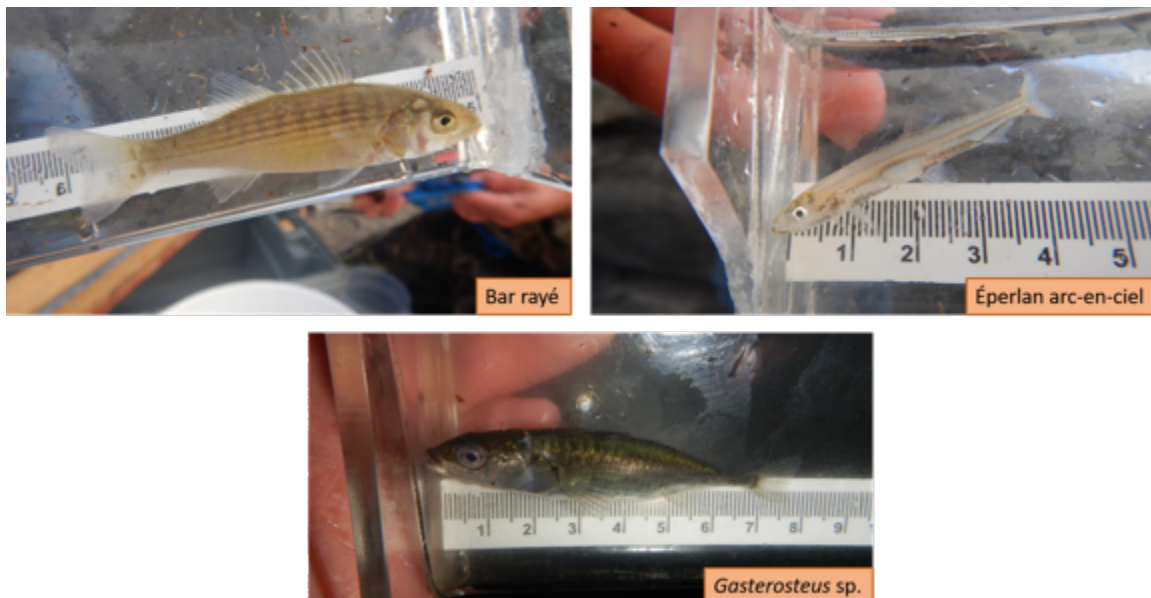


Figure 15. Quelques poissons capturés lors de l'inventaire.

Un très grand nombre d'épinoches furent capturées lors de cet inventaire (Figure 17). Les épinoches tachetées et à trois épines (*gasterosteus* sp.) ont probablement été les

espèces d'épinoches capturées en plus grand nombre avec la présence d'épinoche à quatre épines (Figure 16). Il est possible que d'autres espèces d'épinoches aient été présentes lors de l'inventaire. La présence en grand nombre de ses petits poissons dans l'herbier de zostère marine est importante puisque ce sont des poissons qui servent à la base de l'alimentation par bon nombre de poissons prédateurs ainsi que plusieurs oiseaux (Desroches et Picard, 2013).

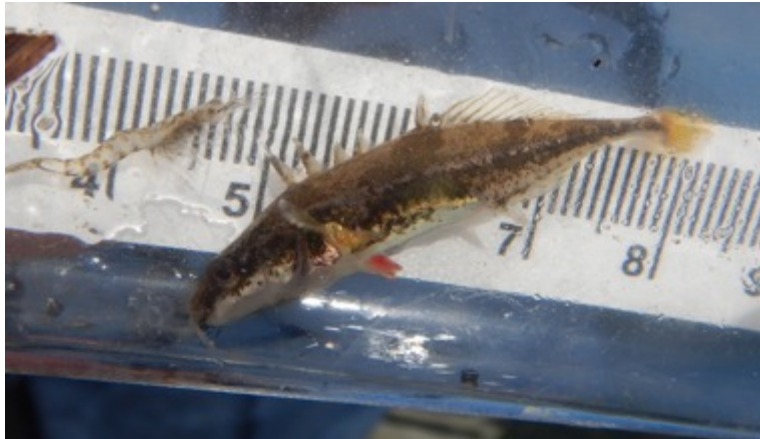


Figure 16. Épinoche à quatre épines capturée lors de l'inventaire.

De nombreux éperlans arc-en-ciel furent également capturés lors de l'inventaire de 2020, le plus grand nombre jusqu'à présent. Un total de 2 707 poissons furent capturés, soit 1 330 de plus qu'en 2019 et 2 704 de plus qu'en 2018 (Figure 17). La taille moyenne des poissons capturés diminua légèrement comparativement aux autres années avec une moyenne de 4 cm (4,3 en 2019 et 5,3 en 2018) appartenant au stade juvénile de l'espèce (Figure 18). Le nombre croissant d'éperlans arc-en-ciel capturé lors de nos inventaires est encourageant puisque cette population de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent possède un statut d'espèce vulnérable selon le MFFP¹. Un suivi annuel des frayères occupées par l'espèce est réalisé par l'équipe de rétablissement de l'espèce (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec, 2019), la frayère occupée là plus près de notre site se retrouve à Rivière-du-Loup. Un monitoring de la rivière Trois-Pistoles est réalisé par l'équipe sans toutefois montrer des signes de retour de l'espèce pour la reproduction dans celle-ci jusqu'à présent.

