

Caractérisation du système côtier de l'Anse-du-Portage



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 :

Sophie Comtois, Biologiste

Étienne Bachand, Géographe

Jean-Étienne Joubert, Naturaliste

Philippe Bois, Technicien en écologie appliquée

Ce projet a été rendu possible grâce à une contribution du Programme Interactions communautaires, lié au Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026, et mis en œuvre par les gouvernements du Canada et du Québec.

Partenaires et collaborateurs

1- Université du Québec à Rimouski

Antoine Morissette, Géomorphologue

2- Municipalité de Notre-Dame-du-Portage

Louis Breton, Directeur général de la municipalité de Notre-Dame-du-Portage

3- MRC de Rivière-du-Loup

Vincent Bélanger, Coordonnateur à la gestion des cours d'eau et à l'environnement pour la MRC de Rivière-du-Loup

4- Katimavik

Élizabeth Gagné-Gauthier, Stagiaire Katimavik

Comité de révision

Françoise Bruaux, directrice du Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la documentation, la rédaction ou la révision de ce rapport. Merci aux photographes qui ont permis de bien illustrer nos propos. Merci à l'UQAR pour son soutien technique et matériel et à Antoine Morissette pour ses conseils, explications et recommandations en lien avec le volet géomorphologique.

CITATION RECOMMANDÉE :

Comtois, S., É. Bachand et J-É. Joubert. 2015. Caractérisation du système côtier de l'Anse-du-Portage. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire. Rimouski, Québec. 55 p.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements.....	iii
Table des matières	iv
Liste des figures.....	vi
Liste des tableaux	vii
Résumé.....	8
Mise en contexte.....	9
Aire d'étude.....	10
Méthodologie.....	15
Caractérisation géomorphologique.....	15
1- Classification de la zone côtière.....	15
2- Évolution historique de la côte.....	16
3- Levés topographiques.....	18
Caractérisation biologique.....	19
1- Inventaire floristique.....	19
2- Inventaire ornithologique.....	20
Résultats.....	21
Caractérisation géomorphologique.....	21
1- Classification de la zone côtière.....	21
2- Évolution historique de la côte	29
3- Levés topographiques	31
Caractérisation biologique.....	36
1- Inventaire floristique.....	36
2- Inventaire ornithologique.....	36
Discussion.....	38
Conclusion	44
Références	45
Annexe 1.....	49
Lexique	49
Annexe 2.....	51

Résultats de la caractérisation côtière	51
Annexe 3	54
Résultats des levés topographiques	54
Annexe 4	55
Résultats de l'inventaire floristique	55
Annexe 5	57
Résultats de l'inventaire ornithologique	57

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation de la municipalité de Notre-Dame-du-Portage (en médaillon) et carte présentant le système côtier de l'Anse-du-Portage ainsi que la localisation des transects et stations d'échantillonnage du site d'étude.....	13
Figure 2. Carte de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup et direction de la dérive littorale.....	14
Figure 3. Nomenclature des segments d'une terrasse de plage.	17
Figure 4. Nomenclature des segments, ou étages, d'un marais maritime.	17
Figure 5. Illustration de la méthode de calcul des volumes sédimentaires (en m ³ /m linéaire de côte). (Adapté de Joyal et Morissette, 2013).	18
Figure 6. Exemple d'un marais maritime.	21
Figure 9. Érosion de la ligne de rivage sur la terrasse de plage à l'Anse-du-Portage.	24
Figure 8. Microfalaise active (marquée par une flèche double) au niveau de la ligne de rivage dans le marais maritime de l'Anse-du-Portage.	24
Figure 10. Caractérisation côtière (carte 1 de 3) et tableau synthèse (en médaillon) des systèmes côtiers de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.....	26
Figure 11. Caractérisation côtière (carte 2 de 3) et tableau synthèse (en médaillon) de l'artificialisation des côtes de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.	27
Figure 12. Caractérisation côtière (carte 3 de 3) et tableau synthèse (en médaillon) de l'état des côtes de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.	28
Figure 13. Évolution de la ligne de rivage et du schorre supérieur de l'Anse-du-Portage.....	30
Figure 14. Slikke, ou vasière maritime, avec un radeau de schorre au moment d'une basse mer	31
Figure 15. Chenal de marée, marqué par la flèche, dans le schorre inférieur.	31
Figure 16. Secteur du schorre inférieur présentant des marelles, chenaux et quelques radeaux de schorre.	33
Figure 17. Radeaux de schorre et dallage de blocs visibles près de la flexure.	33
Figure 18. Profils actuels des différents types de côte de l'Anse-du-Portage.....	34
Figure 19. Évolution des volumes sédimentaires de la slikke du profil 1 à 8.....	35
Figure 20. Localisation des plantes exotiques envahissantes à l'Anse-du-Portage..	37

Figure 21. Secteur très érodé du marais de Rivière-du-Loup, le schorre supérieur a complètement disparu et fait place à une microfalaise d'érosion (A: modifiée de Meunier et al, 2009; B: modifiée de Dessau, 2013).	39
Figure 22. Secteur bien végétalisé de la cellule hydrosédimentaire.	39

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Données hydrographiques sur le secteur de Rivière-du-Loup. Toutes ces hauteurs sont calculées en fonction du niveau zéro des cartes.	12
Tableau 2. Altitudes (selon le zéro des cartes) mesurées sur différents segments des profils.....	32
Tableau 3. Segments littoraux et leurs plantes indicatrices à l'Anse-du-Portage.....	36
Tableau 4. Type de côte composant la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.	51
Tableau 5. État des côtes naturelles composant la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.	52
Tableau 6. État des côtes artificialisées composant la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.	53
Tableau 7. Détail des paramètres mesurés lors des levés topographiques de l'Anse-du-Portage.	54
Tableau 8. Liste partielle des végétaux présents sur le site.	55
Tableau 9. Espèces d'oiseaux recensés sur le site en août 2014	57

RÉSUMÉ

La municipalité de Notre-Dame-du-Portage désire revitaliser le parc de l'Anse situé en bordure de l'Anse-du-Portage. Afin d'effectuer un aménagement qui tient compte des réalités côtières, le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire mène une caractérisation géomorphologique et environnementale de la zone côtière visée durant l'été 2014 et propose un aménagement du site.

La description qualitative de la côte effectuée dresse le portrait actuel de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup, qui inclut l'Anse-du-Portage. Les marais maritimes sont dominants dans cette région. Par contre, leur sensibilité, et donc leur état, varie en fonction de la configuration de la côte. Malgré certains signes d'érosion apparents, le marais de l'Anse est en bonne santé. C'est d'ailleurs le constat effectué suite à la caractérisation biologique qui démontre une diversité d'habitats et une riche biodiversité locale. Cependant, la présence constatée de plantes exotiques envahissantes aux abords du marais maritime pourrait réduire cette biodiversité indigène si aucun contrôle n'est exercé dans le futur.

L'analyse de photographies aériennes récentes et anciennes permet de constater que le schorre supérieur est globalement en croissance depuis 1927. À partir de 2001, la tendance semble s'être modifiée. Tandis que la terrasse de plage semble relativement stable. L'évolution future de la côte doit être suivie afin de vérifier si la tendance historique est en cours d'inversion ou s'il s'agit d'un recul ponctuel, expliqué par des événements de tempête récents.

Les résultats obtenus suite à l'analyse des levés topographiques font état d'un gradient dynamique à l'intérieur de l'Anse. Ainsi, le nord-est de l'Anse est plus propice à la sédimentation et à l'établissement d'un marais maritime. Le système côtier de l'Anse-du-Portage transite ensuite vers une terrasse de plage à marais maritime, dont la taille du schorre inférieur diminue vers le sud-ouest. Aussi, les faibles altitudes mesurées montrent que le système côtier est sensible à la submersion, tout comme les infrastructures côtières. De plus, la présence d'ouvrages rigides près du littoral limite la migration naturelle des habitats côtiers vers l'intérieur des terres en réponse à la hausse du niveau de la mer, créant un phénomène de resserrement côtier (*coastal squeeze*) qui menace la pérennité des habitats côtiers dans un scénario de hausse du niveau marin.

Afin de limiter le phénomène d'érosion et d'améliorer la capacité de résilience du milieu, un projet pilote de plantation d'espèces indigènes adaptées aux conditions du marais et de la plage est prévu pour l'été 2015.

MISE EN CONTEXTE

La municipalité de Notre-Dame-du-Portage a débuté un projet de revitalisation du parc de l'Anse-du-Portage en 2011. La prise de conscience généralisée de la sensibilité des côtes aux phénomènes d'érosion et de submersion exacerbée suite aux récents évènements de tempête, incite la municipalité à tenir compte des risques côtiers dans ses projets de réaménagement. C'est dans ce contexte qu'intervient le Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire.

Un projet de trois ans financé par le programme Interactions communautaires est réalisé en collaboration avec la municipalité de Notre-Dame-du-Portage, l'Université du Québec à Rimouski, le programme d'Éco-stage de Katimavik et la MRC de Rivière-du-Loup. Le premier volet du projet consiste à réaliser une caractérisation géomorphologique et environnementale du secteur. Les résultats seront ensuite utilisés pour planifier adéquatement les travaux de restauration à partir de techniques vertes.

Ce second volet mènera à la restauration d'une section du marais et de la plage de l'Anse-du-Portage. Ce projet pilote s'ajoute aux quatre déjà réalisés par le comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire (Mitis, Rivière-Ouelle, Ste-Flavie et Rimouski). Les travaux de restauration permettent d'expérimenter diverses techniques vertes d'aménagement des berges, comme les recharges de plage ou encore les plantations, et ce, à des fins de sensibilisation et d'éducation sur les bonnes pratiques à adopter en gestion côtière (Juneau et al., 2012). Dans le cadre de ce projet pilote, diverses techniques de plantation impliquant une variété d'espèces végétales indigènes seront testées. Ces méthodes douces devraient permettre le maintien des sédiments en place et réduire l'énergie des vagues à la côte, limitant ainsi le risque d'érosion côtière. Le dernier volet du projet correspond essentiellement au suivi des travaux de plantation.

