

Restauration des habitats côtiers de l'Anse-du-Portage : 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 :

Roxanne Noël, M. Sc., Biologiste

Francis Bonnier Roy, M. Sc., Géomorphologue

Samuel Veilleux, M. Sc., Géomorphologue

Philippe Bois, Technicien en écologie appliquée et géomatique

Équipe terrain :

Roxanne Noël Samuel Bolduc

Kassandra Croteau Philippe Bois

Félix Lafond Francis Bonnier Roy

Patrice Voyer

Partenaire et collaborateurs

Pêches et Océans Canada

Ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs

Municipalité de Notre-Dame-du-Portage

Municipalité régionale de comté (MRC) de Rivière-du-Loup

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.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous tenons à remercier la municipalité de Notre-Dame-du-Portage pour leur confiance envers le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire ainsi que pour leur participation dans la restauration du site de l'Anse-du-Portage. Merci également à Michel Samson pour l'accès à son domicile et le suivi régulier des travaux de restauration. Nous tenons également à remercier Aline Huot pour nous avoir donné accès à son terrain lors des inventaires de poissons. Finalement, nous tenons à remercier tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à la prise de données, à la rédaction de ce rapport et à la révision de celui-ci.

CITATION RECOMMANDÉE :

Noël, R., Bonnier Roy, F., Veilleux, S. et Bois, P. 2021. Restauration des habitats côtiers de l'Anse-du-Portage : Suivis 2020. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 31p.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	1
Mise en contexte	3
Suivis	5
Suivi biologique.....	5
Suivi de la reprise végétale du marais à l'aide de SIMBA.....	5
Suivi de la reprise végétale de la plage à l'aide de parcelle de suivi	9
Suivi ichtyologique	11
Suivi géomorphologique	19
Suivi topographique et volumétrique de la recharge sédimentaire	19
Suivi à l'aide d'une caméra fixe	27
Conclusion.....	30
Références.....	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site de restauration à Notre-Dame-du-Portage.....	3
Figure 2 : Ensemble des actions de restauration réalisées au printemps et à l'été 2018.	4
Figure 3 : Suivi de la reprise végétale de la zone d'extraction utilisée lors des travaux de 2018.....	6
Figure 4 : Suivi de la reprise végétale dans les sentiers empruntés lors des travaux de 2018.....	7
Figure 5 : Représentation des superficies de recouvrement de la transplantation de spartine alterniflore dans le marais en 2018 et 2020.....	8
Figure 6 : Parcelle d'élyme des sables en juillet 2020.	9
Figure 7 : Variation du pourcentage de recouvrement entre août 2019 et juillet 2020.	9
Figure 8 : Parcelle R1 avant l'intervention de contrôle de la renouée du Japon en juillet 2020.....	10
Figure 9 : Renouée du Japon avant et après son extraction.	11
Figure 10 : Emplacement des engins de pêche lors de l'inventaire de septembre 2020.	12
Figure 11 : Identification des poissons lors d'un inventaire avec le verveux.....	12
Figure 12 : Quelques espèces capturées lors de l'inventaire.....	14
Figure 13. Taille moyenne des espèces capturées lors des inventaires de 2018, 2019 et 2020.....	16
Figure 14 : Comparaison du nombre de poissons capturés à la senne et au verveux entre 2018, 2019 et 2020.....	17
Figure 15 : Taille moyenne des espèces de poissons capturés en 2020.	18
Figure 16 : Étendue de la zone survolée par SIMBA lors du levé aérien du 20 août 2020.....	19
Figure 17 : Répartition des débris organiques et de la végétation dans la zone de calcul du volume de plage.	21
Figure 18 : Différentiel altimétrique de la zone de recharge sédimentaire entre le 4 novembre 2019 et le 20 août 2020, calculé à partir des levés SIMBA.....	25
Figure 19 : Déplacement de la flexure de la zone de restauration entre le 4 novembre 2019 et le 20 août 2020.	26
Figure 20 : Localisation de la caméra de suivi à l'Anse-du-Portage.....	27

Figure 21 : Niveaux d'eau et ondes de tempête enregistrés à la station de Rimouski entre novembre 2019 et décembre 2020 (Source : Pêches et Océans Canada). 28

Figure 22 : État de la recharge sédimentaire lors des levés de novembre 2019 et août 2020 (à gauche) ; la limite de plantation d'élymes des sables (vert), la limite des sédiments fins du dessus de la recharge (jaune) et le sommet des microfalaises d'érosion (rouge) sont représentés pour les deux dates. À droite, deux ondes de tempête survenues entre les deux levés. 29

Figure 23 : Photos de la recharge sédimentaire avant, pendant et après l'onde de tempête du 16 novembre 2020. La limite de plantation d'élymes des sables (vert), la limite des sédiments fins du dessus de la recharge (jaune) et le sommet de la microfalaise d'érosion (rouge) y sont représentés. 29

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Calendrier de l'ensemble des suivis biologique et géomorphologique réalisés en 2020.....	5
Tableau 2 : Différence de la température de l'eau entre les inventaires de 2018, 2019 et 2020.....	13
Tableau 3 : Comparaison du nombre d'espèces de poissons et du nombre de poissons capturés entre 2018, 2019 et 2020.....	13
Tableau 4 : Évaluation de la calibration entre les MNE par des points de contrôle fixes pour les levés de novembre 2019 et août 2020.	22
Tableau 5 : Calcul du volume de la plage à partir des levés SIMBA depuis les travaux de recharge sédimentaire.....	23

RÉSUMÉ

La présence en grand nombre de diverses espèces de poissons est reconnue à l'Anse-du-Portage. Plusieurs espèces de poissons y sont soit de passage, en migration ou en période de reproduction. D'autres y passent leurs premiers stades de vie, aux stades larvaire et juvénile. On y retrouve entre autres un grand nombre d'éperlans arc-en-ciel, de poulamons atlantiques et de bars rayés. La diversité d'espèces de poissons retrouvées sur le site peut être expliquée en partie par la présence d'habitats côtiers à forte valeur écologique pour celles-ci, soit un marais et une plage. Lors de la caractérisation côtière, réalisée par le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire en 2015 (Comtois et *coll.* 2015) et Environnement CA en 2016 (Bérubé et *coll.* 2018), plusieurs signes de dégradation avaient été observés à l'Anse-du-Portage. Le marais maritime ainsi que la plage démontraient des signes d'érosion, en plus de la présence de plantes exotiques envahissantes retrouvées sur la haute-plage. Un enrochement déstructuré sur une section de la plage contribuait également à la fragilité des habitats côtiers présents sur le site.

Suite aux résultats obtenus lors de la caractérisation côtière, plusieurs actions de restauration furent mises en place et réalisées par le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire au printemps et à l'été 2018 (Quintin et *coll.* 2019), soit :

- La transplantation de 30 000 plants de spartines alterniflore sur le schorre inférieur du marais, représentant une surface de 396 m² ;
- L'extraction d'une colonie de renouée du Japon de 10 m² ;
- La recharge sédimentaire de la plage, représentant un volume de 1 726 m³ sur une surface de 2 446 m² ;
- La plantation de 15 000 plants d'élyme des sables et de 400 rosiers à l'endroit où se situait l'enrochement.

Les résultats des deux premières années de suivis biologiques et géomorphologiques avaient permis de démontrer une bonne reprise végétale sur l'ensemble du site de restauration ainsi qu'un reprofilage de la recharge sédimentaire de la plage, comme anticipé. L'impact des vagues de tempête a tout de même été souligné, notamment l'érosion de la face abrupte de la recharge et la mobilisation des sédiments. Enfin, l'inventaire de poissons a permis de montrer que les travaux de restauration semblaient contribuer au maintien de la richesse et de la diversité de poissons de l'Anse-du-Portage (Quintin et *coll.* 2019).

Les résultats de cette troisième année de suivis biologiques et géomorphologiques concordent avec ceux de 2018 et 2019. Une croissance importante de la végétation,

la reprise végétale dans les zones dégradées et la diversité de la faune ichtyologique inventoriée démontrent la résilience du milieu suite aux travaux de restauration. Cette résilience est également confirmée par l'élargissement généralisé de la plage et le volume sédimentaire stable. Toutefois, l'érosion accrue observée à l'extrémité sud nécessitera vraisemblablement une investigation supplémentaire en 2021.

En somme, les suivis des actions de restauration côtière réalisés dans le cadre du projet financé par le Fonds pour la restauration côtière de Pêches et Océans Canada (*Restauration d'habitats côtiers sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent*) ont permis d'atteindre l'objectif principal poursuivi, soit de restaurer les habitats essentiels des poissons de la rive sud de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Les relevés sur le terrain seront réalisés jusqu'en 2021 afin de continuer le suivi amorcé en 2018.

MISE EN CONTEXTE

Des travaux de restauration côtière furent réalisés par le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire au printemps et à l'été 2018 sur le site de l'Anse-du-Portage, situé dans la municipalité de Notre-Dame-du-Portage (Figure 1). L'accès au site se fait en empruntant la route du fleuve, à proximité de la jonction avec la route 132. Suite aux travaux, des suivis ont été faits dans un premier temps mensuellement puis, les années suivantes, saisonnièrement, l'objectif des suivis étant de documenter l'évolution des zones restaurées.

Ce projet de restauration fait partie d'un plus grand projet financé par le Fonds pour la restauration côtière de Pêches et Océans Canada intitulé *Restauration d'habitats côtiers sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent*. Ce projet de cinq ans vise à la restauration d'habitats essentiels du poisson de la rive sud de l'estuaire. Le projet de Notre-Dame-du-Portage est le premier site à avoir été restauré.

Le présent rapport dresse un portrait des résultats des suivis biologiques et géomorphologiques réalisés sur la plage et le marais entre 2019 et 2020.

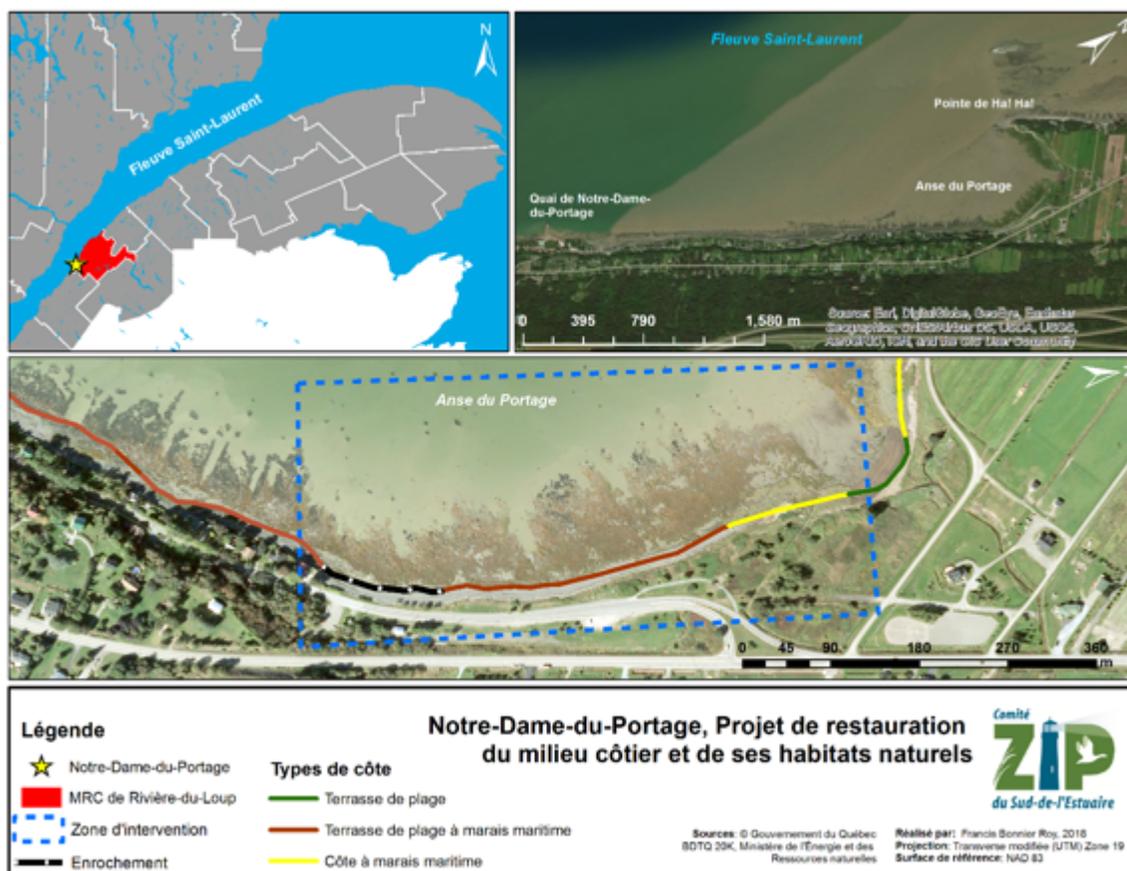


Figure 1 : Localisation du site de restauration à Notre-Dame-du-Portage.