Une diminution du nombre de captures de bar rayé fut observée lors de l'inventaire avec seulement 34 poissons comparativement à 185 en 2019 et 180 en 2018 (Figure 17). La taille moyenne des individus capturés demeura toutefois semblable (6,6 cm en 2020) variant entre 6 et 7 cm selon les années. L'ensemble des bars rayés capturé en 2020 était des juvéniles. Tout comme l'éperlan arc-en-ciel, cette espèce est

¹ Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.

suivie par une équipe de rétablissement de l'espèce au MFFP puisque le bar rayé est considéré comme en voie de disparition selon le COSEPAC² et disparu selon le LEP³. Le bar rayé fut l'objet d'un grand projet de réintroduction de l'espèce dans le fleuve Saint-Laurent à partir de la population de la Miramichi (Pelletier et *coll.* 2011). L'espèce semble bien se porter, plusieurs frayères furent identifiées et elle est observée en bon nombre dans les eaux du Fleuve Saint-Laurent (Valiquette *coll.* 2018).

² Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.

³ Loi sur les espèces en péril.

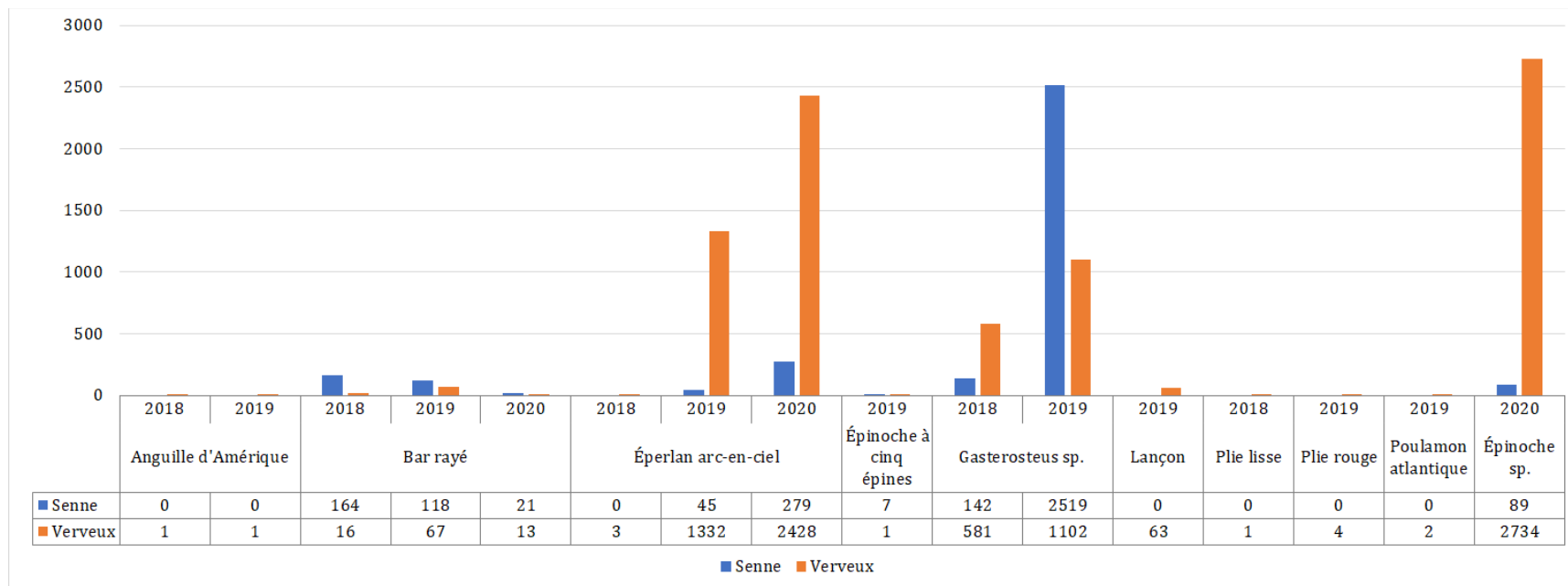


Figure 17. Comparaison du nombre de poissons capturés à la senne et au verveux entre 2018 et 2020.