AIRE D'ÉTUDE

Située dans la région du Bas-St-Laurent, plus spécifiquement dans la MRC de Rivière-du-Loup, la petite municipalité de Notre-Dame-du-Portage s'étend longitudinalement en bordure de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Elle est intercalée entre les municipalités de Rivière-du-Loup au Nord-Est et de celle de St-André au Sud-Ouest. Dans les terres, elle est bordée par les communautés de Saint-Antonin et de Saint-Alexandre-de-Kamouraska (Figure 1).

La zone côtière de Notre-Dame-du-Portage est fortement artificialisée. En effet, des ouvrages de protection ont été érigés sur la quasi-totalité des berges du secteur urbanisé. L'Anse-du-Portage, qui s'étire sur environ 1000 mètres de côte à l'extrémité nord-est de la municipalité, reste relativement naturelle. Selon le schéma d'affectation du territoire, les berges de ce secteur possèdent une vocation de conservation (MRC de Rivière-du-Loup, 2013)

L'Anse-du-Portage est une vaste étendue littorale de faible dénivelé. Une diversité d'habitats, dont un marais maritime et une terrasse de plage, s'y retrouve. Au centre de l'Anse se jette un cours d'eau intermittent. La présence de marais maritime suggère un hydrodynamisme local relativement calme, les marais étant des zones de sédimentation et d'accumulation naturelle (Bernatchez et al, 2008; Paskoff, 2012).

La dynamique littorale, particulièrement celle des côtes à marais maritime, est grandement influencée par les conditions de marée (Dionne, 2000; Dionne et Bouchard, 2000; Bernatchez et Dubois, 2004). En effet, dans la région de Rivière-du-Loup, les courants de marée peuvent atteindre des débits plus de 10 fois supérieurs au débit moyen des courants fluviaux (Meunier et al, 2009). Outre les courants de marée, les vagues sont un facteur majeur de la dynamique des côtes meubles (Dionne, 2000; Dionne et Bouchard, 2000; Bernatchez et Dubois, 2004). L'action combinée du vent (vitesse, direction et persistance), de la bathymétrie (profondeur d'eau) et du **fetch**¹, régit la structure des vagues (hauteur, vitesse de propagation et direction) et donc leur impact à la côte. De façon générale, la hauteur des vagues diminue de l'estuaire maritime vers l'estuaire moyen et leur action s'amenuise à mesure que le marnage augmente (Meunier et al, 2009). Par ailleurs, la synergie des vents et les courants dominants créent un courant résiduel parallèle à la côte dans une direction privilégiée, il s'agit de la dérive littorale. Cette dernière entraîne le déplacement des sédiments dans une direction donnée le long du littoral.

¹ Distance sur un plan d'eau, sur laquelle le vent souffle sans rencontrer d'obstacle.

Le secteur de Rivière-du-Loup est soumis à un cycle de marée de type semi-diurne, dont le marnage varie entre une amplitude de 3,8 mètres en période de marée moyenne, à 5,6 mètres lors de grande marée. La hauteur maximale atteinte par la colonne d'eau lors des pleines mers supérieures de grandes marées est de 6,2 mètres au-dessus du zéro des cartes (Tableau 1). Selon les enregistrements effectués par la station maritime de l'Île Rouge, les vents les plus forts proviennent principalement des secteurs sud-ouest, ouest, nord-ouest et nord-est (Meunier et al, 2009). À Rivière-du-Loup, le secteur nord-est est exposé aux fetchs les plus longs. Conséquemment, les vagues qui influençant le plus significativement la côte proviennent du sud-ouest (Dionne, 1986). L'Anse-du-Portage est orienté de la même façon, cependant, les nombreuses îles à proximité, dont l'archipel des Pèlerins, limitent le fetch, donc la force des vagues à la côte. Finalement, les études menées par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC-UQAR) indiquent que, pour la **cellule sédimentaire**² de Rivière-du-Loup, qui inclut l'Anse-du-Portage, le sens de la dérive littorale principale s'effectue du nord-est vers le sud-ouest (Figure 2).

L'action des glaces est un autre facteur considérable dans la dynamique morphosédimentaire des marais maritimes (Dionne, 2000). Les environnements de faible profondeur et plus protégés sont propices à la formation d'un couvert de glace littoral. Dans le secteur à l'étude, ce couvert s'étend entre l'isobathe du zéro marégraphique et la côte et s'établit en moyenne vers la mi-décembre pour disparaître à la fin mars (Meunier et al, 2009). Selon les données obtenues lors des sorties terrain, le couvert de glace littoral était bien établi dès la mi-novembre cette année. Ce couvert de glace littoral offre une protection contre l'érosion induite par les vagues de tempête, plus fréquentes en période hivernale, et les courants de marée, mais également contre l'action abrasive des glaces à la dérive. Cependant, les glaces agissent aussi à titre d'agent érosif, en arrachant des radeaux de schorre ou en raclant la slikke, par exemple (Figure 17; Dionne, 2000; Dionne et Bouchard, 2000; Bernatchez, 2003; Bernatchez et Dubois, 2004).

² Portion de la côte où le courant de dérive littorale est continu; ses limites sont des obstacles qui bloquent le déplacement des sédiments dans le sens de la dérive.

Tableau 1. Données hydrographiques sur le secteur de Rivière-du-Loup. Toutes ces hauteurs sont calculées en fonction du niveau **zéro des cartes**³ (Source : Pêches et Océans Canada).

Localité	Rivière-du-Loup		
Port de référence	Pointe-au-Père		
Carte marine no	1233, 1234		
Type de marée	semi-diurne		
Marnage	Marée moyenne		3,8 m
	Grande marée		5,6 m
Hauteur	Pleine mer supérieure	Marée moyenne	4,6 m
		Grande marée	5,7 m
	Basse mer inférieure	Marée moyenne	0,8 m
		Grande marée	0,2 m
Extrêmes enregistrés	Extrême de pleine mer		6,2 m
	Extrême de basse mer		- 0,6 m
Niveau moyen des mers			2,7 m

³ Le zéro des cartes (ou zéro hydrographique) correspond au niveau atteint par les plus basses mers. Le zéro géodésique correspond environ au niveau moyen des mers, soit 2,7 m d'altitude dans la région de Rivière-du-Loup.

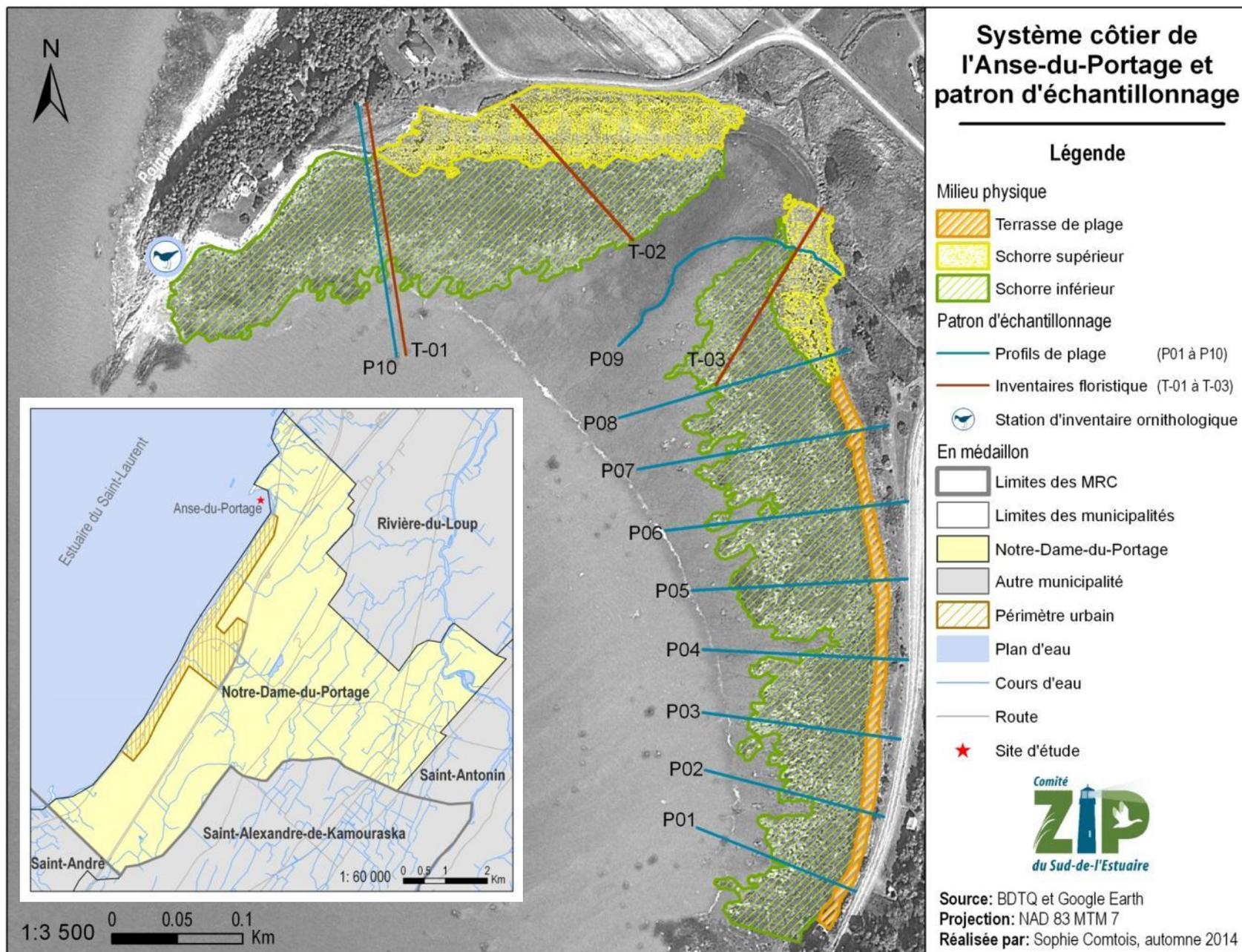


Figure 1. Localisation de la municipalité de Notre-Dame-du-Portage (en médaillon) et carte présentant le système côtier de l'Anse-du-Portage ainsi que la localisation des transects et stations d'échantillonnage du site d'étude.