Diverses actions de restauration furent réalisées au printemps et à l'été 2018 par le Comité ZIPSE afin de restaurer le marais et la plage de l'Anse-du-Portage (Figure 2). Premièrement, une transplantation de spartine alterniflore dans le schorre inférieur du marais fut entreprise, permettant de restaurer une zone dégradée de 396 m². Deuxièmement, une recharge sédimentaire fut réalisée sur la plage, par l'ajout d'un volume de 1 726 m³ de sédiments. Enfin, la plantation de 15 400 végétaux indigènes fut effectuée sur la recharge sédimentaire, en plus d'un contrôle de la renouée du Japon présente sur le site.

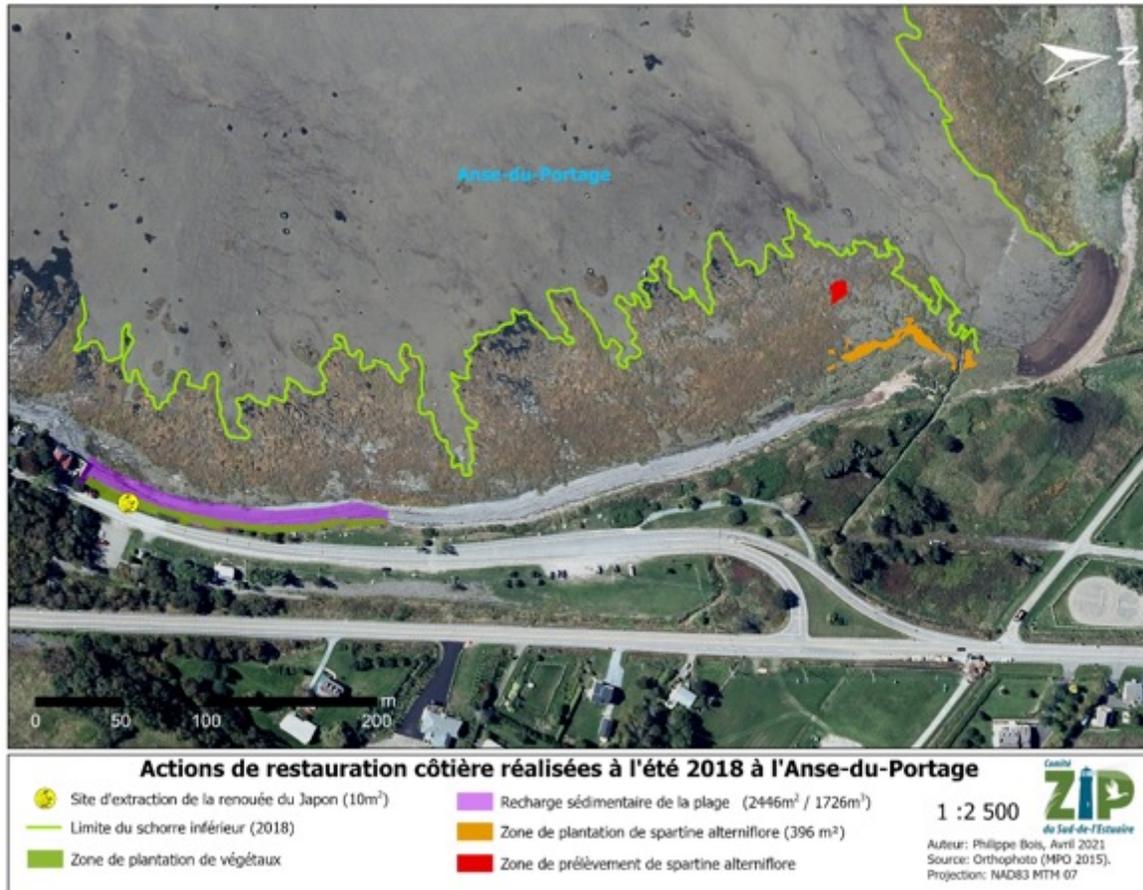


Figure 2 : Ensemble des actions de restauration réalisées au printemps et à l'été 2018.

SUIVIS

Cette section du rapport présente les résultats de la troisième année de suivis réalisés à la suite des travaux de restauration côtière en 2018. La section comprend les résultats biologiques et géomorphologiques du marais à spartine alterniflore et de la plage. Les suivis sur le terrain se sont déroulés entre juin à septembre 2020 (Tableau 1).

Tableau 1 : Calendrier de l'ensemble des suivis biologique et géomorphologique réalisés en 2020.

Dates de visite en 2020	Suivi de la reprise végétale	Suivi ichtyologique	Suivi géomorphologique	
	Plage		Marais	Plage
2 juin	X			
20 juillet	X			
20 août			X	X
1 au 3 septembre		X		
15 septembre	X			

Suivi biologique

Cette section montre les résultats des suivis biologiques réalisés pour évaluer la reprise végétale à l'aide de parcelles pour la plage ainsi qu'à l'aide du Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude (SIMBA) pour le marais. Un inventaire de poissons a également été réalisé pour évaluer la richesse et la diversité ichtyologique du secteur à la suite des actions de restauration côtière. Les suivis se poursuivront en 2021, soit jusqu'à la fin du projet.

Suivi de la reprise végétale du marais à l'aide de SIMBA

Le suivi de la transplantation de spartine alterniflore dans le marais de l'Anse-du-Portage fut réalisé à l'aide des images prises par la plateforme SIMBA lors du levé du 20 août 2020. L'orthomosaïque obtenue à partir des images du levé fut par la suite comparée à celles de 2018, soit immédiatement après les travaux, et de 2019. Les images des différentes années permettent de comparer la superficie de recouvrement de la spartine alterniflore dans les trois zones de suivis, soit : la zone d'extraction, les sentiers ainsi que la zone de plantation.

Le radeau de spartine alterniflore utilisé comme banc donneur en 2018 commence tranquillement à reprendre de l'expansion et à combler les zones où la végétation fut extraite en 2018. Alors qu'en 2019 une légère perte avait été observée (Noël et coll., 2020), la spartine alterniflore a colonisé plusieurs secteurs dénudés entre 2019 et 2020. À la suite de l'extraction en 2018, le radeau faisait 44 m², alors qu'il fait 60 m² en 2020 (Figure 3).

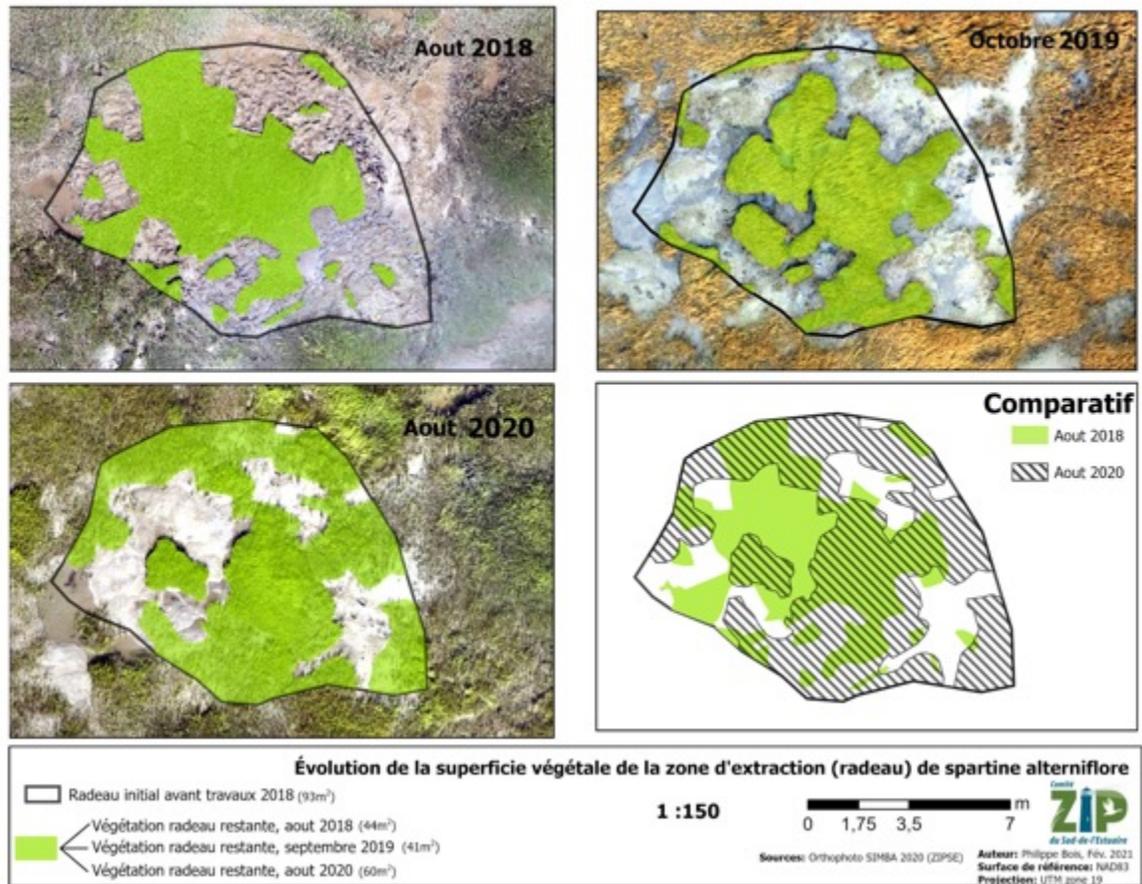


Figure 3 : Suivi de la reprise végétale de la zone d'extraction utilisée lors des travaux de 2018.

Les sentiers qui furent empruntés lors de la réalisation des travaux en 2018 se sont complètement naturalisés (Figure 4). Les zones qui sont toujours dénudées sont semblables aux zones naturellement dénudées avant la réalisation des travaux, soit par une dépression, la présence d'une marelle, etc.