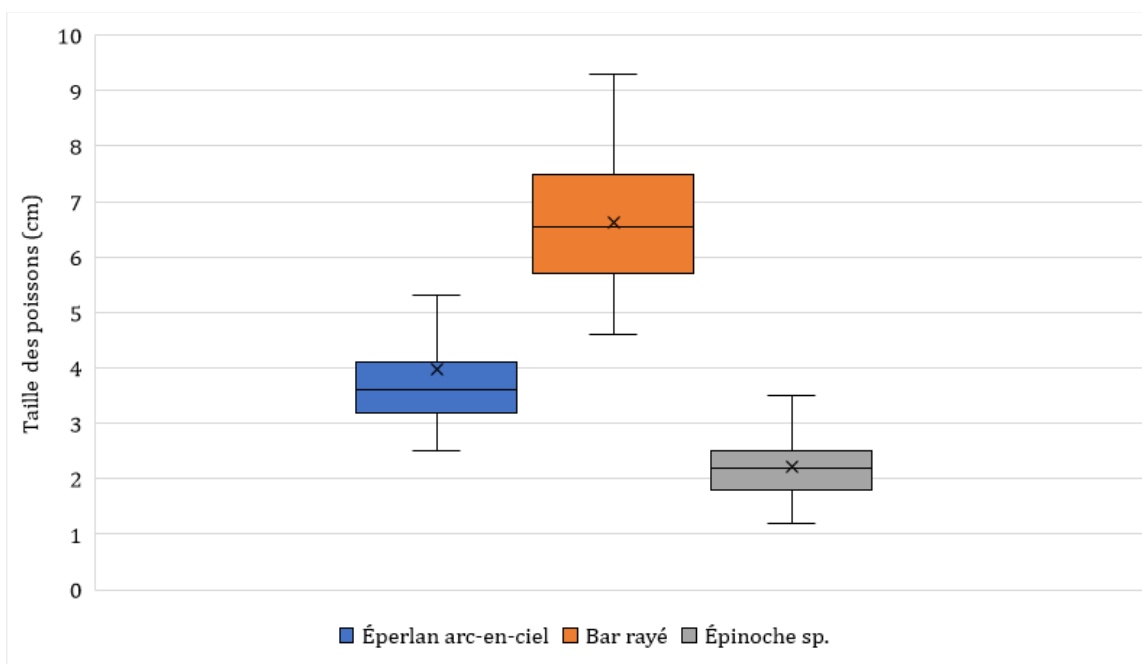


Figure 18. Taille moyenne des espèces de poissons capturés en 2020.

Suivi géomorphologique

La section suivante présente les résultats du suivi géomorphologique réalisés en 2020 à partir de l'imagerie aérienne réalisée à l'aide d'un Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude (SIMBA) et des images récoltées par la caméra de suivi. Depuis 2019, les relevés effectués permettent d'évaluer la variation morphologique interannuelle à l'aide d'éléments clés (ligne de rivage, flexure, talus d'érosion, etc.) et d'une surface donnée (modèle numérique d'élévation). Cette approche permet d'évaluer le comportement de la recharge sédimentaire face aux conditions météorologiques qui l'affecte tout au long de l'année.

Topographie et volume de la recharge sédimentaire

Afin d'obtenir un suivi géomorphologique adéquat de la zone d'intervention sur la plage, un relevé annuel a été fait en le 3 septembre 2020 à partir de la plateforme SIMBA (voir la section Levé d'imagerie aérienne du rapport Bonnier Roy et coll., 2018). Ce dernier a été comparé au dernier levé de 2019, soit le 18 octobre 2019. La zone couverte par les levés est de 7 891 m² et comprend l'ensemble du secteur couvert par la recharge sédimentaire (Figure 19).