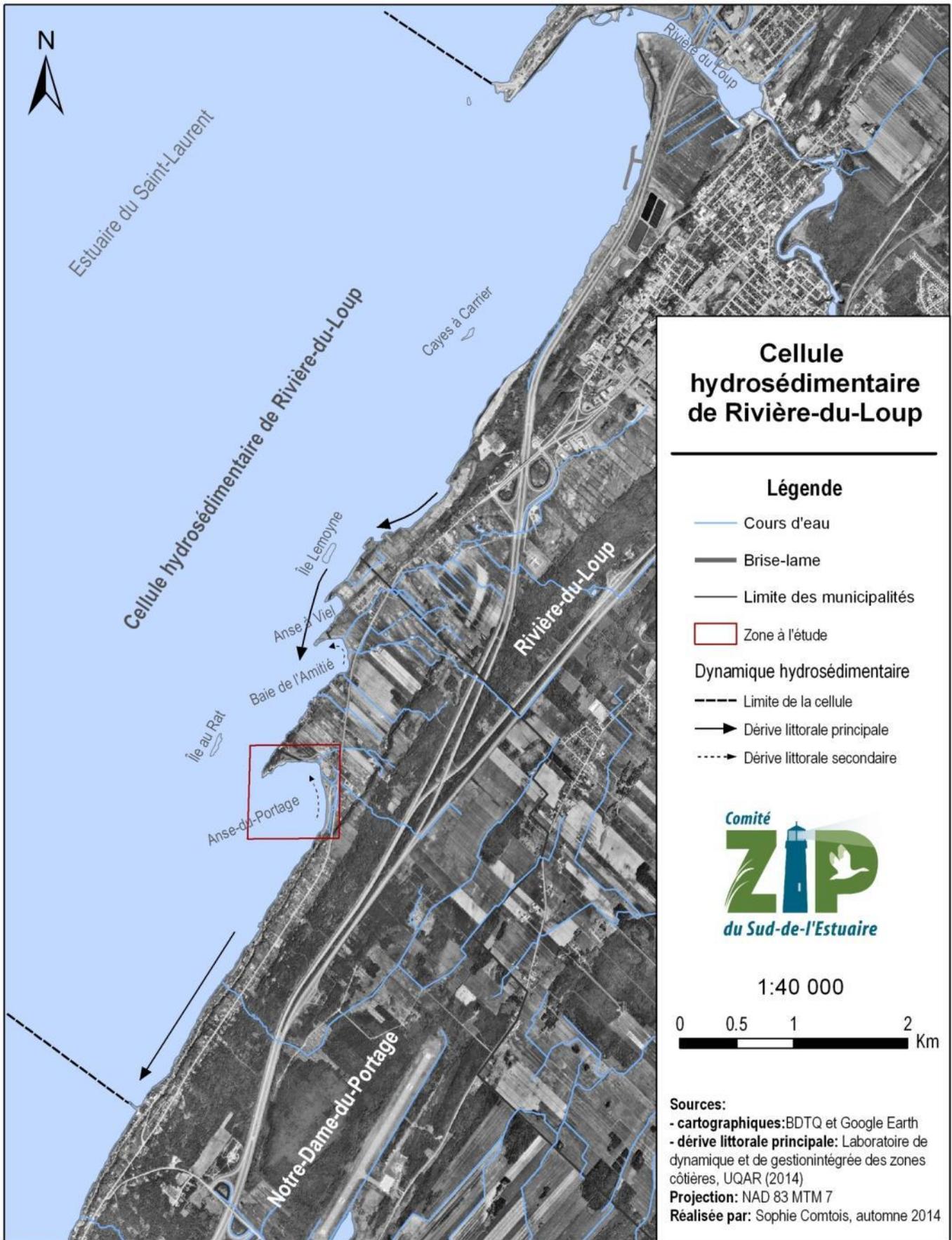


Figure 2. Carte de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup et direction de la dérive littorale.

MÉTHODOLOGIE

La caractérisation de l'Anse-du-Portage et de ses environs se divise en deux grands volets. La caractérisation géomorphologique, qui comprend une classification et une description qualitative de la zone côtière, une analyse de son évolution historique et une série de levés topographiques. La caractérisation biologique consiste en des inventaires botaniques et ornithologiques non exhaustifs.

Caractérisation géomorphologique

1- Classification de la zone côtière

La caractérisation de la zone côtière s'est déroulée sur cinq journées différentes à l'été 2014, soit le 21 mai, le 3 juin, le 29 juillet et les 27 et 28 août. Le littoral de la cellule sédimentaire de Rivière-du-Loup, situé entre le quai de Notre-Dame-du-Portage et celui de Rivière-du-Loup, a été segmenté en tronçons uniformes sur la base de critères géomorphologiques (type de côte). Les tronçons correspondant aux côtes à terrasse de plage ont été subdivisés en segments selon la nomenclature existante, soit l'**arrière-plage**⁴, la **haute plage**, le **haut estran** et le **bas estran** (Figure 3). Pour les côtes à marais maritime, la division s'effectue entre le **schorre supérieur**, le **schorre inférieur** et la **slikke** (Figure 4). Chaque section obtenue a été caractérisée selon plusieurs paramètres prédéfinis, soit la largeur du segment et la **stratigraphie** en place, le type de végétation et sa distribution, la présence d'éléments morphologiques (comme des blocs glaciels, des affleurements rocheux, des marelles et radeaux de schorre, etc.) et de **processus actifs** ainsi que le type de structures de protection lorsque présentes.

Un système de classification de l'état des côtes, basé sur le taux de végétalisation de la **ligne de rivage**, a également été appliqué lors de la caractérisation *in situ*. Un taux de végétalisation de plus de 75 % de la ligne de rivage fait foi de côtes stables, alors qu'elles seront qualifiées d'actives si le recouvrement végétal n'atteint pas plus de 25 %. L'état intermédiaire est considéré comme semi-végétalisé. Seules les côtes naturelles, c'est-à-dire sans présence d'ouvrages de protection, ont été qualifiées de la sorte.

Pour les côtes artificialisées, soit celles où se retrouve une structure de protection rigide, c'est l'état de l'infrastructure qui a été qualifié en fonction du degré de dégradation observé. Un ouvrage est considéré en bon état lorsque des signes de dégradation n'excèdent pas 25 % de sa surface et partiellement endommagé s'il est

⁴ Pour la définition des mots en caractère gras, se référer au lexique (Annexe 1)

jugé que 25 à 50 % de la construction semble détériorée. Au-delà de ce pourcentage, l'ouvrage sera qualifié de très endommagé (50 à 75 % de dégradation) ou complètement endommagé (75 à 100 %). Il ne s'agit que d'une appréciation qualitative de la condition de la structure physique et non de son efficacité à limiter les risques d'érosion ou de submersion localement.

L'ensemble de ces données qualitatives dresse le portrait actuel, complet et détaillé de la zone d'étude et des environs exerçant une certaine influence sur cette dernière.

2- Évolution historique de la côte

Afin de révéler de possibles modifications naturelles et anthropiques qu'aurait subies la côte antérieurement, un travail de photo-interprétation a été réalisé sur une série de photographies aériennes récentes (2001 et 2012) et anciennes (1927, 1948, 1961, 1979, 1983 et 1996). Chaque photographie est géoréférencée à l'aide d'un système d'information géographique (SIG), puis la ligne de rivage y est tracée.

Sur une côte à terrasse de plage, la ligne de rivage correspond à l'endroit atteint par les pleines mers supérieures de grandes marées et coïncide généralement avec la limite inférieure des plantes vasculaires terrestres halophiles (Ex. : élème des sables d'Amérique) ou avec une microfalaise intimement liée à l'état de la côte (Figure 3). Sur une côte à marais maritime, la ligne de rivage correspond à l'endroit atteint par les pleines mers supérieures de marées moyennes. Il s'agit de la limite entre le schorre supérieur et le schorre inférieur, souvent caractérisée par une microfalaise d'érosion ou un changement dans la végétation (Figure 4). De façon plus concrète, la ligne de rivage peut être identifiée sur les photographies aériennes en se basant sur des changements de teinte, de ton (valeur de gris) et de texture. Son positionnement fut également validé lors des sorties terrain.

L'interprétation chronologique permet de voir l'évolution historique de la côte en mesurant le déplacement de la ligne de rivage directement sur la carte à l'aide du même système d'information géographique. L'évolution de la superficie du schorre supérieur, qu'il est possible de déterminer à partir de l'évolution de la ligne de rivage, a également fait l'objet d'une analyse. Il est important de noter que le travail réalisé avec un SIG comporte une marge d'erreur liée à la manipulation et à la qualité des photographies.

3- Levés topographiques

Les profils de plage permettent notamment de déterminer la largeur, l'altitude et la pente d'une plage. À partir de ces profils, il est possible de quantifier les volumes de sédiments qui composent chacun des segments côtiers (haute plage, estran, etc.). Ce sont ces volumes qui sont disponibles pour la dérive littorale ou qui pourraient être déplacés lors d'évènements de tempêtes. En effectuant des levés topographiques à intervalle de temps régulier, il est possible d'obtenir un aperçu des changements morphologiques opérés sur une côte. Au sein d'une année, ces levés permettent d'obtenir un patron de la cyclicité saisonnière naturelle de la côte (alternance de périodes d'érosion et de périodes d'accumulation à l'intérieur d'une année ou d'une saison). Un suivi temporel pluriannuel permet de calculer un taux de déplacement annuel moyen (érosion ou accrétion).

Pour le projet de l'Anse-du-Portage, dix transects (ou profils) perpendiculaires à la côte ont été réalisés (Figure 1) et levés à six reprises en 2014 (3 et 16 juin, 14 juillet, 27 août, 10 septembre et 21 novembre). Les profils 1 à 7 sont positionnés le long d'une terrasse de plage à marais maritime, alors que les profils 8 et 10 sont localisés sur une côte à marais maritime typique. Le profil 9 suit le lit du ruisseau intermittent au centre de l'anse. Les levés étaient généralement effectués au moment des grandes marées dans le but d'obtenir un portrait plus clair de l'évolution saisonnière de la côte. En effet, les grandes marées façonnent davantage le profil d'une plage par rapport aux marées moyennes, rendant les modifications plus remarquables. Les profils réalisés en date du 3 juin étaient quant à eux, destinés à obtenir le profil de la plage d'hiver.