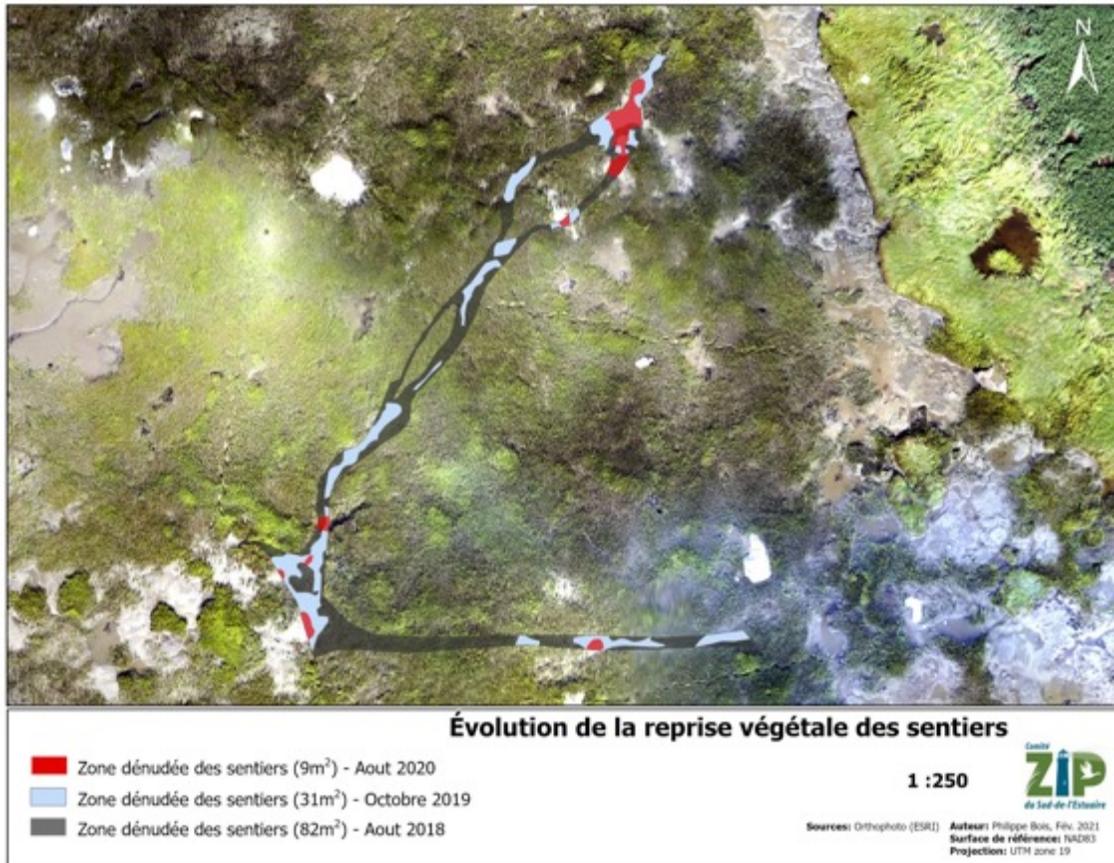


Figure 4 : Suivi de la reprise végétale dans les sentiers empruntés lors des travaux de 2018.

Le marais de l'Anse-du-Portage fut perturbé par les événements de tempête de l'automne 2019 et du printemps 2020. On le remarque tout particulièrement au niveau du schorre supérieur qui a subi d'importantes pertes. Toutefois la zone de plantation, elle, semble continuer à prendre de l'ampleur et à coloniser les zones qui étaient restées dénudées (Figure 5). Entre l'année des travaux (2018) et l'été 2020, ce sont 126 m² de plus qui ont été colonisés dans la zone de plantation, une augmentation de 32 %. La superficie de la zone de plantation des relevés SIMBA, réalisée en août, diffère légèrement de la superficie calculée à l'aide du DGPS en mai à la suite aux travaux de restauration. Cette légère différence peut être expliquée par la différence de précision des deux outils et des périodes de l'année différentes entre les deux techniques.

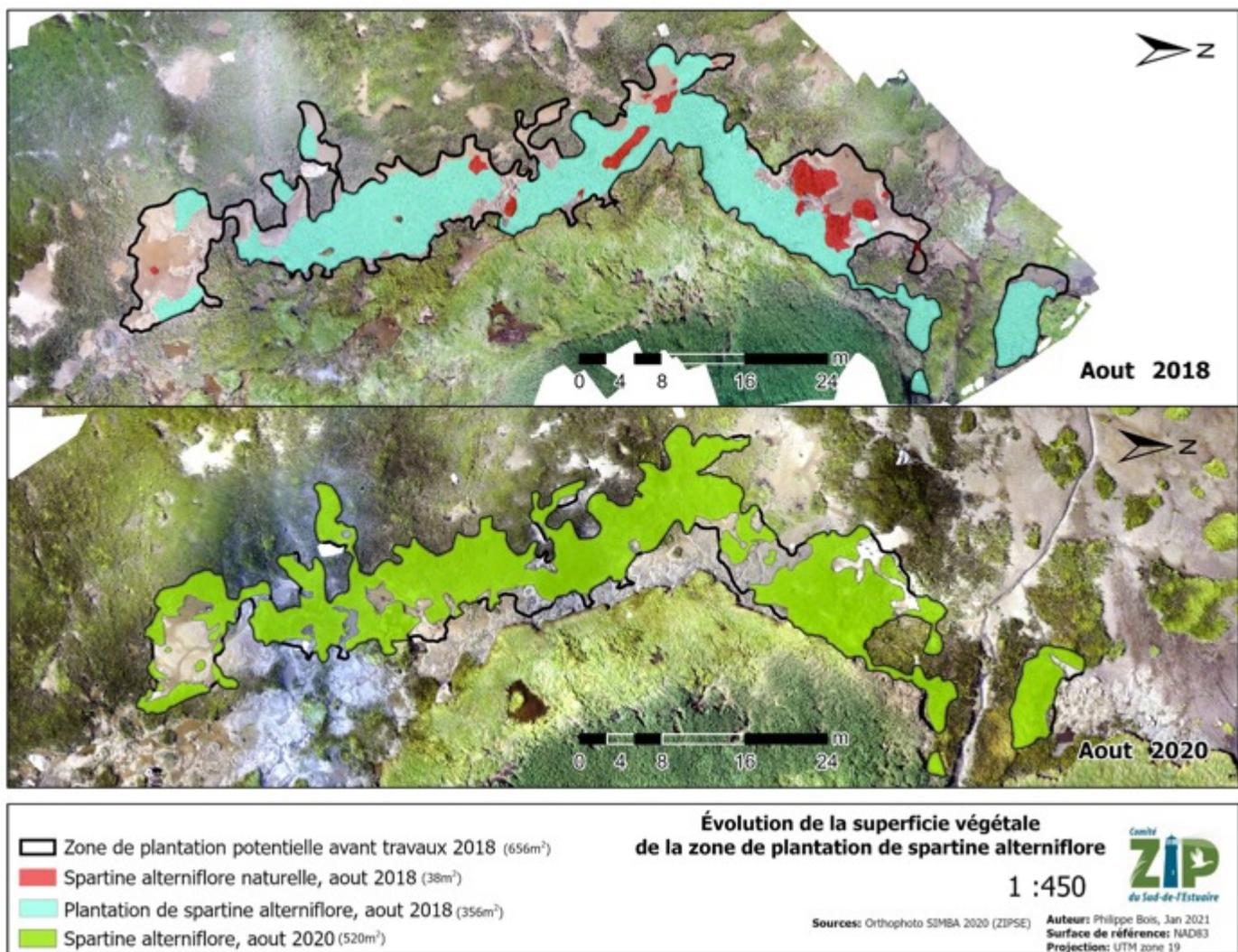


Figure 5 : Représentation des superficies de recouvrement de la transplantation de spartine alterniflore dans le marais en 2018 et 2020.

Suivi de la reprise végétale de la plage à l'aide de parcelle de suivi

Comme pour 2018 et 2019, le suivi de 11 parcelles d'élyme des sables et de rosiers fut effectué. Les suivis ont eu lieu entre juin et septembre 2020 de façon saisonnière. À chaque visite des parcelles, plusieurs données étaient récoltées, soit le nombre de plants, la hauteur de cinq tiges aléatoires, le pourcentage de recouvrement, une photo et une description de l'état général de la parcelle (Figure 6).



Figure 6 : Parcelle d'élyme des sables en juillet 2020.

Le pourcentage de recouvrement des parcelles de suivi, de manière générale, est demeuré inchangé entre 2019 et 2020 (Figure 7). On note toutefois une augmentation du pourcentage de recouvrement dans certaines parcelles (R1, EL3, EL4, EL6). L'augmentation du pourcentage de recouvrement par les rosiers dans la parcelle R1 est une bonne nouvelle puisque, dans celle-ci, on y retrouve de la renouée du Japon (Figure 8).

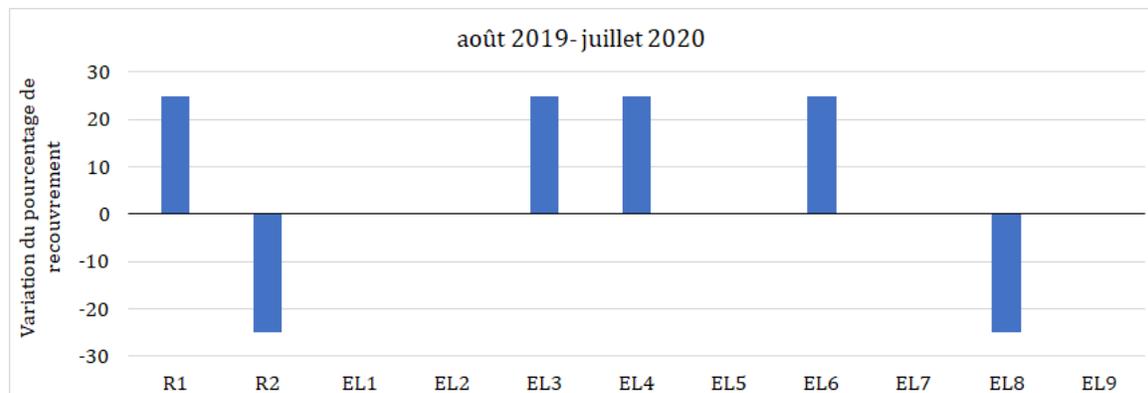


Figure 7 : Variation du pourcentage de recouvrement entre août 2019 et juillet 2020.



Figure 8 : Parcelle R1 avant l'intervention de contrôle de la renouée du Japon en juillet 2020.

Il faut également noter qu'une diminution du pourcentage de recouvrement fut observée dans les parcelles R2 et EL8. Ces deux parcelles sont grandement exposées au soleil, et l'été 2020 fut un été sec. De gros débris emportés par les grandes marées d'automne et d'hiver furent également observés dans la parcelle EL8, ce qui a perturbé les plants. Par contre, des plants d'élyme des sables en fleurs furent notés dans cette même parcelle et aucune mortalité ne fut notée dans les deux parcelles. Les conditions de celles-ci devraient donc s'améliorer dans la prochaine année.