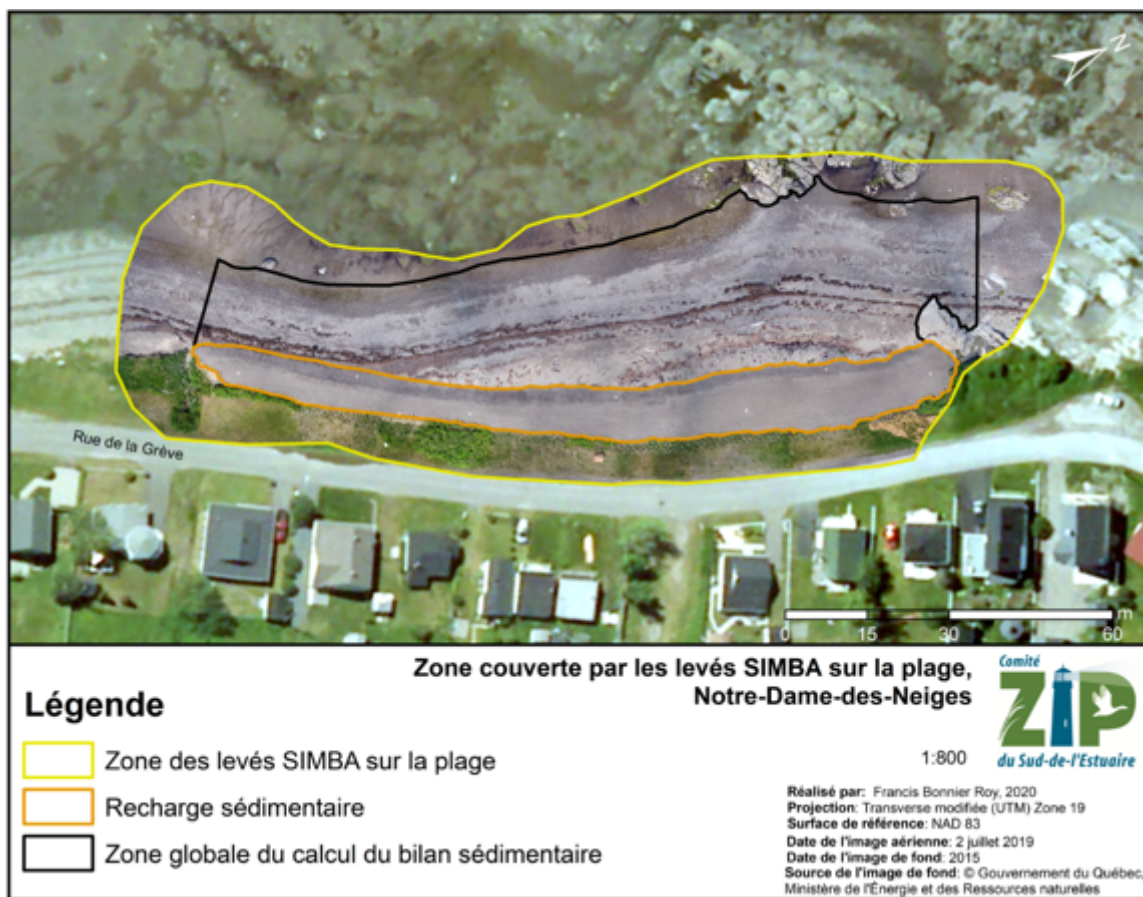


Figure 19. Zone de couverture du relevé de SIMBA sur la recharge sédimentaire de Notre-Dame-des-Neiges.

Chaque levé a été réalisé à l'aide d'un cerf-volant et de la plateforme SIMBA qui permet de prendre des photographies toutes les 5 secondes. Au sol, des cibles sont positionnées afin qu'elles soient visibles dans les photographies aériennes prises par SIMBA. Le centre de chaque cible est géoréférencé à l'aide d'un DGPS (planimétrie WGS84 et datum CGVD2013). Pour des raisons techniques, les altitudes (datum) obtenues lors des levés ne correspondent pas exactement au modèle CGVD2013. Les valeurs altitudinales sont toutefois bonnes dans une altitude relative (m). Dans le logiciel « Metashape » d'Agisoft, les photographies aériennes sont combinées ensemble afin de générer un modèle de points en 3 D. Ce modèle est calibré directement sur les images avec les coordonnées des cibles au sol prises au DGPS. Comme résultat final, une orthomosaïque et un modèle numérique d'élévation (MNE) sont produits. Ils servent à identifier et calculer la géométrie des éléments sur la zone d'intervention.

Le calcul du volume sédimentaire de la plage sur le levé de 2020 a été fait à l'aide du logiciel « ArcGIS 10.7 » et de l'extension « spatial analyst ». En premier lieu, les limites de la zone ont été tracées afin de générer le calcul des volumes. La limite supérieure

(microfalaise, limite avec la surface gazonnée naturelle) ainsi que la flexure (limite entre la plage/haut estran et le bas estran) ont été tracées sur le logiciel. La nouvelle flexure a été tracée et jointe à la ligne de rivage afin de créer la zone globale pour le calcul du volume sédimentaire (4 501 m²). Avec ce polygone, l'outil « Surface volume » a permis de calculer le volume à l'intérieur de cette zone pour ce modèle numérique d'élévation (MNE).

Quelques sources d'erreur ont été rencontrées et peuvent avoir une influence sur la précision des modèles. Il y a la précision du DGPS, les limites du logiciel « Metashape » dans son assemblage des photographies aériennes par la nature du milieu à l'étude (reflet de lumière dans l'eau, surface lisse, etc.). Il y a aussi les erreurs de géoréférencement des cibles sur les photos, la qualité des images aériennes due à plusieurs paramètres techniques et environnementaux, en plus de la présence des débris et des laisses de mer sur la plage qui amènent à surestimer le volume calculé.

Pour la dernière source d'erreur mentionnée, la superficie couverte par les débris organiques sur la plage et la croissance des élymes dans la zone de la recharge ont été estimées en traçant le contour de ceux-ci sur chacun des levés et leur hauteur moyenne a été évaluée. Ainsi, le volume associé à ces deux éléments a été soustrait du volume calculé afin d'obtenir une valeur plus précise du volume réel du sédiment sur la plage.

Afin d'évaluer la précision entre ces deux MNE, 40 points de contrôle ont été répartis dans sur la zone des levés SIMBA sur des éléments fixes de l'environnement dont l'altitude ne varie pas dans le temps. Leurs altitudes ont alors été calculées sur les 3 MNE de 2019 afin de déterminer si l'altitude de chaque point demeurerait la même, peu importe le levé. Pour se faire, l'altitude de chacun des points a été comparée entre chaque levé. Par exemple, pour un point X, l'altitude du levé du mois de juillet est soustraite de l'altitude du levé du mois de mai. Plus la différence est près de 0 m, plus ces deux MNE sont parfaitement calibrés. Les moyennes et les écarts-types de ces différences par type de point de contrôle sont présentés au Tableau 4. Il est possible de voir que la différence d'altitude des points de contrôle est en moyenne près du 0 m avec un écart-type inférieur à 0,06 m indiquant que les 2 modèles sont bien calibrés l'un sur l'autre. Somme toute, la zone d'intérêt (plage et recharge sédimentaire) se situe au centre du levé où la calibration est excellente, permettant d'évaluer avec précision l'évolution de nos travaux.