L'acquisition des données topographiques a été réalisée avec un *Differential global positioning system* (DGPS), un appareil offrant une précision de l'ordre du centimètre tant sur le plan planimétrique qu'altimétrique (Joyal et Morissette, 2013). Le long de chaque transect, les points DGPS étaient saisis à tous les mètres ou à chaque modification morphologique rencontrée sur la plage. Simultanément, une analyse visuelle des sédiments de surface et des changements granulométriques notables était effectuée. Le calcul de l'aire sous la courbe des profils de plage ainsi obtenu,

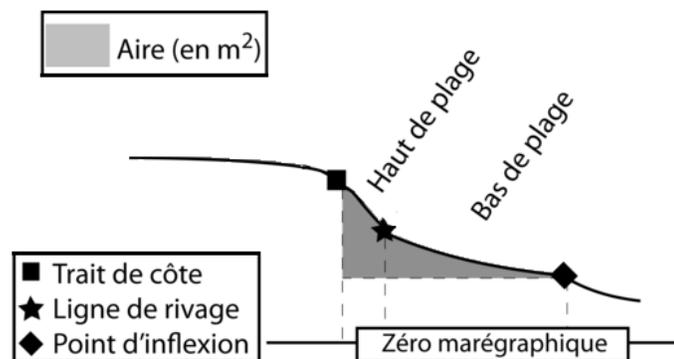


Figure 5. Illustration de la méthode de calcul des volumes sédimentaires (en m^3/m linéaire de côte). (Adapté de Joyal et Morissette, 2013).

normalisé en fonction de la longueur des segments côtiers (haute plage, slikke, estran, etc.) produit le volume sédimentaire disponible par mètre linéaire de côte (Figure 5) (Joyal et Morissette, 2013).

Caractérisation biologique

La section concernant la caractérisation biologique sert essentiellement à compléter le portrait des habitats côtiers présents à l'Anse-du-Portage et confirmer certaines notions de géomorphologie (p. ex. : la ligne de rivage correspond souvent à la limite inférieure de l'élyme des sables d'Amérique). Aussi, la diversité et l'assemblage des espèces recensées lors des inventaires biologiques permettent de déterminer la qualité d'un habitat. Ces inventaires étaient circonscrits à l'Anse-du-Portage uniquement.

1- Inventaire floristique

L'inventaire floristique visait à déterminer la succession des communautés végétales de l'Anse-du-Portage, entre l'arrière-côte (prairie humide) et la slikke (vasière à algues brunes). L'identification de la composition végétale est tout indiquée pour valider la délimitation du trait de côte et de la ligne de rivage (Gratton et al., 2007) réalisée *in situ*, lors de la caractérisation géomorphologique, ou par photo-interprétation. En effet, les plantes dominantes de chaque communauté s'établissent le long du littoral en réponse à leur tolérance à la salinité et au temps d'immersion par les marées. Une communauté végétale localisée à l'endroit touché en premier par les marées montantes sera composée de plantes plus tolérantes aux conditions maritimes, tandis que celle placée sur le haut de la pente, endroit moins souvent inondé, sera composée d'espèces moins tolérantes à l'eau de mer (Fleurbec, 1985). Les communautés végétales des marais maritimes s'organisent en paliers. Ces étages du littoral sont séparés entre eux par des dénivellations allant de la faible pente à peine visible jusqu'à la microfalaise d'érosion selon l'état de la côte et la dynamique des processus qui y prévaut.

Un inventaire des plantes indicatrices des étages du littoral (Couillard et Grondin, 1986) fut réalisé le 28 août 2014 au moyen de trois transects perpendiculaires à la côte et disposés de façon à obtenir un portrait aussi complet que possible des communautés végétales de l'Anse-du-Portage (Figure 1). Les transects étaient réalisés entre la limite inférieure de l'arrière-côte (fin de la prairie humide) et la limite supérieure de la slikke (fin du schorre inférieur). Des stations d'observation étaient fixées à tous les trois mètres le long des transects. Pour chacune des stations, toutes les plantes présentes dans un rayon de un mètre ont été identifiées au niveau taxonomique le

plus bas, soit généralement à l'espèce. Le pourcentage de recouvrement spécifique, c'est-à-dire, pour chaque espèce, fut aussi estimé.

2- Inventaire ornithologique

L'inventaire ornithologique visait à confirmer la présence d'espèces en déclin ou en péril et à vérifier si le site est favorable aux oiseaux de rivages (limicoles), groupe en diminution au Québec (Aubry et Cotter, 2007). Les oiseaux de rivages (pluviers, bécasseaux, courlis, etc.) sont reconnus pour fréquenter les vasières, les plages et les marais maritimes.

Un inventaire d'oiseaux non exhaustif fut réalisé le 28 août 2014, soit durant la période de migration de la fin de l'été, moment propice au passage du plus grand nombre d'espèces, toutes familles confondues (Larivée, 1993; Cyr et Larivée, 1995; David, 1996). Quelques observations opportunistes supplémentaires, effectuées lors de sorties terrain axées sur les inventaires géomorphologiques ou floristiques, ont permis d'ajouter certaines espèces à l'inventaire final.

La méthode utilisée consiste à observer et identifier, par relevé auditif ou visuel avec une lunette terrestre (téléscope) et des binoculaires (jumelles), l'ensemble des oiseaux du littoral de l'Anse-du-Portage en alimentation, survol ou repos. L'inventaire fut réalisé en deux temps. Un premier recensement de 15 minutes fut réalisé à un endroit fixe, placé sur le point le plus haut de l'Anse, c'est-à-dire juché sur un affleurement rocheux d'environ 10 mètres de hauteur (Figure 1). Ensuite, les habitats littoraux à la végétation dense furent parcourus pendant trois heures, de concert avec l'inventaire floristique. Cette présence a permis d'augmenter la détection d'espèces dissimulées sous un couvert de fuites (ex. : bécasseau minuscule) et d'observer un plus grand nombre d'espèces pendant leur survol de la côte ou leurs déplacements journaliers.

RÉSULTATS

Caractérisation géomorphologique

1- Classification de la zone côtière

La totalité de la zone côtière de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup a été caractérisée, soit un secteur de 16,38 km s'étendant du quai de Rivière-du-Loup à celui de Notre-Dame-du-Portage. Les résultats sont présentés dans les figures 10 à 12 ainsi que sous forme de tableau à l'annexe 2.

Près de la moitié (46 %) de la cellule hydrosédimentaire est constituée de marais maritimes (Figure 6), soit 7,53 km (Figure 10 - médaillon). Ils sont majoritairement localisés dans la municipalité de Rivière-du-Loup (secteur nord-est de la cellule hydrosédimentaire- Figures 10 à 12).



Figure 6. Exemple d'un marais maritime.

Environ 7 % de la côte est entièrement anthropisée (1,18 km), c'est-à-dire bâtie par l'homme, et correspond au secteur du quai de Rivière-du-Loup. Cette catégorie n'inclut cependant pas les zones côtières où des ouvrages de protection (muret ou enrochement) ont été érigés sur la haute plage. Elles font partie d'une autre catégorie, soit les côtes artificialisées.

Le reste de la côte se compose d'un assemblage de terrasse de plage (1,92 km ou 12 %; Figure 7A), de côtes rocheuses (2,84 km ou 17 %; Figure 7B) et de côtes mixtes (Figure 10 - médaillon). Cette dernière catégorie correspond aux littoraux qui présentent des caractéristiques de plusieurs systèmes côtiers. Par exemple, certaines berges sont composées d'un schorre inférieur plus ou moins continu placé devant une côte typiquement rocheuse (côte rocheuse à marais maritime 12,36 km

ou 7 %- Figure 7C) ou devant une plage (terrasse de plage à marais maritime 16,68 km ou 10 %- Figure 7D).

Outre les côtes entièrement anthropisées, plusieurs segments du littoral arborent des ouvrages de protection. Il s'agit principalement de murets de béton concentrés dans la zone urbanisée et les secteurs résidentiels. Afin de les distinguer des côtes anthropisées, les littoraux avec ouvrage de protection sont qualifiés de côtes artificialisées dans le présent rapport. Le graphique de la figure 11 (médaillon) montre le pourcentage de chaque type de côte resté à l'état naturel ou ayant subi une artificialisation. En général, c'est un peu plus du tiers des systèmes côtiers qui ont été artificialisés avec les années, à l'exception des côtes à marais maritime, qui restent entièrement naturelles et des côtes rocheuses à marais maritime, qui ont été artificialisées sur une faible distance (49 m). Au total, c'est 4,03 km (25 %) de la totalité de la côte de la cellule Rivière-du-Loup qui possèdent une structure artificielle de protection côtière (Tableau 4, Annexe 2).

Du total de côte à l'état naturel caractérisée (soit 12 km), 84 % montrent des signes d'érosion (4,07 km de côtes actives et 6,29 km de semi-végétalisés). Un total de 1,99 km de côte reste stable et végétalisé (Figure 12 - médaillon). Les ouvrages de protection des côtes artificialisées semblent bien entretenus puisque, sur les 4,03 km de côte artificialisée, 3,60 km (donc 89 %) sont en bon état, contre seulement 378,3 mètres (9 %) de partiellement endommagés et 53,0 mètres (1 %) de très endommagés (Tableau 6, Annexe 2). Il est important de noter que ce résultat ne prouve en aucun cas l'efficacité d'un ouvrage de protection contre les risques côtiers d'érosion et de submersion. Il s'agit simplement d'une appréciation qualitative de la condition de la structure.



Figure 7. Exemple de différents types de côtes présents dans la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup : A) une terrasse de plage; B) une côte rocheuse; les côtes mixtes C) une terrasse de plage à marais maritime et D) une côte rocheuse à marais maritime.

Les résultats précédents dressent donc le portrait de la cellule hydrosédimentaire en entier. À l'Anse-du-Portage, plus spécifiquement, deux types de côtes prédominent, soit les terrasses de plage à marais maritime et les côtes à marais maritime. La ligne de rivage des marais (interface entre les schorres supérieurs et inférieurs) de l'Anse est majoritairement caractérisée par une microfalaise peu végétalisée, signe de l'activité (érosion) de la côte à ces endroits (Figure 8). Cependant, les schorres supérieur et inférieur sont bien établis, surtout dans le secteur nord du site.