Un suivi de la renouée du Japon fut réalisé encore une fois cette année par l'équipe du Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. L'extraction des tiges de renouée du Japon fut exécutée par l'équipe à chaque visite terrain pour les suivis végétaux, ichtyologiques et géomorphologiques, du printemps à l'automne 2020 (Figure 9). La zone recouverte par la renouée du Japon semble stable, celle-ci n'a pas repris de l'ampleur depuis son extraction mécanique en 2018. Un suivi rigoureux sera également réalisé par le comité ZIPSE en 2021. La municipalité de Notre-Dame-du-Portage prendra le relais par la suite.



Figure 9 : Renouée du Japon avant et après son extraction.

Suivi ichthyologique

Les inventaires de poissons se sont déroulés du 1^{er} au 3 septembre 2020. Le verveux fut installé non loin de la pointe des Ha! Ha!, vis-à-vis la transplantation du marais. Les traits de senne, quant à eux, furent réalisés en face de la recharge sédimentaire (Figure 10). Il est important de noter que le verveux est un engin de pêche fixe installé au large et qui permet de capturer de plus gros poissons mobiles. La senne, quant à elle, est un engin mobile qui est utilisé le long du rivage et qui permet de capturer de plus petits poissons moins mobiles. La combinaison des deux types d'engins de pêche permet de dresser un portrait global de la biodiversité du site. Pour plus de détails sur la méthodologie de l'inventaire, se référer au protocole Noël et *coll.* (2020a).

À chaque marée basse, les poissons capturés dans le verveux furent dénombrés, identifiés et 30 individus par espèce, choisis aléatoirement, furent mesurés (Figure 11). Par la suite, tous les poissons furent remis à l'eau lors de la marée montante. Trois sessions de trait 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 à l'aide du verveux. Tous les poissons furent remis à l'eau à la suite de leur identification.

Lors des inventaires, une fois par jour, des paramètres physico-chimiques ont été pris, à partir de la rive, à l'aide de la sonde *Hanna HI9829 Multiparameter* (Tableau 2). On remarque que la température de l'eau est un peu plus chaude chaque année d'inventaire. Ceci peut être expliqué en partie par le fait que les inventaires furent réalisés, à chaque fois, un peu plus tôt en septembre.

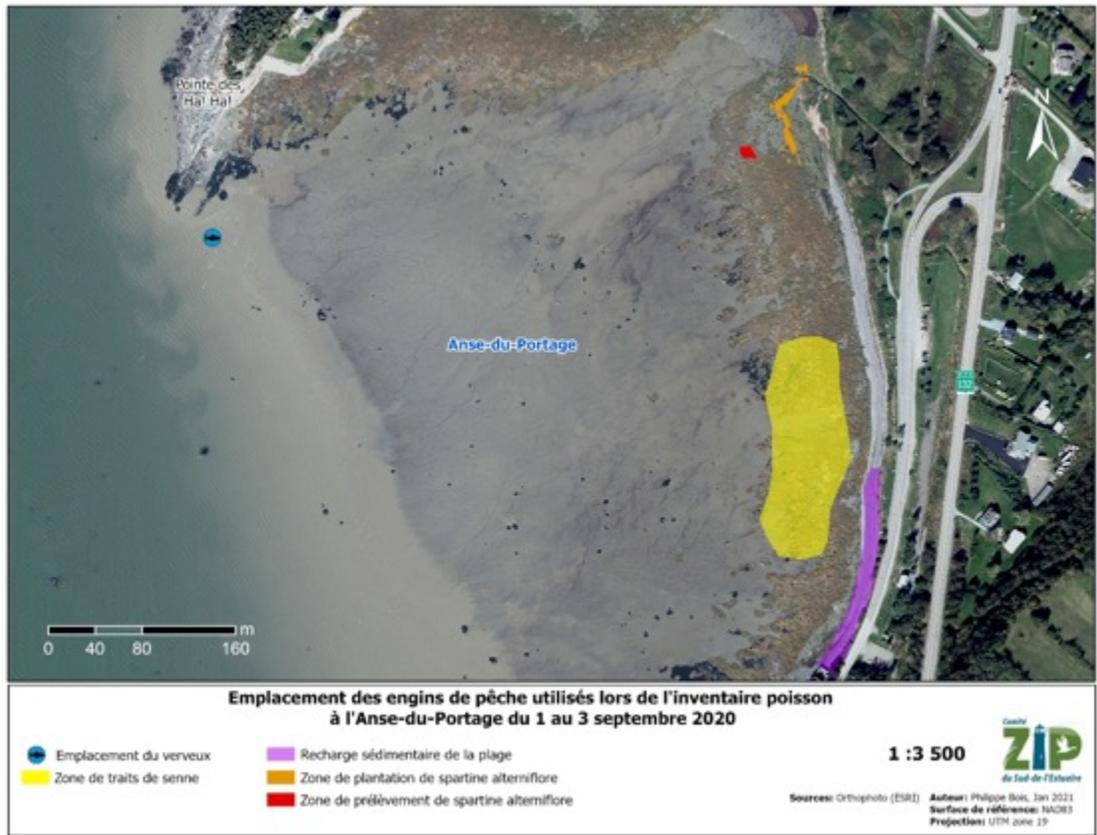


Figure 10 : Emplacement des engins de pêche lors de l'inventaire de septembre 2020.



Figure 11 : Identification des poissons lors d'un inventaire avec le verveux.

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

Date	Température (°C)	Moyenne (°C)
23 septembre 2018	9,58	12,56
24 septembre 2018	15,25	
25 septembre 2018	12,84	
11 septembre 2019	11,96	15,94
12 septembre 2019	18,15	
13 septembre 2019	17,71	
1 septembre 2020	19,13	18,98
2 septembre 2020	16,24	
3 septembre 2020	21,57	

Un total de 702 poissons furent capturés lors de l'inventaire 2020, répartis en huit espèces (Tableau 3). Il s'agit d'une diminution importante de la quantité de poissons capturés. Cependant, au niveau de la diversité des espèces, on note une légère augmentation de deux espèces en comparaison avec les données obtenues les années précédentes. La quantité plus faible de poissons capturés pourrait être expliquée par les mauvaises conditions observées, particulièrement lors du dernier relevé ; de la pluie abondante combinée à de grands vents ont créé des vagues importantes dans l'anse. Ceci a apporté plusieurs débris et algues qui ont obstrués l'entrée du verveux, le tout additionné à des vagues et un courant important qui ont relevé une des ailes du verveux. La combinaison de ces événements a grandement diminué l'efficacité du verveux ainsi que son temps de pêche.

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

	Nombre d'espèces de poissons	Nombre de poissons capturés
2018	7	1 447
2019	6	1 760
2020	8	702

Une diversité importante d'espèces fut capturée à l'aide des deux engins de pêche (Figure 12). Toutefois, le verveux se démarque par une forte diversité de poissons (sept espèces) ainsi qu'en termes de nombre de poissons capturés (538 poissons) (Figure 14). Comparativement aux années précédentes ou l'éperlan arc-en-ciel dominait, en 2020 c'est le bar rayé qui fut capturé en plus grand nombre tant au verveux qu'à la senne.



Figure 12 : Quelques espèces capturées lors de l'inventaire.

Comparativement aux années précédentes, une plus faible quantité d'éperlan arc-en-ciel fut capturée lors de l'inventaire de 2020 (145 en 2020 contre 1 318 en 2019 et 1 216 en 2018) (Figure 14). C'est à la senne que le plus grand nombre d'éperlans arc-en-ciel fut inventorié, tout comme en 2018. Ceux-ci étaient pour la plupart des juvéniles avec une taille moyenne de 6,06 cm (Figure 13). Il est toujours pertinent de suivre les quantités d'éperlan arc-en-ciel capturées lors de nos inventaires puisque cette espèce fait l'objet de suivis annuels des frayères par le comité du plan de rétablissement de l'espèce (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel du Québec, 2019). Cette espèce a d'ailleurs le statut d'espèce vulnérable selon le MFFP¹.

Un nombre semblable à 2019 de poulamon atlantique fut capturé lors de l'inventaire de 2020 (Figure 14). Les poulamons capturés étaient au stade adulte. Ceux-ci étaient plus gros que les poissons capturés les années précédentes avec une taille moyenne de 21,16 cm (Figure 13).

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

La quantité de bars rayés capturée lors de l'inventaire de 2020 fut semblable aux données obtenues les années précédentes (Figure 14). Même si la plupart des poissons capturés étaient des juvéniles, quelques plus gros spécimens furent capturés à la senne. La taille moyenne des bars rayés capturés en 2020 était de 7,73 cm, une taille semblable aux années précédentes (Figure 13). Le suivi du nombre de captures et de la taille des poissons capturés de cette espèce est également important puisque celle-ci fait également l'objet d'un suivi annuel par le MFFP. Le bar rayé, qui était disparu dans le fleuve Saint-Laurent, fut réintroduit à partir de la population de la rivière Miramichi (N.-B.) sur plusieurs années (Robitaille et coll., 2011). Il est toujours considéré comme disparu selon le LEP² et en voie de disparition au COSEPAC³.

Un plus grand nombre de *gasterosteus* sp. (épinoche à trois épines et épinoche tachetée) fut capturé lors de l'inventaire de 2020 en comparaison aux années précédentes (Figure 14). Également, pour une deuxième année consécutive, quelques épinoches à neuf épines furent capturées. Une très faible variation de la taille des poissons fut observée lors de l'inventaire (Figure 15). La taille moyenne des *gasterosteus* sp. et des épinoches à neuf épines fut également semblable aux années précédentes (Figure 13).

² Loi sur les espèces en péril.

³ Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.

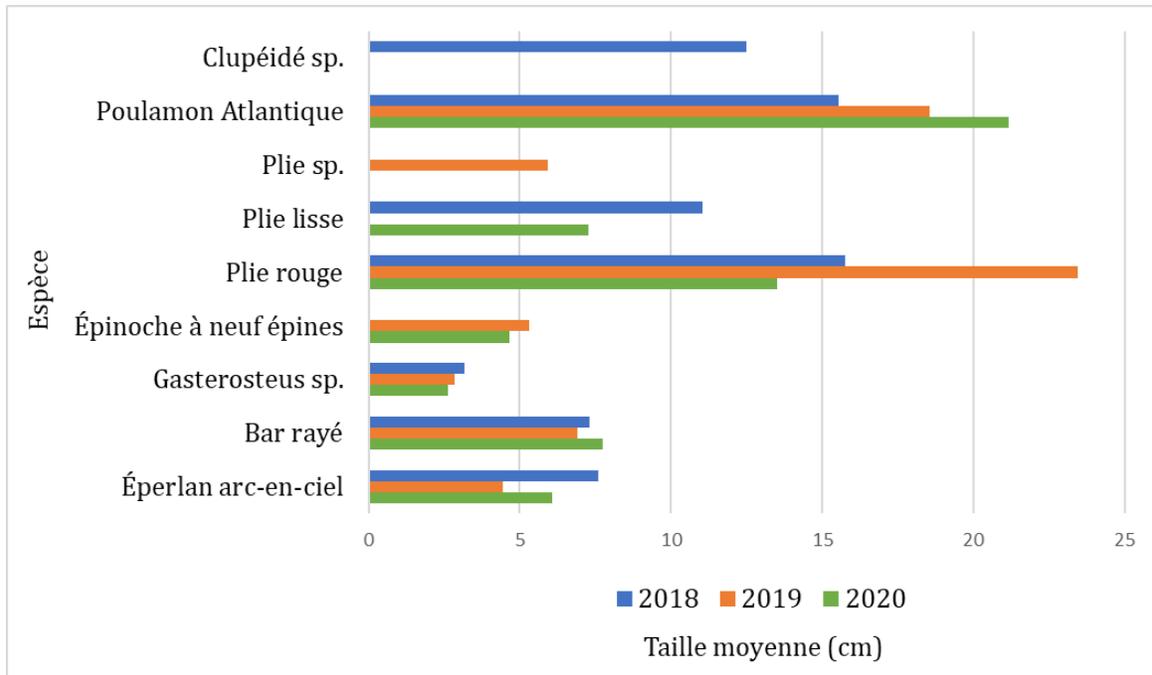


Figure 13. Taille moyenne des espèces capturées lors des inventaires de 2018, 2019 et 2020.