Tableau 4. Évaluation de la précision et de la calibration entre les MNE par des points de contrôle fixes pour les levés d'octobre 2019 et septembre 2020.

Éléments	Nombre de points	Moyenne (m)	Écart-type (m)
Pelouse	8	0,05	0,04
Recharge	12	0,02	0,04
Roc	13	-0,01	0,03
Route	7	0,05	0,06
Total général	40	0,02	0,05

Dans la zone globale de la plage, le volume calculé en date du 18 octobre 2019 était de 9 842 m³ (Tableau 5). À cela, 83 m³ de débris organiques doivent être soustraits ce qui donne un volume réel estimé de 9 759 m³. En presque un an, c'est un gain sédimentaire de 447 m³ (+ 4 %) qui a été calculé pour le 3 septembre 2020 grâce à un apport sédimentaire de la dérive littorale et des courants. Une explication plausible pour cette accrétion sur la plage est que le levé d'octobre 2019 s'est fait au lendemain d'une onde de tempête. Or, les vagues automnales ont tendance à remanier le profil de plage par leur action érosive. Avec l'arrivée de l'été, les conditions hydrodynamiques plus douces favorisent l'accrétion sédimentaire. Ainsi, cette augmentation de volume peut être expliquée par un phénomène saisonnier et cyclique de la plage. Toutefois, un fort ensablement a été noté sur le bas estran dans la zone de plantation de spartine alterniflore. Il est ainsi probable que les courants aient pu amener des apports sédimentaires de la rivière jusque sur le haut estran.

Tableau 5. Résultats volumétriques de la plage et des sources d'erreur pour le levé aérien SIMBA d'octobre 2019 et septembre 2020.

Date du levé	Hauteur de base du modèle 3D	Superficie (m ²)	Volume calculé (m ³)	Volume estimé de la matière organique (m ³)	Volume réel estimé (m ³)
2019-10-18	2,1	4 557	9 842	83	9 759
2020-09-03	2,1	4 496	10 256	50	10 206

La Figure 20 montre l'accrétion (en vert) qui s'est produite en près d'un an sur une bonne partie de la zone de restauration de la plage. Elle est de l'ordre de 0,2 m en moyenne pour les profils 1 à 3. Tandis que pour le profil 4 on note une légère érosion de 0,07 m sur le bas de la plage. À noter qu'une certaine partie de l'élévation affichée sur les profils topographiques peut être attribuée à la présence de laisse de mer (symbole de vague) ou de la croissance végétale (symbole de plante) sur l'estran.

Sur la Figure 21, on peut voir qu'un léger recul de 0,3 à 1,6 m a eu lieu sur la recharge sédimentaire entre le 18 octobre 2019 et le 3 septembre 2020. Cette érosion d'une moyenne de 0,8 m est assez homogène sur l'ensemble de la zone des travaux. Cependant, au sud, la recharge avait déjà perdu plusieurs mètres de largeur en 2019 à la suite d'une tempête, ce qui fait que la portion érodée (environ 1 m de large) en 2020 constitue un plus grand volume de sédiment que sur les autres portions. En effet, le centre et la partie au nord de la recharge sédimentaire avaient été érodés en 2019. Ainsi, l'érosion recensée en 2020 correspond à près d'un mètre de la limite initiale de la recharge. Néanmoins, ce remaniement des sédiments est normal et était attendu. De plus, la reprise végétale des végétaux implantés ou naturels sur la recharge sédimentaire et au-devant, permettront le maintien des sédiments. La fonction stabilisatrice des végétaux s'améliorera dans les prochaines années, plus le système racinaire de ces derniers se développeront. Quelques changements ont eu lieu sur la flexure, avec un élargissement de la plage dans la portion au sud du secteur d'intervention. Cette avancée est directement liée à l'érosion de la recharge qui grâce au remaniement par les vagues a redéposé les sédiments sur le bas de plage. Tout comme les autres déplacements (avancée ou recul) de la ligne de flexure, ces changements restent mineurs.