Figure 8. Microfalaise active (marquée par une flèche double) au niveau de la ligne de rivage dans le marais maritime de l'Anse-du-Portage.

Une petite section de côte à terrasse de plage est encaissée au fond de l'Anse, près du cours d'eau intermittent. Une microfalaise active est visible à la limite entre la ligne de rivage et le trait de côte sur la totalité de ce segment côtier, signe de l'érosion qui s'y produit (Figure 9).

Autrement, l'Anse reste presque entièrement à l'état naturel, puisque seuls quelques ouvrages de protection y ont été érigés, dont un enrochement à la limite sud de l'aire d'étude (près du début de la zone urbanisée).



Figure 9. Érosion de la ligne de rivage sur la terrasse de plage à l'Anse-du-Portage.



Figure 10. Caractérisation côtière (carte 1 de 3) et tableau synthèse (en médaillon) des systèmes côtiers de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.

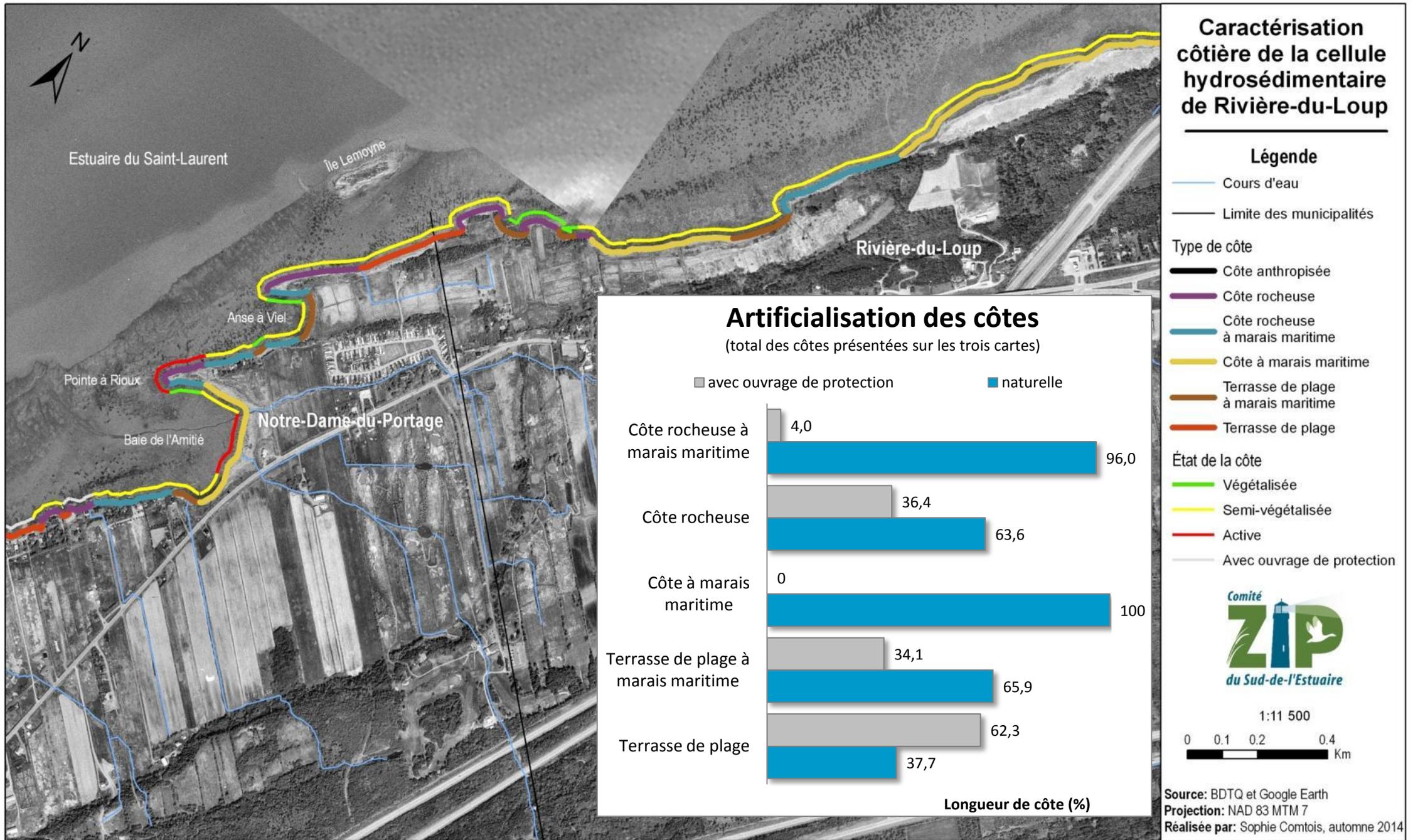


Figure 11. Caractérisation côtière (carte 2 de 3) et tableau synthèse (en médaillon) de l'artificialisation des côtes de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.

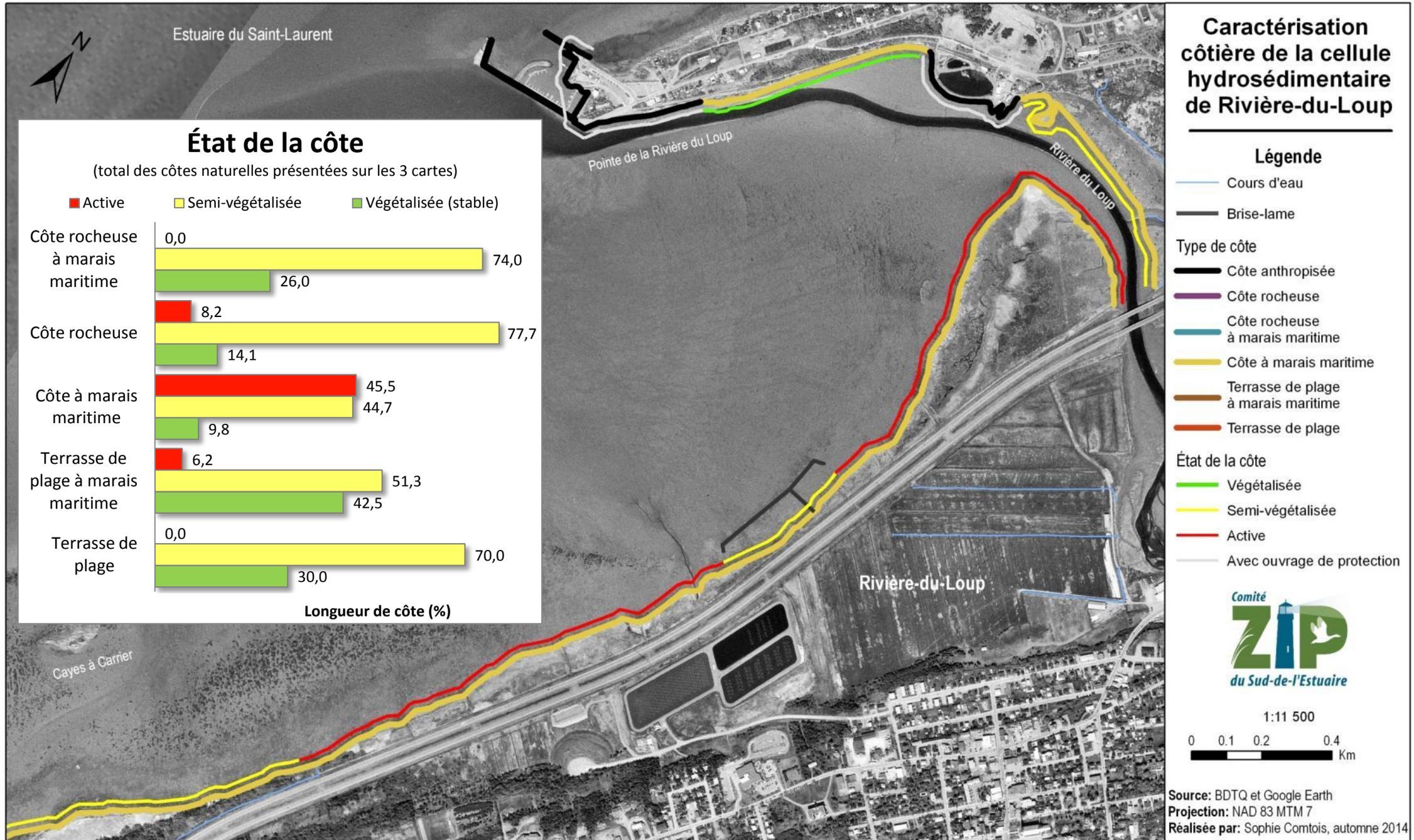


Figure 12. Caractérisation côtière (carte 3 de 3) et tableau synthèse (en médaillon) de l'état des côtes de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.

2- Évolution historique de la côte

L'analyse de photographies aériennes anciennes et récentes de l'Anse-du-Portage semble démontrer une accrétion locale traduite principalement par un accroissement généralisé de la superficie totale du schorre supérieur au cours de la période analysée, soit de 1948 (5,47 km²) à 2012 (16,62 km²) (Figure 13). Seuls les intervalles 1983-1996 et 2001-2012 présentent une tendance inverse, soit une réduction de la superficie. La tendance positive reste cependant bien marquée comme le souligne le résultat de la régression linéaire ($R^2 = 0,89^5$). Il est à noter que la faible qualité de la photographie aérienne de 1927 limitait son utilisation pour l'analyse de superficie. Cependant, un examen qualitatif permet de constater un schorre supérieur moins étendu qu'en 1948, ce qui tend à corroborer les résultats précédents.

Afin de déterminer si l'augmentation historique de la superficie du schorre supérieur est statistiquement significative⁶, les données ont été soumises à un test d'analyse de variance ou ANOVA (la normalité des données est rencontrée; Shapiro test $p = 0,089$). Les différences significatives sont représentées par des lettres distinctes, alors que les résultats qui partagent la même lettre ne sont pas significativement différents les uns des autres (se référer à l'histogramme de la figure 13). Ainsi, les résultats de superficies obtenus en 1948 diffèrent significativement de ceux obtenus en 2001 et 2012. Cela confirme que la tendance observée est réelle et non due au hasard.