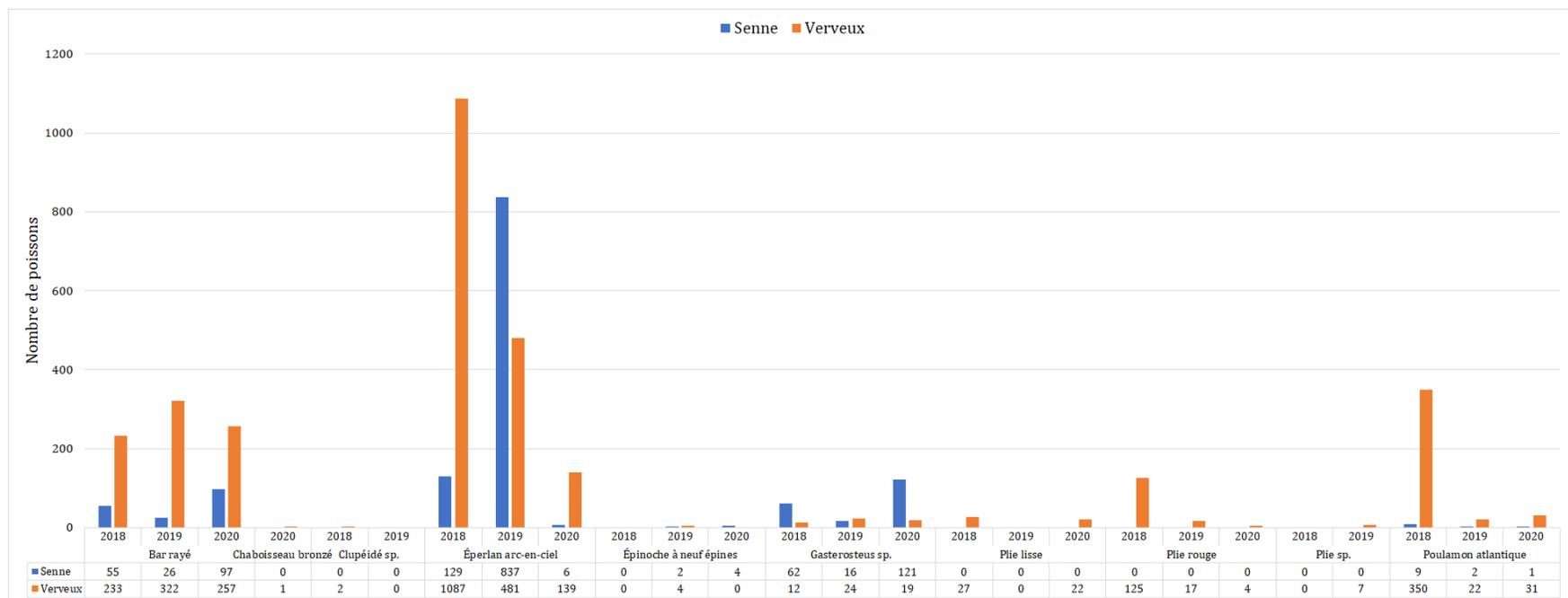


Figure 14 : Comparaison du nombre de poissons capturés à la senne et au verveux entre 2018, 2019 et 2020.

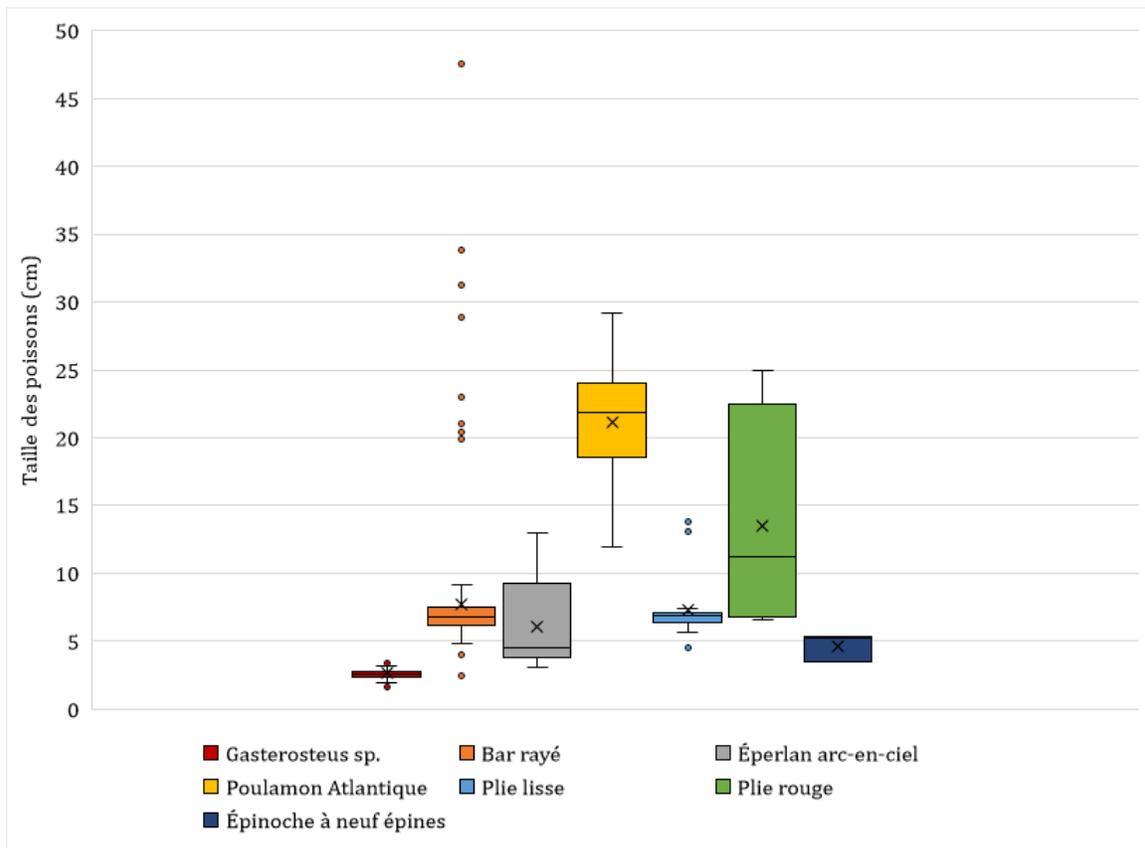


Figure 15 : Taille moyenne des espèces de poissons capturés en 2020.

Suivi géomorphologique

Cette section présente les résultats du suivi géomorphologique réalisé à l'aide du Système d'Imagerie Mobile de Basse Altitude (SIMBA) ainsi que des images prises par la caméra fixe. L'intérêt de ces relevés est d'évaluer les variations morphologiques interannuelles à l'aide de profils topographiques, de calculs de volumes sédimentaires et d'une cartographie des limites de la plage.

Suivi topographique et volumétrique de la recharge sédimentaire

Afin d'obtenir un suivi géomorphologique adéquat de la zone d'intervention sur la plage pour cette troisième année de suivi, un levé d'imagerie aérienne a été effectué le 20 août 2020 à partir de la plateforme SIMBA (voir la section *Levé d'imagerie aérienne* du rapport Bonnier Roy et coll., 2018). La zone couverte par le levé est de 9 151 m², comprenant l'ensemble de la plage où a eu lieu la recharge sédimentaire (Figure 16).

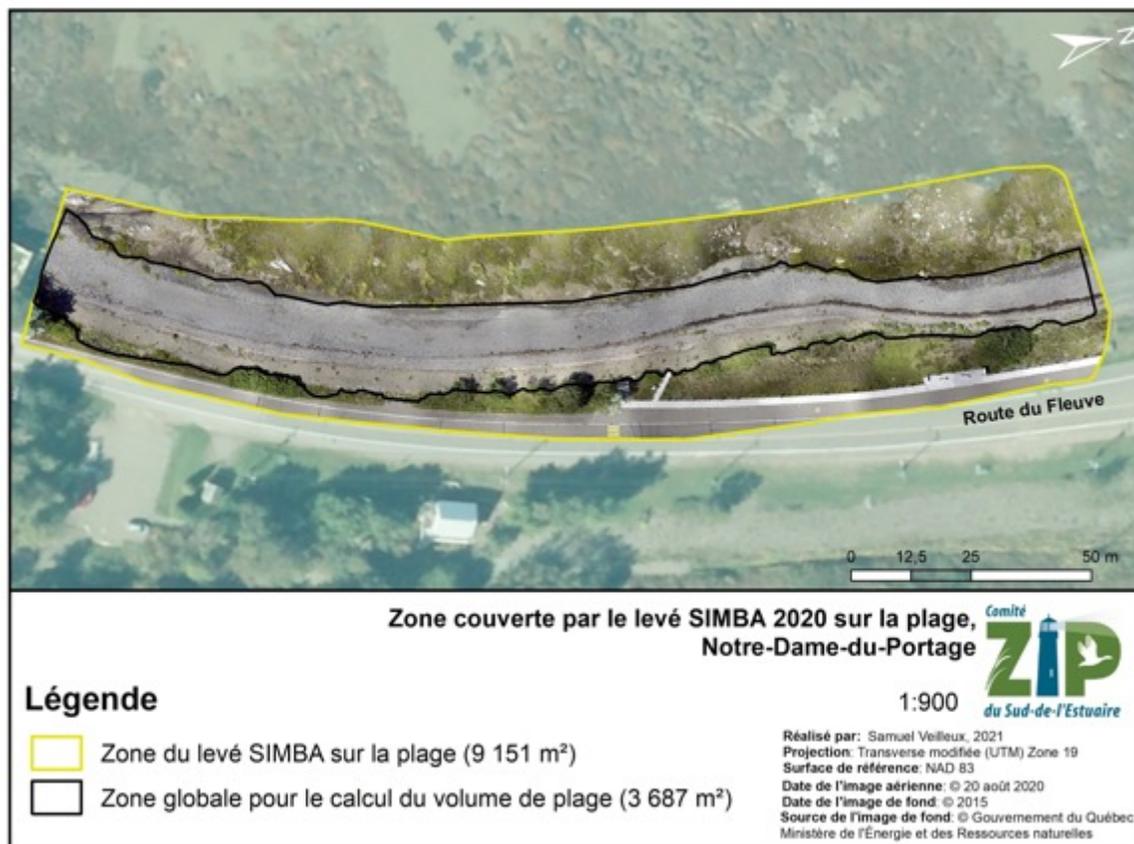


Figure 16 : Étendue de la zone survolée par SIMBA lors du levé aérien du 20 août 2020.