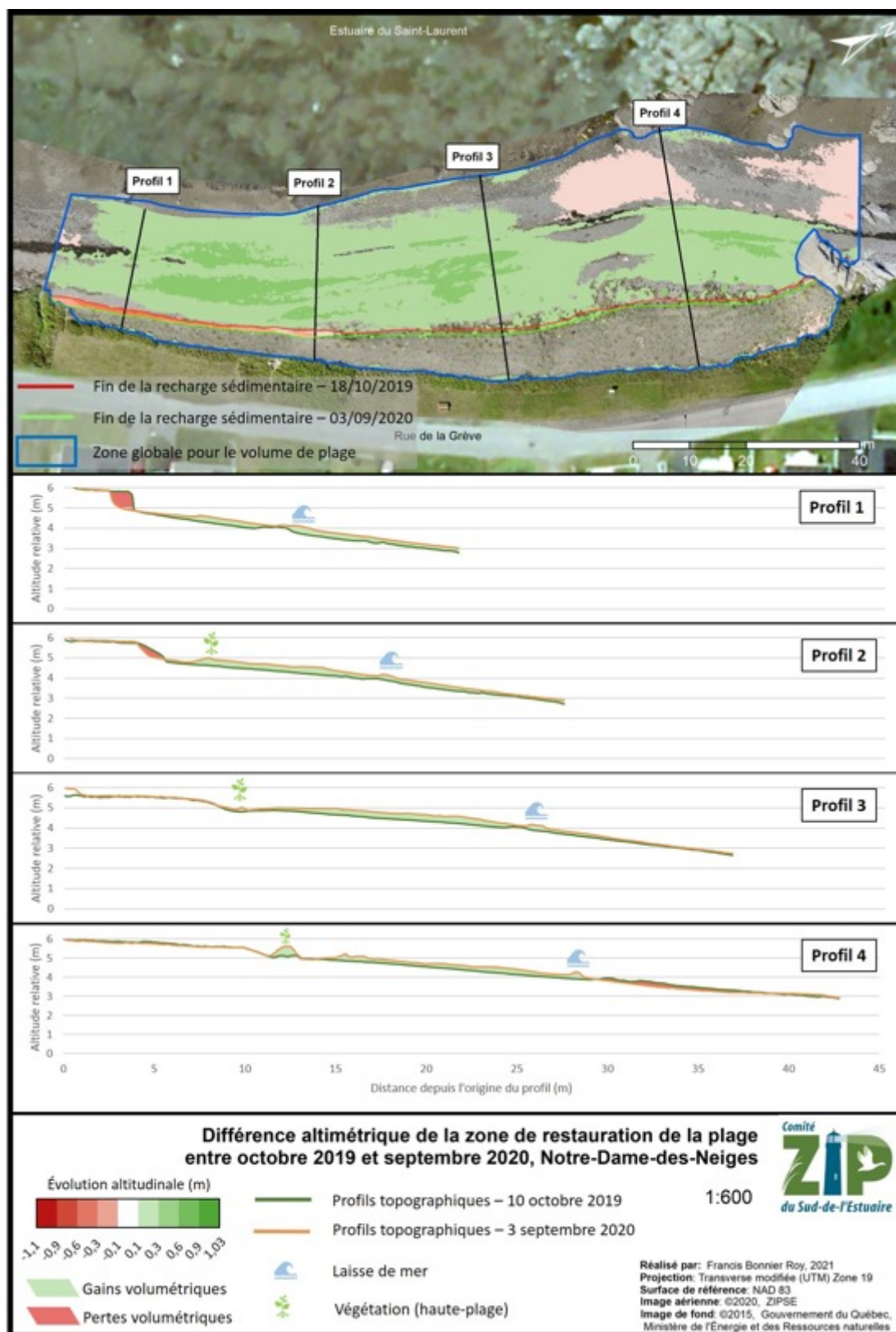


Figure 20. Différentiel altimétrique de la zone de recharge sédimentaire et 4 profils topographiques pour les levés SIMBA du 18 octobre 2019 et le 3 septembre 2020.