Au niveau des terrasses de plage à marais maritime, les différences sont beaucoup moins marquées. Le changement le plus notable correspond au déplacement positif de la ligne de rivage entre 1927 et 1948. L'évolution récente est très limitée comme en font foi les lignes de rivage de 2001 et 2012 qui sont presque entièrement superposées (Figure 13).

⁵ Dans une régression linéaire, plus le résultat du R^2 s'approche de 1, plus le test est concluant.

⁶ Un résultat est statistiquement significatif lorsqu'il est improbable qu'il puisse être obtenu par un simple hasard. Ceci confère de la crédibilité aux résultats présentés.

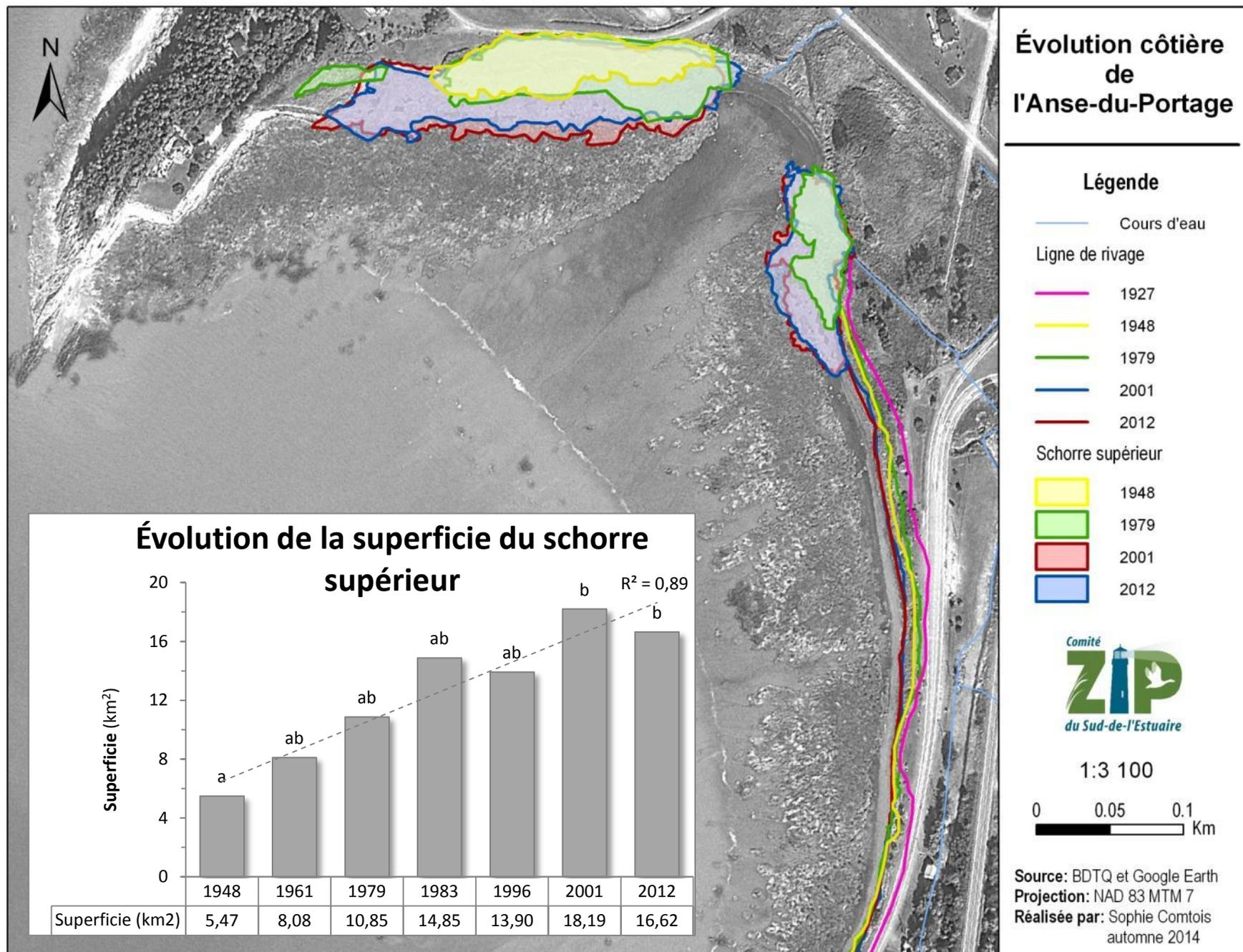


Figure 13. Évolution de la ligne de rivage et du schorre supérieur de l'Anse-du-Portage.

3- Levés topographiques

Les profils actuels de la zone côtière de l'Anse-du-Portage ont été tracés lors des levés topographiques. La figure 18 montre les profils des principaux types de côte de l'Anse. Les données quantitatives associées, soit la longueur, la pente et les volumes sédimentaires calculés pour chacun des segments côtiers, sont détaillées au tableau 7 de l'annexe 3. L'altitude mesurée au début de chacun des segments côtier fait l'objet du tableau 2.

La slikke de l'Anse-du-Portage est vaste et peut s'étendre sur 945 mètres de longueur par endroits. Elle s'étend du zéro marégraphique (ou zéro des cartes) jusqu'à une altitude moyenne de 2,87 mètres (variant entre 2,69 mètres et 3,17 mètres), soit légèrement supérieure au niveau moyen des mers observé localement (2,7 mètres). Elle est donc inondée entre 50 et 100 % du temps. Les pentes calculées sont très faibles, variant de 0,29 à



Figure 14. Slikke, ou vasière maritime, avec un radeau de schorre au moment d'une basse mer



Figure 15. Chenal de marée, marqué par la flèche, dans le schorre inférieur.

0,42 %. Cette section du système côtier de l'Anse est composée de matériaux fins (argile, silt, vase) avec des radeaux de spartine dispersés et quelques blocs erratiques d'origine glacielle sur lesquels s'accrochent des colonies éparses d'ascophylle noueuse (*Ascophyllum nodosum*) (Figure 14)

Au niveau de la terrasse de plage à marais maritime (profils 1 à 7), le schorre inférieur débute près de la

flexure, soit à une altitude moyenne de 4,27 mètres. Pour les côtes à marais maritime, c'est la ligne de rivage qui marque cette limite (profil 8, altitude de 4,19 mètres et 10, altitude de 4,40 mètres). Le schorre inférieur s'étend pratiquement jusqu'à la limite du niveau moyen des mers et la pente y est plus importante qu'au niveau de la slikke, bien qu'encore très faible (entre 1 et 3 %). Ainsi, cette zone est inondée au plus à 50 % du temps (section inférieure du moins) et est complètement recouverte lors des pleines mers supérieures de marées moyennes. Le schorre inférieur est donc colonisé presque exclusivement par une seule espèce végétale très adaptée aux conditions d'immersion, soit la spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*). L'étendue du schorre inférieur augmente graduellement du profil 1 (41,72 mètres de largeur) vers le profil 7 (128,07 mètres). Cette tendance ne s'applique toutefois pas aux profils 4 et 6. Ces derniers sont situés au niveau de chenaux de marée qui forme des brèches dans le schorre inférieur (Figures 1 et 15).

Tableau 2. Altitudes (selon le zéro des cartes) mesurées sur différents segments des profils.

Profils	Altitude (mètre)				
	Route	Trait de côte	Ligne de rivage	Flexure	Début de la slikke
1	7,25	6,74	5,60	4,33	2,83
2	7,08	6,51	5,70	4,02	2,80
3	6,92	6,27	5,60	3,98	2,69
4	6,74	6,17	5,60	4,49	3,17
5	6,63	6,16	5,65	4,21	2,70
6	6,43	6,12	5,38	4,32	2,84
7	6,56	6,14	5,71	4,57	2,81
8	N/A	5,98	4,19	N/A	3,23
10	6,60	5,85	4,40	N/A	2,92
Moyenne	6,78	6,21	5,35	4,27	2,88

Seuls les profils 8 et 10 possèdent un schorre supérieur. Ce dernier est plus développé dans la portion nord du site d'étude (Figure 1). L'altitude de la limite supérieure de cette section du marais atteint 5,98 mètres pour le profil 8, soit au-dessus du niveau de pleines mers supérieures de grandes marées (5,7 mètres). Le schorre supérieur du profil 10 se limite à une altitude 5,21 mètres. La communauté

végétale installée dans le schorre supérieur est toujours halophyte, mais plus diversifiée que celle du schorre inférieur ce qui s'explique, en partie, par un temps et une fréquence de submersion beaucoup moins élevée. Il est à noter que les deux sections du schorre présentent des mares, marelles et chenaux de marée, dont le nombre s'intensifie du nord-est vers le sud-ouest du site (Figure 16).



Figure 16. Secteur du schorre inférieur présentant des marelles, chenaux et quelques radeaux de schorre.

Le haut estran (plage) est relativement étroit, variant entre 5,46 mètres et 14,04 mètres. Il s'élargit continuellement entre les profils 1 et 3, puis devient variable. La pente la plus abrupte (14 %) s'observe au profil 1. La granulométrie se compose de sédiments grossiers (gravier galets sur sable grossier). Des radeaux de schorres et des blocs se retrouvent le long de la plage, principalement près de la flexure (Figure 17).



Figure 17. Radeaux de schorre et dallage de blocs visibles près de la flexure.