Le levé a été réalisé à l'aide d'un cerf-volant sur lequel est fixée la plateforme SIMBA qui permet de prendre des photographies toutes les 5 secondes. Dans le logiciel *Metashape* d'*Agisoft*, des cibles fixes au sol des années précédentes ont été utilisées afin de géoréférencer le modèle précisément sur les mêmes points de calibration, dont les coordonnées sont en planimétrie NAD83 et datum altimétrique CGVD2013. Les photographies aériennes sont ensuite combinées ensemble afin de générer un modèle de points en 3D, permettant de produire l'orthomosaïque et le modèle numérique d'élévation (MNE) qui servent à l'identification et au calcul de la géométrie des éléments sur la zone d'intervention.

Calcul volumétrique

Afin d'évaluer les changements volumétriques de la recharge sédimentaire entre 2019 et 2020, le calcul du volume de la plage a été fait à partir des levés du 20 août 2020 et du 4 novembre 2019. Cette analyse a été faite à l'aide du logiciel *ArcGIS 10.7* et de l'extension *Spatial Analyst*. La zone globale de calcul utilisée correspond à la superficie couvrant l'ensemble de la recharge sédimentaire initiale (Figure 16). Il s'agit de la même zone de 3 687 m² ayant servi aux calculs de volume sédimentaire lors des précédents suivis⁴. L'outil *Surface Volume* a permis de calculer le volume à l'intérieur de cette zone à partir du MNE d'août 2020. L'altitude la plus basse mesurée le long de la flexure (1,68 m) est utilisée comme plan de référence pour le calcul de volume, et ce, pour l'ensemble des suivis.

Plusieurs sources d'erreurs ont été rencontrées et peuvent avoir une influence sur la précision des modèles. Parmi celles-ci, notons la précision du DGPS pour le positionnement initial des premiers levés en 2018, les limites du logiciel *Metashape* dans son assemblage des photographies aériennes, la nature du milieu à l'étude (reflet de lumière dans l'eau, surface lisse, etc.) ainsi que les erreurs humaines de géoréférencement des cibles fixes sur les photos. De plus, les débris sur la plage et la végétation ont tendance à surestimer le volume calculé ; la superficie couverte par ces débris organiques sur la plage et la croissance de la végétation sur la recharge font donc partie des sources d'erreurs potentielles dans l'estimation du volume de plage (Figure 17). Dans le but de réduire cette erreur sur le calcul du volume sédimentaire, le volume estimé est soustrait du volume calculé afin d'obtenir une valeur plus près du volume réel de sédiments sur la plage. L'ordre de grandeur jugé des erreurs représente quelques centimètres ou quelques dizaines de centimètres tout au plus.

⁴ La même zone de calcul est utilisée afin de pouvoir comparer la variabilité du volume sédimentaire entre chaque suivi. La superficie de la zone n'est donc pas modifiée en fonction de l'évolution morphologique de la plage (ex : élargissement ou rétrécissement), comme cela a été constaté en 2020.

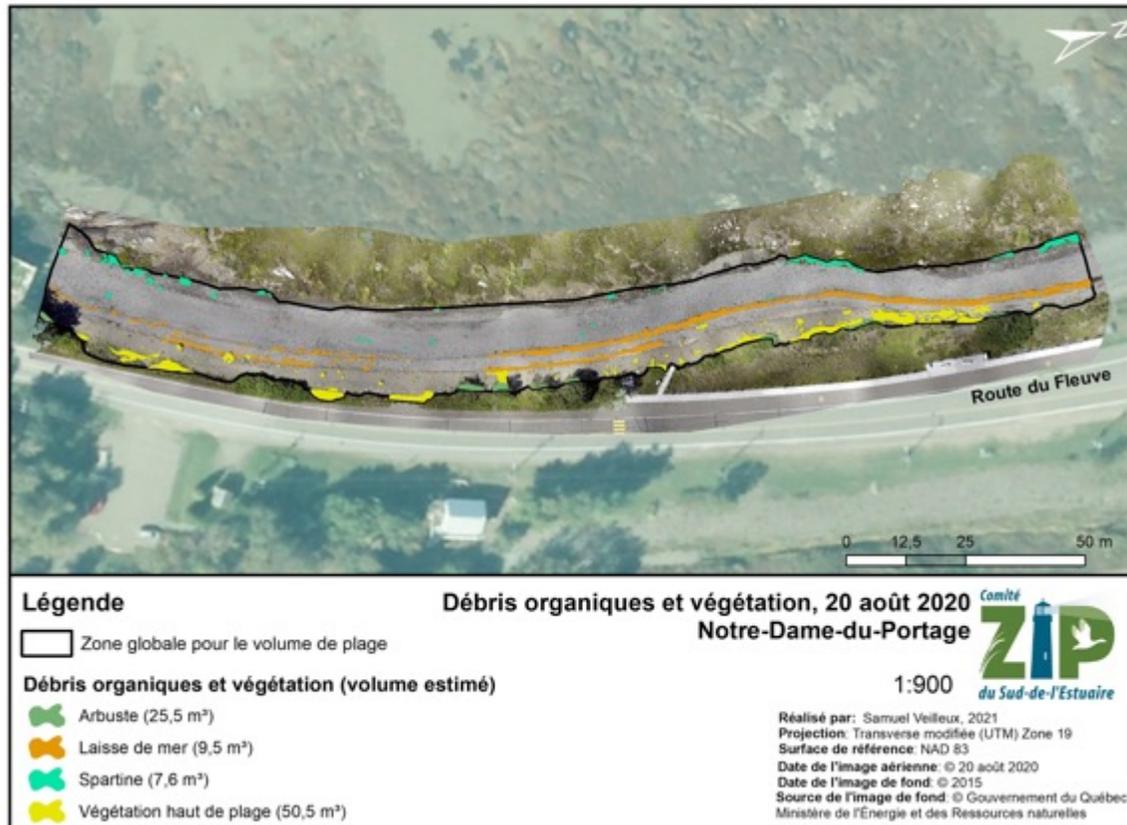


Figure 17 : Répartition des débris organiques et de la végétation dans la zone de calcul du volume de plage.

Afin d'évaluer la précision de la calibration du MNE, 14 points de contrôle ont été répartis dans la zone des levés SIMBA sur des éléments fixes de l'environnement dont l'altitude ne varie pas dans le temps (route, roches, passerelle). Leur élévation a alors été calculée sur les deux MNE de 2019-2020 afin de déterminer si l'altitude de chaque point demeurerait la même pour ces levés. Pour se faire, l'altitude entre chaque levé pour l'ensemble des points a été comparée. Par exemple, pour un point X, l'altitude du levé de 2019 est soustraite de l'altitude du levé 2020. Une différence qui se rapproche de 0 m indique que les MNE sont parfaitement calibrés l'un avec l'autre. Les moyennes de ces différences par type de point de contrôle sont présentées au Tableau 4. Il est possible de voir qu'il existe une légère différence altitudinale entre les points de contrôle des roches (situées sur le sommet de la recharge et près de la flexure), de la route et de la passerelle (sur la recharge et au nord de la recharge). Cependant, cette différence dans la calibration est sous les 0,1 m pour l'ensemble des points de contrôle permettant d'affirmer que la calibration est excellente et adéquate pour l'évaluation avec précision de l'évolution de nos travaux.

Tableau 4 : Évaluation de la calibration entre les MNE par des points de contrôle fixes pour les levés de novembre 2019 et août 2020.

Points de contrôle	Moyenne des différences d'altitude entre les deux levés
Passerelle	0,06 m
Roche	0,04 m
Route	-0,02 m
Moyenne générale	0,03 m

Évolution de volume de la recharge sédimentaire entre 2019 et 2020

Dans la zone globale de la plage, le volume calculé en date du 20 août 2020 est de 5 821 m³ (Tableau 5). À ce volume doivent être soustraits 93 m³, soit le volume estimé des débris organiques sur la plage et de la végétation, pour atteindre le volume réel de 5 728 m³. L'estimation à la hausse de ce volume peut être attribuable au couvert végétal du haut de plage plus abondant au mois d'août (76 m³ sur le total estimé de 93 m³) que lors des précédents suivis durant les mois d'avril et de novembre. D'ailleurs, de nombreux arbustes situés au-delà du haut de plage viennent empiéter sur la zone globale de plage, représentant ainsi un volume important à considérer lors des calculs.

Le volume sédimentaire réel est resté quasiment inchangé (+4 m³) entre août 2020 et novembre 2019, soit une perte globale de 3% par rapport à l'état initial d'août 2018. Comme un seul suivi a été réalisé en 2020, il est donc impossible d'évaluer la variabilité intra-annuelle contrairement à 2019. Or, il est intéressant de constater la très faible variation du volume sédimentaire sur cette période de 9 mois, et ce malgré le fait que ce secteur soit davantage exposé à la dérive littorale et aux vagues de tempête provenant de l'ouest, entraînant une sédimentation plus faible qu'au centre de l'anse. Néanmoins, la recharge de plage semble avoir bien résisté à l'érosion ; le matériel sédimentaire érodé n'a pas été déplacé hors de la zone, mais a plutôt été redistribué au bas de la pente, devant la recharge. Les précédents suivis en 2018 et 2019 avaient d'ailleurs mis en évidence un cycle saisonnier où une petite partie des sédiments quittent la zone lors des tempêtes automnales, mais reviennent par la suite avec les glaces lors de la débâcle et par les courants côtiers au printemps et en été (Noël et coll. 2020b).

Tableau 5 : Calcul du volume de la plage à partir des levés SIMBA depuis les travaux de recharge sédimentaire.

Date du levé	Hauteur de base du modèle 3D	Superficie	Volume calculé	Volume estimé des débris organiques	Volume réel estimé	Variation
2018-08-10	1,68 m	3 680 m ²	5 921 m ³	23 m ³	5 898 m ³	État initial
2018-11-08	1,68 m	3 680 m ²	5 723 m ³	21 m ³	5 702 m ³	-3%
2019-04-24	1,68 m	3 680 m ²	5 954 m ³	40 m ³	5 914 m ³	+4%
2019-11-04	1,68 m	3 680 m ²	5 745 m ³	21 m ³	5 724 m ³	-3%
2020-08-20	1,68 m	3 680 m ²	5 821 m ³	93 m ³	5 728 m ³	-3%

Évolution morphologique entre 2019 et 2020

Le différentiel altimétrique entre les MNE de novembre 2019 et d'août 2020, présenté à la figure 17, permet de suivre l'évolution topographique de la zone de restauration. Trois profils topographiques générés à partir des MNE offrent une vue en coupe de la plage, exposant les zones d'accrétion et d'érosion. Il est à noter que les valeurs du différentiel altimétrique entre -0,1 m et +0,1 m ne sont pas affichées d'une couleur sur la carte, car il est jugé que les valeurs dans cet intervalle se situent dans la marge d'erreur de calcul, et donc pas assez significatives pour être représentées. De plus, les îlots de couleur plus foncée situés près des limites inférieures et supérieures de la plage correspondent au couvert végétal plus abondant (vert) ou perdu (rouge) par rapport au dernier levé, et ne doivent donc pas être considérés dans l'analyse de l'évolution morphologique de la recharge.