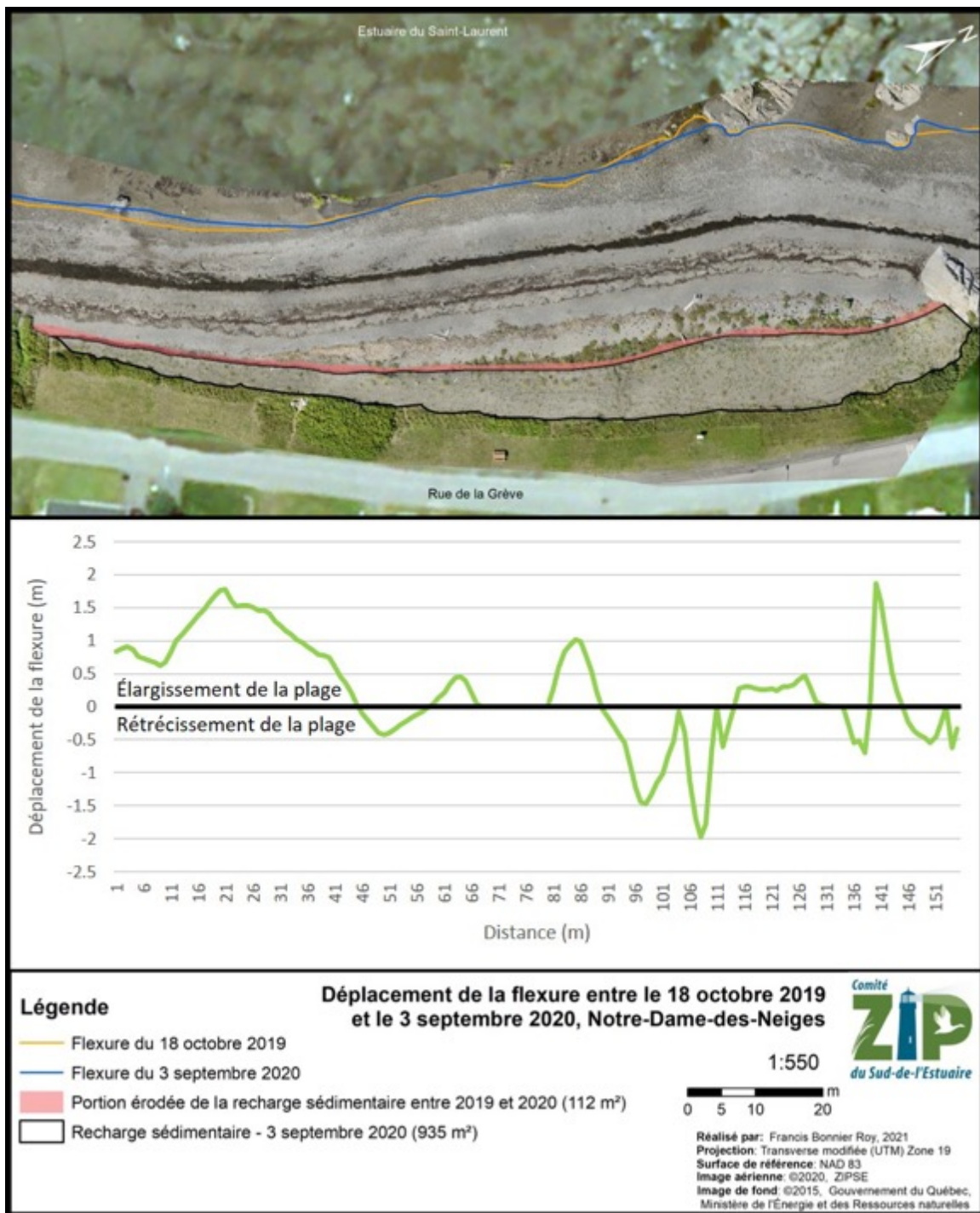


Figure 21. Déplacement de la flexure entre le 18 octobre 2019 et le 3 septembre 2020 vis-à-vis la recharge sédimentaire de Notre-Dame-des-Neiges.

Caméras fixes

Les images prises en 2020 par la caméra *Reconyx HS2X HyperFire2*, installée à l'est du site de restauration (regardant vers l'ouest), furent analysées à l'aide du logiciel « VirtualDub 1.10.4 » (Figure 22). Le logiciel permet de visualiser les photographies de manière accélérée. Ce procédé permet de mieux visualiser le mouvement des marées, des vagues et le déplacement des sédiments.



Figure 22. Caméra de suivi et panneau solaire

La Figure 23 présente un montage photographique issu de la caméra Reconyx de la recharge sédimentaire juste après une onde de tempête (voir Figure 24 pour les niveaux d'eau). Grâce à ces images, il est possible de voir que les vagues générées par l'onde de tempête du 10 avril 2020 ont érodé la portion sud de la recharge sédimentaire. L'analyse des images a pu cibler la date où s'est produite l'érosion d'environ 1 m du talus. Le trait jaune sur les images représente une partie de la surface visible par la caméra de la pente initiale (juin 2019) de la portion sud de la recharge sédimentaire. Le trait vert représente le sommet de la microfalaïse la veille de l'onde de tempête du 10 avril 2020 tandis que le trait rouge représente sa nouvelle position.



Figure 23. Changements observés à l'aide de la caméra Reconyx pour le secteur de la recharge sédimentaire en avril 2020.

Les données des niveaux d'eau observés à la station de Rimouski en 2020 sont présentées à la Figure 24. Cette station se situe à 67 km au nord-est du site de restauration de Notre-Dame-des-Neiges. On peut voir 6 niveaux d'eau élevés associés à des vagues ayant le potentiel de causer de l'érosion et de la submersion côtières.