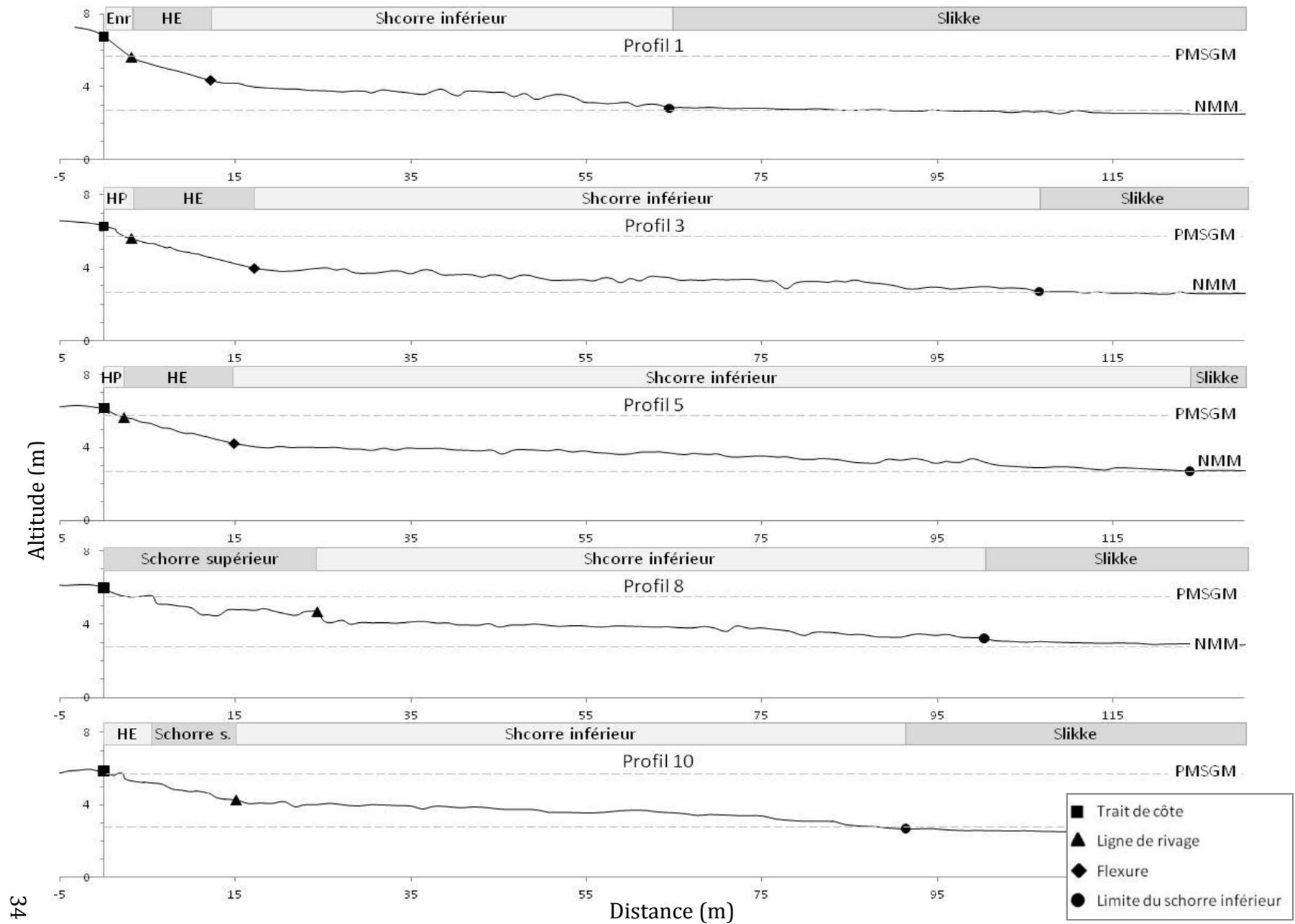


Figure 18. Profils actuels des différents types de côte de l'Anse-du-Portage (Enr : enrochement; HE : haut estran; HP: haute plage; PMSGM : pleine mer supérieure de grande marée; NMM : niveau moyen des mers).

La haute plage, d'une largeur variant entre 1,45 mètre et 3,88 mètres, est peu développée, mais très abrupte, la moyenne des pentes calculée excédant 20 % (Tableau 7, Annexe 3). Les profils 1 et 2 présentent un enrochement sur la haute plage. De manière générale, la haute plage tend à s'élargir et à s'adoucir du profil 4 (1,45 m à 43 %) vers le profil 7 (3,88 m à 11 %) (Tableau 7, Annexe 3)

Les volumes sédimentaires standardisés (m^3/m de côte) sont présentés dans le tableau 7 de l'annexe 3. Les volumes sédimentaires les plus importants se retrouvent d'abord sur la haute plage, puis sur la slikke. Sur le haut estran, il y a une augmentation des volumes du profil 1 vers le profil 3. Il semble exister une corrélation entre le haut estran et la haute plage. En effet, plus le volume sédimentaire du haut estran est élevé, plus celui de la haute plage l'est aussi. Les volumes observés sur la slikke ne semblent pas présenter une telle interdépendance. Cependant, les volumes sédimentaires de la slikke augmentent globalement du sud-ouest vers le nord-est (c.-à-d. : vers l'intérieur de l'Anse), comme le montre le graphique de la figure 19. Dû à une variabilité importante des profils induite par les nombreuses mares, marelles et chenaux retrouvés dans les schorres, les calculs de volumes n'ont pas été effectués pour ces segments.

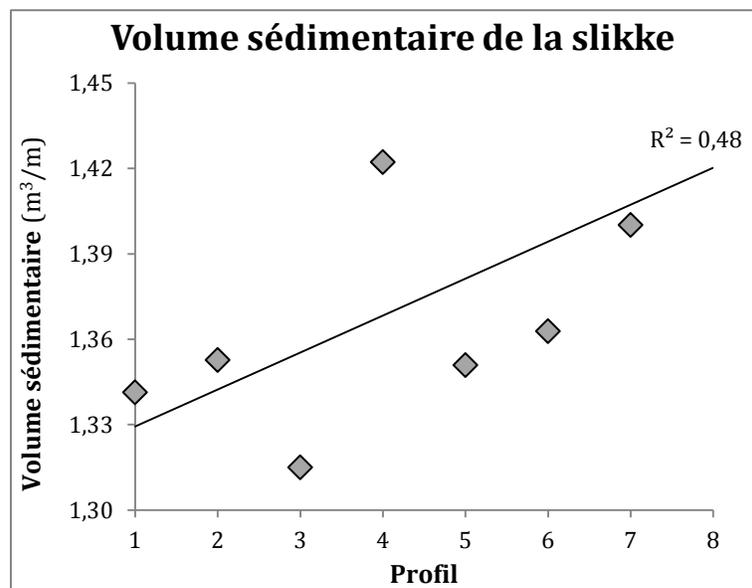


Figure 19. Évolution des volumes sédimentaires de la slikke du profil 1 à 8.

Caractérisation biologique

1- Inventaire floristique

Cinquante-sept (57) plantes vasculaires ont été dénombrées et classifiées selon quatre communautés végétales, désignées par des appellations géomorphologiques (arrière-plage, haute plage et les schorres supérieurs et inférieurs). Les plantes indicatrices de chacune de ces communautés, et donc de différents étages (ou segments) du marais de l'Anse-du-Portage, sont répertoriées dans le tableau 3 suivant :

Tableau 3. Segments littoraux et leurs plantes indicatrices à l'Anse-du-Portage

Communautés végétales	Plantes indicatrices
Arrière-plage	Genévrier horizontal, rosier rugueux, etc.
Haute plage	Élyme des sables d'Amérique, fétuque de Richardson et autres graminées terrestres
Schorre supérieur	Spartine pectinée et étalée, carex paléacé, hiéochloé odorante, limonium de Caroline
Schorre inférieur	Spartine alterniflore (continue)
Slikke	Spartine alterniflore discontinue et/ou vasière à algues brunes

Une liste exhaustive des espèces recensées, du milieu (habitat) dans lequel ont-elles été observées et un indice de leur abondance est présenté à l'annexe 4

Il est à noter que deux espèces exotiques envahissantes, la renouée du Japon (*Fallopia japonica* synonyme *Polygonum cuspidatum*) et le roseau commun (*Phragmites australis* subs. *australis*), se retrouvent à la limite entre le marais et les habitats terrestres (Figure 20).

2- Inventaire ornithologique

Malgré l'effort limité octroyé à l'obtention de données ornithologiques, 16 espèces d'oiseaux ont été recensées sur le site. De ce nombre, six étaient des espèces limicoles et trois sont des espèces à statut particulier, soit le bécasseau semipalmé (*Calidris pusilla*), le chevalier grivelé (*Actitis macularius*) et le pluvier semipalmé (*Charadrius semipalmatus*). La liste complète des oiseaux inventoriés est présentée à l'annexe 5.