Sur la zone de restauration, l'érosion la plus importante a été constatée sur la face abrupte de la recharge sédimentaire. L'érosion altitudinale atteint entre -0,4 et -0,5 m au sud de la recharge, représentée par la grande encoche sur le profil 1 ; deux microfalaises d'érosion correspondant aux plus hauts niveaux d'eau atteints lors des ondes de tempête sont visibles, séparées par un palier. Les sédiments ont été mobilisés plus bas sur la plage, avant une seconde zone d'érosion près de la flexure (entre -0,1 et -0,2 m). Dans ce secteur, il est intéressant d'observer qu'un dallage de matériel grossier, initialement mis en place afin de faciliter l'écoulement de l'eau en marge de la recharge près du muret de béton, a été redistribué plus bas sur la plage. D'ailleurs, en analysant les derniers levés d'imagerie, il semble que le déplacement du matériel s'opère graduellement vers le bas de la pente, tout en s'éloignant du muret vers le nord-est. Cela démontre la forte turbulence occasionnée par la diffraction des vagues de tempête à l'extrémité du muret. La plage a connu un élargissement important (jusqu'à 4,5 m) dans ce secteur, comme en témoigne le déplacement de la flexure à la figure 18.

À proximité des profils 2 et 3, l'érosion est moins marquée sur la face abrupte de la recharge (entre -0,1 et -0,3 m). Les deux profils sont aussi caractérisés par la présence de deux microfalaises d'érosion séparées d'un palier, correspondant à deux niveaux d'eau distincts atteints lors d'ondes de tempête (Figure 18). Une accumulation sédimentaire au bas de la recharge est également constatée pour les deux profils, mais davantage marquée pour le profil 3 où l'accumulation atteint entre 0,1 et 0,2 m. Cela a mené à un élargissement important de la plage, soit une avancée entre 2 et 3 m à proximité du profil 2 et entre 3 et 4 m près du profil 3. Un déplacement de la flexure vers le large (+2,2 m en moyenne) a été constaté sur l'entièreté de la zone de restauration, représentant un élargissement généralisé de la plage entre le levé de novembre 2019 et celui d'août 2020 (Figure 19). Le gain en superficie de la plage engendré par cet élargissement est estimé à environ 414 m².

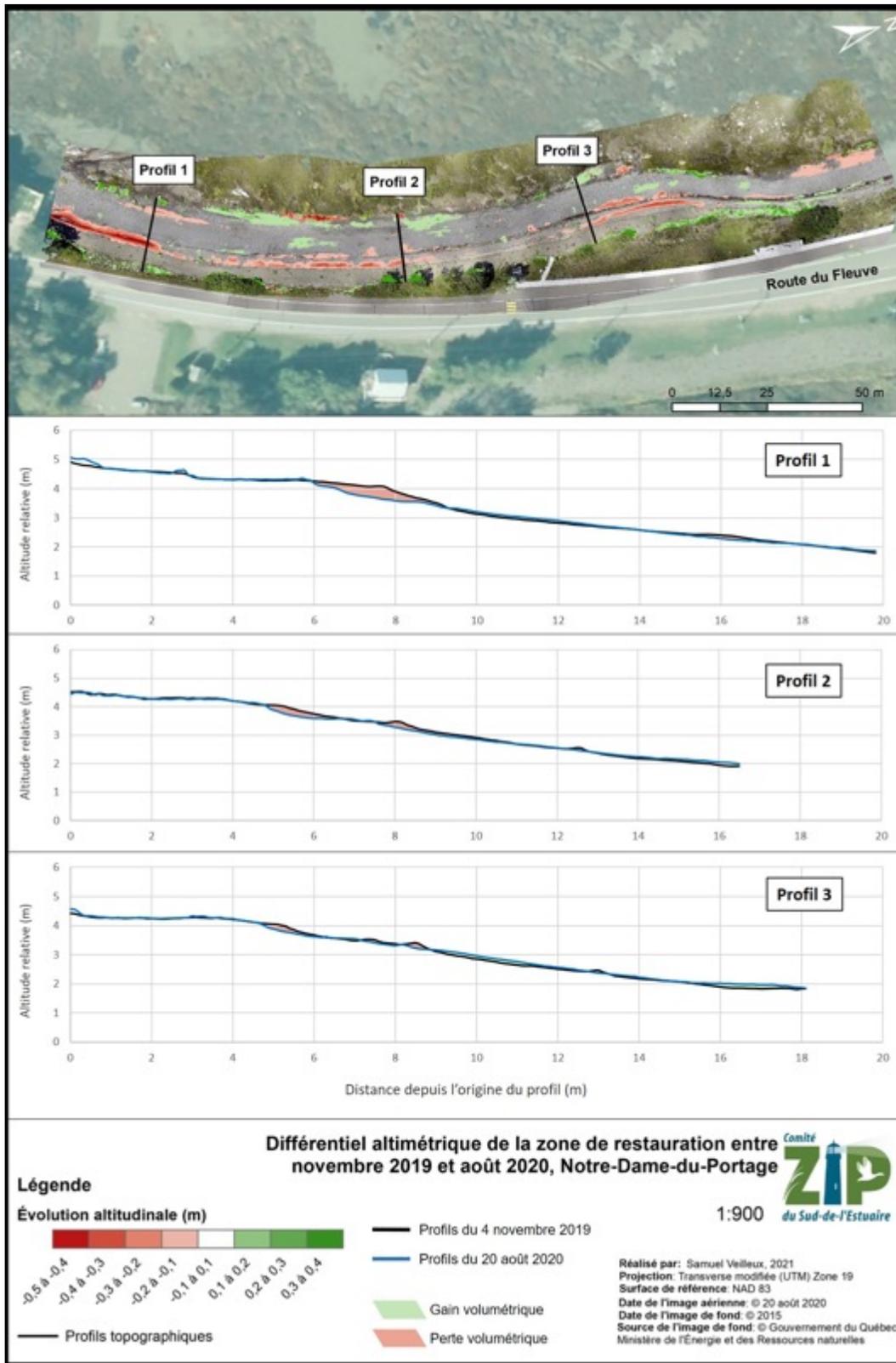


Figure 18 : Différentiel altimétrique de la zone de recharge sédimentaire entre le 4 novembre 2019 et le 20 août 2020, calculé à partir des levés SIMBA.

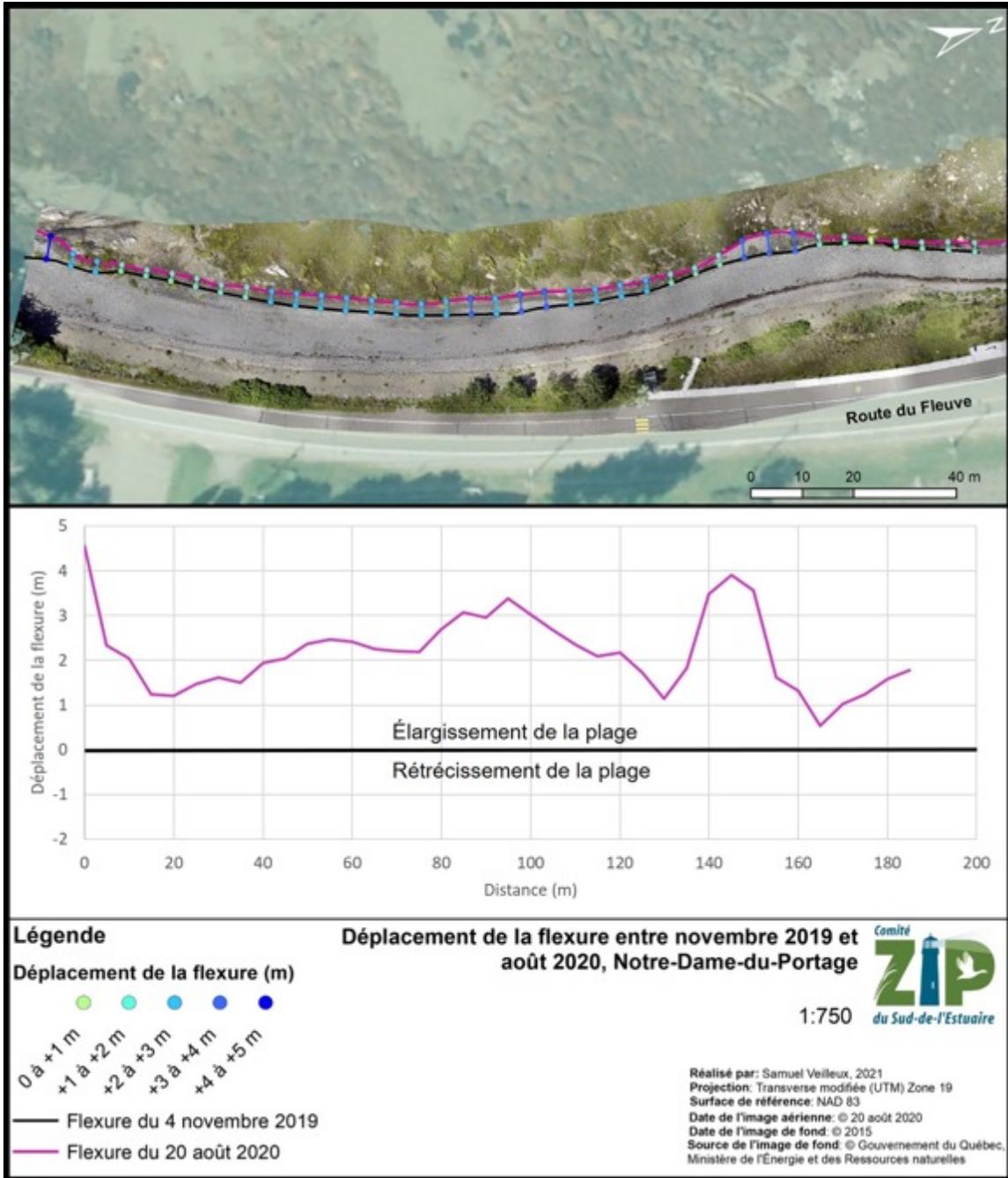


Figure 19 : Déplacement de la flexure de la zone de restauration entre le 4 novembre 2019 et le 20 août 2020.

Le levé d'août 2020 coïncide avec une période dans l'année où l'hydrodynamisme est assez faible, résultant en une morphologie stable du site d'intervention. Ainsi, la présente analyse se distingue des derniers suivis réalisés au printemps et à l'automne, où la plage est soumise à de fortes marées et ondes de tempêtes. L'impact de ces événements de plus grande intensité est néanmoins apparent sur la recharge sédimentaire, soit l'érosion des sédiments sur la face abrupte et leur redistribution subséquente au bas de la pente, menant à l'élargissement de la plage. Il s'ensuit donc un processus d'adoucissement naturel du profil de la recharge par rapport à son état initial, ce qui était attendu suite aux travaux de 2018 (Quintin et coll. 2019). Le volume sédimentaire resté inchangé et l'élargissement de la plage entre novembre 2019 et août 2020 témoignent de cette stabilisation, qui pourra être confirmée dans les années à venir.

Enfin, il est important d'ajouter que le phénomène de diffraction affectant l'extrémité sud de la recharge sédimentaire a le potentiel de modifier la morphologie de la recharge dans ce secteur. La perturbation qui y est générée semble accentuer l'érosion sur la face abrupte de la recharge, telle qu'observée sur la Figure 18, mais mobilise aussi le matériel grossier en bas de pente. Un suivi prévu au printemps 2021 permettra de mieux comprendre cette dynamique, notamment afin de considérer une recharge d'entretien comme moyen d'atténuation.

Suivi à l'aide d'une caméra fixe

Depuis juin 2018, une caméra *Reconyx HS2X HyperFire2* est installée au sud de la zone de restauration (sur la clôture du muret de béton) afin de suivre en images les phénomènes environnementaux qui affectent la recharge sédimentaire (Figure 20). Les photographies, prises à quinze minutes d'intervalle, ont été analysées à l'aide du logiciel *VirtualDub 1.10.4* qui permet de les visionner de manière accélérée. Ce procédé permet de mieux visualiser le mouvement des marées, des vagues et le déplacement des sédiments.