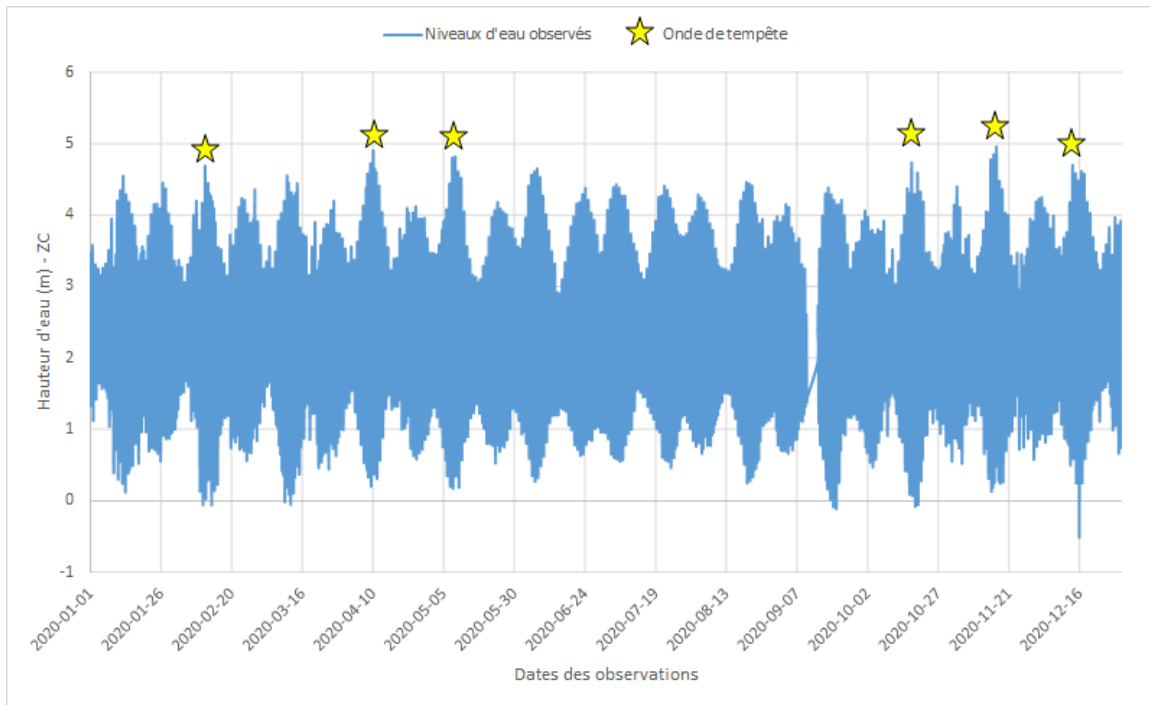


Figure 24. Niveaux d'eau observés enregistrés à la station de Rimouski en 2020. Les ondes de tempêtes importantes sont identifiées par des étoiles jaunes (Source : Pêches et Océans Canada).

Sur la Figure 25, on voit que l'épisode de niveau d'eau élevé du 10 mai 2020 a mobilisé de nouveau les sédiments du talus au sud de la recharge sédimentaire. C'est le dernier événement du printemps ayant eu un effet important sur la morphologie de la zone de restauration dont il est question dans l'analyse de la topographie et des volumes à la section précédente.



Figure 25. Changements observés à l'aide de la caméra Reconyx pour le secteur de la recharge sédimentaire entre le 9 et le 10 mai 2020.

Sur la Figure 26, on observe le portrait d'ensemble de la recharge sédimentaire et de la plantation des végétaux de bord de mer sur celle-ci. On remarque ainsi une croissance végétale importante de la plantation en 1 an, mais aussi l'implantation d'une végétation naturelle au pied de la recharge sédimentaire. Il est attendu que les plantes colonisent l'ensemble de la zone dans les prochaines années.



Figure 26. Montage photo de la caméra Reconyx montrant la recharge sédimentaire entre juillet 2019 et juillet 2020.

CONCLUSION

Ce rapport de suivi a permis de dresser un portrait de l'évolution des actions de restauration réalisées à Notre-Dame-des-Neiges pour une deuxième année. Les suivis ont permis de suivre l'évolution de la recharge sédimentaire à la suite de quelques saisons ainsi que des ondes de tempêtes, mais également de suivre la croissance des végétaux plantés lors des travaux sur celle-ci. Les suivis ont également permis de suivre l'évolution des zones de restauration du marais et de l'herbier de zostère marine.

Ces suivis furent réalisés saisonnièrement entre juin et septembre 2020. Les suivis de la végétation de l'herbier de zostère ont permis de démontrer une belle croissance des plants ainsi qu'une augmentation de la superficie de recouvrement dans de nombreuses parcelles. Les suivis du marais sont quant à eux plus nuancés puisque la quasi-totalité des plants transplantés en 2019 a été ensablée par des apports sédimentaires originaires de la rivière des Trois-Pistoles. Le suivi en 2021 permettra de vérifier si ces plants ont finalement survécu en mettant dans un premier temps l'accent sur leur système racinaire et permettre l'année suivante à leurs tiges de se développer. Enfin, les suivis réalisés sur la plage furent encourageants avec une croissance importante de la végétation autant naturelle que transplantée, ainsi qu'une faible mortalité.

Le suivi ichthyologique n'a pas permis d'observer la même diversité notée les années précédentes, c'était toutefois une année d'abondance avec la plus grande quantité de poissons capturés jusqu'à présent et un nombre record d'éperlans arc-en-ciel.

Pour ce qui est de l'évolution de la recharge sédimentaire, la méthodologie de suivi géomorphologique a permis d'illustrer que celle-ci réagissait bien aux différents aléas côtiers. Néanmoins, une légère érosion variante entre 0,3 à 1,6 m du front de la recharge sédimentaire a été observée. La portion sud-est la plus affectée, telle qu'observée durant la première année du suivi. En raison de l'accrétion naturelle saisonnière et de la dérive littorale, le volume de plage calculé entre octobre 2019 et septembre 2020 montre une augmentation de 4 %. On note un léger élargissement de la flexure depuis le suivi précédent et semble en partie associé à l'érosion de l'ouvrage, notamment dans la portion sud. Les images de la caméra 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.

Ainsi, les résultats correspondent, dans l'ensemble, à ce qui était anticipé dans les premières années de suivis des travaux de restauration côtière. Les suivis seront également réalisés de façon saisonnière, pour une dernière année, en 2021.

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.

Desroches, J.-F. & I. Picard. 2013. Poissons d'eau douce du Québec et des maritimes. Éditions Michel Quintin. Waterloo, Québec, 471p. ISBN (rel.) 978-2-89435-626-5

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.

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.

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

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

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.