Figure 20 : Localisation de la caméra de suivi à l'Anse-du-Portage.

Entre les levés de novembre 2019 et d'août 2020, sept ondes de tempête ont été enregistrées (Figure 21). Celles-ci ont mené à un recul important (jusqu'à -1,7 m) de la microfalaise d'érosion au sommet de la face abrupte de la recharge, se positionnant ainsi à la limite des sédiments fins du haut de plage (Figure 22). Plus bas, une autre microfalaise associée à des événements de plus faible ampleur a connu un recul moindre (-0,2 m). Il est intéressant de constater la mobilisation des sédiments sur la plage par les vagues, notamment lors des ondes de tempête du 25 novembre 2019 et du 10 avril 2020.

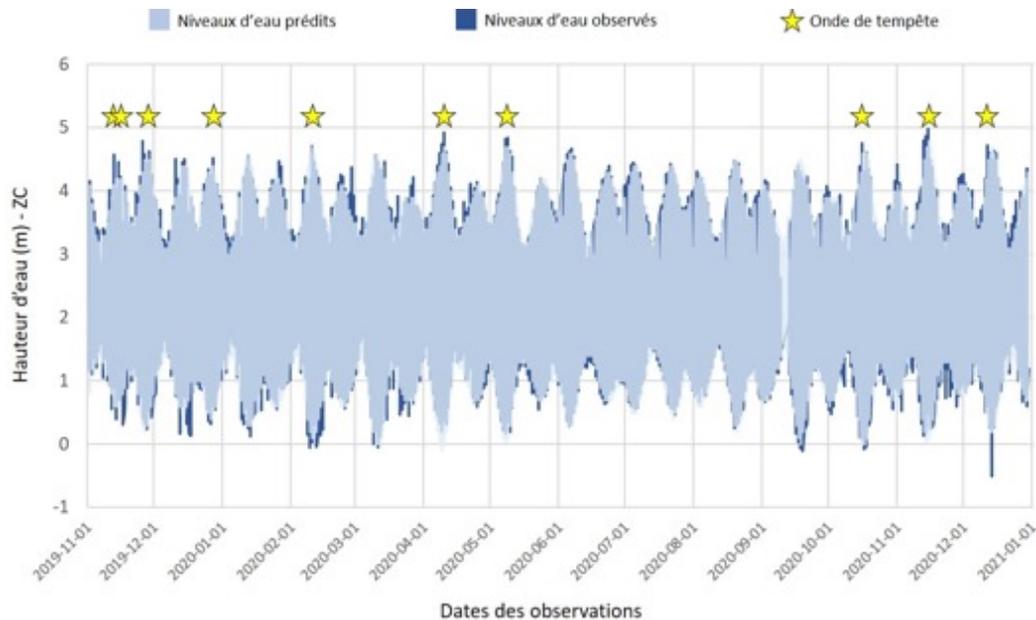


Figure 21 : Niveaux d'eau et ondes de tempête enregistrés à la station de Rimouski entre novembre 2019 et décembre 2020 (Source : Pêches et Océans Canada).

Trois ondes de tempête ont été enregistrées à l'automne 2020, suite au levé d'août. L'épisode du 16 novembre 2020 fut particulièrement impressionnant, d'abord parce qu'une forte érosion a été constatée, mais aussi en raison de la submersion du haut de plage végétalisée (Figure 23). De plus, suite à l'onde de tempête, davantage de gros cailloux ont été répartis sur la plage où il y avait des sédiments plus fins auparavant. La microfalaise préexistante sur la face abrupte a été adoucie, mais en contrepartie une encoche d'érosion au sommet de l'ouvrage s'est formée, mettant à nu les racines d'une partie de la plantation d'élyme des sables. Il est ainsi probable que les sédiments fins du haut de la recharge aient été répartis vers le bas de la plage.

La portion sud de la recharge, comme les images de la caméra le démontrent, subit une forte perturbation causée par le muret de béton. L'action érosive des vagues de tempête dans ce secteur occasionne le déplacement du matériel grossier initialement situé en marge de la recharge. Ces observations coïncident avec l'analyse des données volumétriques et morphologiques de la section précédente.

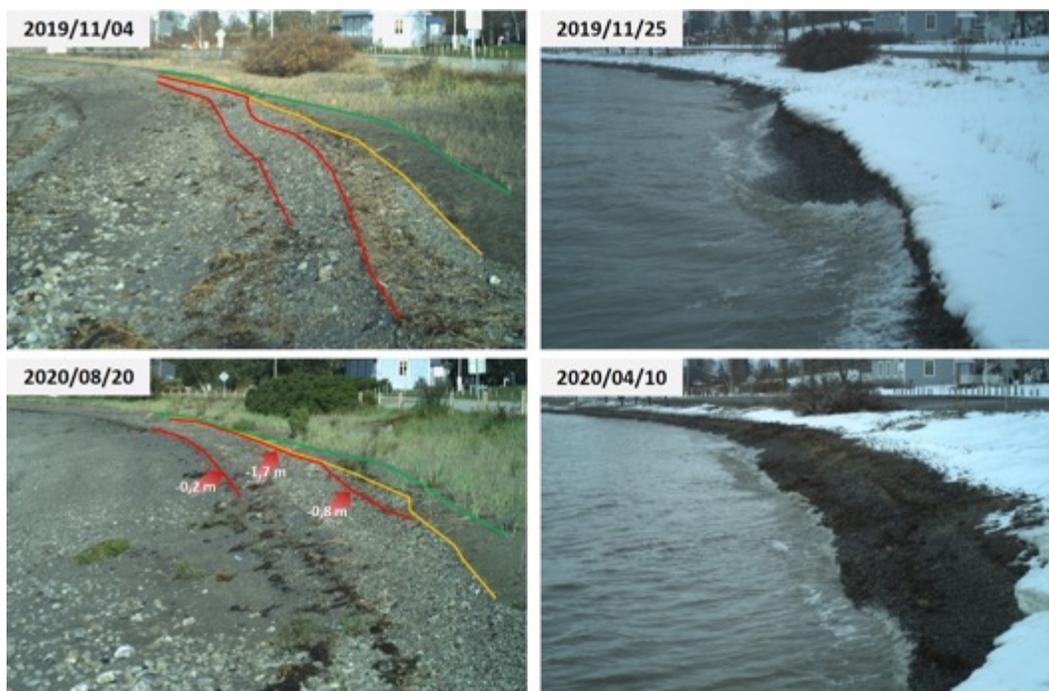


Figure 22 : État de la recharge sédimentaire lors des levés de novembre 2019 et août 2020 (à gauche) ; la limite de plantation d'élymes des sables (vert), la limite des sédiments fins du dessus de la recharge (jaune) et le sommet des microfalaises d'érosion (rouge) sont représentés pour les deux dates. À droite, deux ondes de tempête survenues entre les deux levés.



Figure 23 : Photos de la recharge sédimentaire avant, pendant et après l'onde de tempête du 16 novembre 2020. La limite de plantation d'élymes des sables (vert), la limite des sédiments fins du dessus de la recharge (jaune) et le sommet de la microfalaise d'érosion (rouge) y sont représentés.

CONCLUSION

Ce rapport de suivi des travaux de restauration côtière complétés en 2018 permet de dresser un portrait global de l'évolution de la transplantation du marais, de la recharge sédimentaire ainsi que de la plantation des végétaux sur celle-ci. Alors que les activités du suivi biologique furent réalisées saisonnièrement entre le printemps et l'automne 2020, le suivi géomorphologique, lui, fut réalisé en août 2020.

Le suivi de la transplantation du niveau du marais a permis de constater que les impacts de l'utilisation des sentiers lors des travaux ne sont plus visibles, mais également une reprise végétale dans la zone du banc donneur qui avait été utilisé au printemps 2018. Une augmentation de la superficie de la zone de plantation a également été notée, et ce malgré les événements de tempête, démontrant la résilience du milieu. Les végétaux plantés sur la recharge sédimentaire connaissent une bonne croissance ainsi qu'une faible mortalité malgré les derniers étés plutôt secs. Enfin, les suivis de la faune ichtyologique continuent de démontrer une diversité intéressante d'espèces de poissons dans la zone de restauration, en plus d'avoir une diversité de classes d'âge.

Du côté géomorphologique, la recharge sédimentaire n'a pas connu de changements considérables par rapport au dernier suivi de novembre 2019, démontrant que son évolution s'opère selon ce qui était attendu en début de projet. Autant le volume sédimentaire demeuré stable que l'élargissement de la plage sont des éléments témoignant de la résilience de la recharge. Malgré les signes d'érosion constatés sur la face abrupte de la recharge, associés aux vagues de tempêtes, il a été démontré que les sédiments érodés sont redistribués vers le bas de la pente, contribuant à l'adoucissement graduel du profil de la recharge. Néanmoins, un suivi particulier sera nécessaire sur la portion sud de la zone d'intervention, où une forte perturbation générée par le muret de béton accentue l'érosion de la face abrupte de la recharge, en plus de mobiliser le matériel grossier. Au printemps 2021, un levé aérien dans ce secteur est prévu afin de d'évaluer l'impact des ondes de tempête survenues à l'automne 2020. L'analyse qui en découlera va permettre d'évaluer la pertinence d'une recharge d'entretien.

RÉFÉRENCES

Bérubé, J., Marchand, J.-P. et Ropars, Y. 2018. Projet de restauration du milieu côtier et d'aménagement d'habitats faunique : Rapport de caractérisation écologique et géomorphologique du secteur de l'Anse-du-Portage. Rapport remis à Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. 11p. + annexes.

Bonnier Roy, F., Noël, R., Pothier, J., Juneau, M-N., Joubert, J-É., Quintin, C. et Bachand, É. 2018. Caractérisation biophysique de Notre-Dame-des-Neiges (secteur des Grèves). Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 66p. + annexes.

Comtois, S., É. Bachand et Joubert, J-É. 2015. Caractérisation du système côtier de l'Anse-du-Portage. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 55 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., J. Pothier et Joubert, J-É. 2020a. Protocole d'échantillonnage ichtyologique 2018-2022. Comité ZIP du Sud-de-L'Estuaire. Rimouski, Québec. 19p.

Noël, R., Bonnier Roy, F., Quintin, C. et Bachand, É. 2020b. Restauration des habitats côtiers de l'Anse-du-Portage : Suivis 2019. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 35p.

Quintin, C., Noël, R., Bonnier Roy, F., Bachand, É. et Pothier, J. 2019. Restauration des habitats côtiers de l'Anse-du-Portage: Description des actions de restauration et des suivis réalisés en 2018. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 53p.+ annexes.

Robitaille, J., Bérubé, M., Gosselin, A., Baril, M., Beauchamp, J., Boucher, J., Dionne, S., Legault, M., Mailhot, Y., Ouellet, B., Sirois, P., Tremblay, S., Trencia, G., Verreault, G. et Villeneuve, D. 2011. Programme de rétablissement du bar rayé (*Morone saxatilis*), population de l'estuaire du Saint-Laurent, Canada. Série des programmes de rétablissement publiés en vertu de la Loi sur les espèces en péril. Ottawa : Pêches et Océans Canada. xi + 52 p.