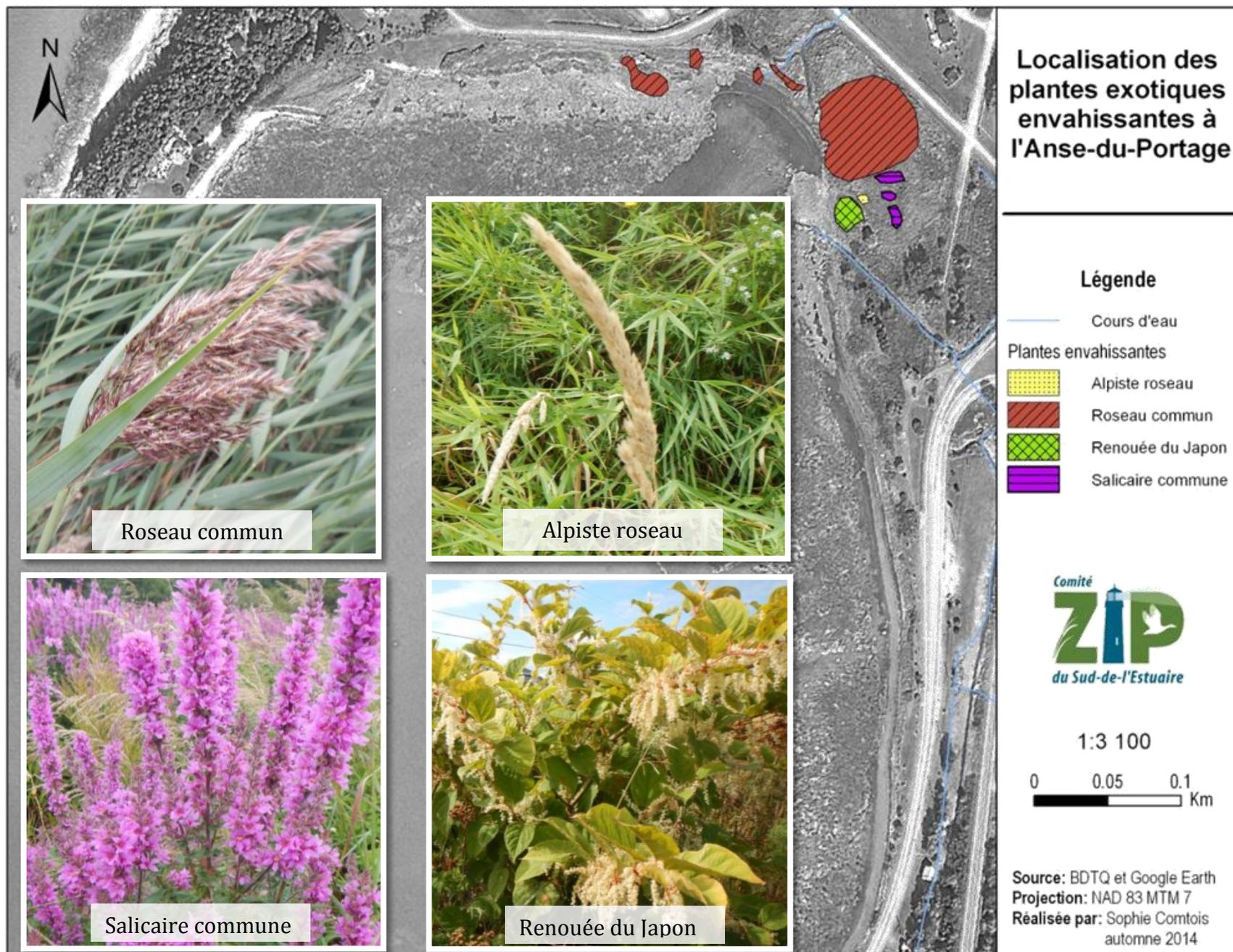


Figure 20. Localisation des plantes exotiques envahissantes à l'Anse-du-Portage.

DISCUSSION

La côte de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup est prédominé par les marais maritimes. Il s'agit également du type de côte le plus fragile, comme l'indique la proportion supérieure de marais à l'état actif ou semi-végétalisé, comparativement aux autres types de côtes. Selon la littérature, les côtes meubles sont particulièrement vulnérables aux processus d'érosion. D'ailleurs, les taux de reculs les plus importants constatés le long des berges de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent ont été mesurés dans les marais maritimes (Bernatchez et Dubois, 2004). Au Bas St-Laurent seulement, c'est plus de la moitié de la superficie des marais salés qui ont disparu au cours du dernier siècle (Canards Illimités Canada, 2008; Careau, 2010), une situation qui s'apparente à la tendance mondiale observée (MEA, 2005).

Malgré la sensibilité établie des côtes meubles face à l'érosion, les marais maritimes du secteur à l'étude ne présentent pas tous le même degré de détérioration. La présence d'éléments topographiques (îles, affleurements rocheux, etc.) offre une protection physique, limitant localement les risques d'érosion. L'orientation de la côte joue aussi un rôle important sur l'intégrité des sites. Pour la région de Rivière-du-Loup et de Notre-Dame-du-Portage, les vagues les plus dommageables sont formées par les vents dont la provenance varie du sud-ouest au nord-ouest. Le secteur nord-est de la baie de Rivière-du-Loup y est pleinement exposé. C'est aussi à cet endroit que les marais montrent les signes d'érosion les plus spectaculaires (microfalaise vive et schorre réduit ou inexistant) (Figure 21). À l'opposé, certaines petites baies sont orientées de telle sorte qu'elles font obstacle à la dérive littorale, piégeant localement une partie des sédiments en transit. Ces segments côtiers, bien végétalisés, sont plus stables et moins sensibles au phénomène d'érosion (Figure 22).



Figure 21. Secteur très érodé du marais de Rivière-du-Loup, le schorre supérieur a complètement disparu et fait place à une microfalaise d'érosion (A: modifiée de Meunier et al, 2009; B : modifiée de Dessau, 2013).



Figure 22. Secteur bien végétalisé de la cellule hydrosédimentaire.

À l'Anse-du-Portage, la pointe rocheuse qui s'allonge au nord, les affleurements rocheux au large, ainsi que les nombreuses îles avoisinantes (dont l'archipel Les Pèlerins), induisent une certaine protection contre les vagues (obstacle au fetch, ce qui limite la force des vagues à la côte). La pointe rocheuse engendre également la diffraction des vagues et une cellule de recirculation du courant de dérive littorale, ce qui produit une zone de faibles courants à l'intérieur de l'Anse. Ce patron de circulation locale (ou dérive littorale secondaire - Figure 2) favorise la sédimentation des particules fines en suspension. L'augmentation des volumes sédimentaires de la slikke du profil 1 vers le profil 8 s'explique par des taux de sédimentation supérieurs là où les conditions sont les plus calmes. Le gradient dynamique du milieu se reflète également dans la morphologie générale du système côtier de l'Anse-du-Portage. En effet, la zone la plus calme de l'Anse est caractérisée par un marais diversifié, présentant un schorre supérieur et inférieur intégral. En se déplaçant vers le sud-ouest, le schorre supérieur disparaît et le schorre inférieur s'amincit.

Selon les résultats des recensements biologiques, le littoral de l'Anse présente une mosaïque d'habitats côtiers, dont un marais maritime mature. En certains endroits, le marais présente une continuité entre le littoral et le domaine terrestre, ce qui tend à augmenter la richesse des habitats et la biodiversité comparativement aux environnements fragmentés par des infrastructures (p. E. : les routes). Les espèces d'oiseaux rencontrées sur le site, tels les limicoles, le grand héron, le pygargue à tête blanche et le canard noir, sont gages de la qualité de l'habitat comme halte migratoire et zone d'alimentation (Gauthier et Aubry, 1995).

Cependant, une microfalaise d'érosion, signe d'une perturbation récente, est visible entre les schorres supérieur et inférieur ou le long la ligne de rivage de la terrasse de plage (Figures 8 et 9). Même si l'analyse des photographies aériennes anciennes et récentes illustre une progression de la côte de l'Anse-du-Portage depuis 1927, il n'en demeure pas moins que le schorre supérieur a subi une réduction de sa superficie depuis 2001. Cette diminution survient dans une période marquée par quelques tempêtes majeures pour le Québec maritime, notamment en 2005 et 2010. Cette tendance à l'érosion récente coïncide avec l'accélération généralisée des processus d'érosion observée dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, accélération d'autant plus marquée sur les côtes à marais maritimes (Bernatchez et Dubois, 2004). La poursuite du suivi de la côte permettra de constater si la tendance générale observée dans le Saint-Laurent se confirme à l'Anse-du-Portage.

L'érosion n'est pas le seul processus côtier affectant l'Anse-du-Portage. L'altitude de l'arrière-plage, où se situent la route du Fleuve, et celle du trait de côte ne diffère pas de beaucoup (moins de 60 cm de différence en moyenne). Par définition, le trait de

côte correspond à la limite extrême atteinte par la mer. Cette marque n'est pas fixe et évolue selon l'action des processus qui modifient la côte. Un faible dénivelé entre le trait de côte et l'arrière-plage indique que le système, ainsi que les infrastructures qui s'y trouvent, sont sujets à la **submersion**. Lors de la tempête du 6 décembre 2010, une **surcote**⁷ d'environ un mètre a été mesurée à Saint-André (Darisse, 2012). Cette surcote s'est inévitablement traduite par une submersion des côtes, tant à Saint-André qu'à Notre-Dame-du-Portage, démontrant la sensibilité du système.

Le marais maritime de l'Anse-du-Portage est également sensible aux processus glaciels. Les nombreux chenaux, marelles et radeaux observés au site d'étude, particulièrement abondants au sud du ruisseau intermittent, sont le signe d'un dynamisme intimement lié aux glaces (Dionne, 2000; Dionne et Bouchard, 2000). Si un couvert de glace bien établi a pour effet de protéger la côte contre l'action érosive des vagues de tempêtes, des redoux hivernaux plus fréquents et une apparition tardive du couvert de glace les exposeront davantage.

Considérant l'accélération du recul des habitats côtiers au Québec (Bernatchez et Dubois, 2004) et dans le contexte appréhendé des changements climatiques et de la hausse associée des niveaux marins et de l'incidence des tempêtes, les phénomènes d'érosion et de submersion sont susceptibles de prendre de l'ampleur (GIEC, 2014). Par ailleurs, la présence d'infrastructures linéaires parallèles à la côte, tels les ouvrages de protection ou les routes, risque d'engendrer un effet de resserrement côtier (*coastal squeeze*). En réponse à la hausse des niveaux marins, les systèmes côtiers tendent à migrer vers l'intérieur des terres afin de préserver leur intégrité. La présence des structures rigides limite cette migration vers les terres et coince l'habitat, ce qui l'expose aux processus d'érosion. Ceci résulte inévitablement en une diminution de la superficie des marais, voire en une disparition totale des habitats côtiers (Doody, 2013; Pontee, 2013).

Ces tendances locales et globales motivent une intervention préventive dans le but de préserver le site. Comme les habitats côtiers de l'Anse sont globalement en bonne santé et ont conservé leur état naturel (soit presque exempt d'ouvrages de protection), le choix de méthodes douces est recommandé. Une transplantation d'espèces indigènes adaptées aux conditions du milieu, comme la spartine alterniflore, la spartine étalée, la spartine pectinée et l'élyme des sables d'Amérique, est donc prévue pour l'été 2015. Ces espèces sont reconnues pour avoir la capacité de retenir et fixer les sédiments via leur réseau racinaire étoffé et ainsi favoriser une accrétion verticale (élévation) du marais (Juneau et al, 2012). Cette accumulation

⁷ C.-à-d. un dépassement anormal de la hauteur d'eau prévue par le Service hydrographique du Canada (SHC); autrement dit, la hauteur d'eau mesurée a dépassé la hauteur d'eau attendue de 1 m.

verticale offre une résistance accrue aux vagues, qui subiront une plus grande perte d'énergie avant d'atteindre la ligne de rivage ou le trait de côte. Les plantations, grâce à leur effet positif sur la sédimentation, sont donc des méthodes efficaces pour limiter l'érosion.

Très peu de plantations dans les marais maritimes ont été effectuées au Québec, notamment à l'aide des trois espèces de spartines combinées. Le comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire profite de l'occasion pour créer, à l'Anse-du-Portage, un projet pilote de transplantation dans un secteur affecté par l'érosion. Ce projet permettra de valider différentes techniques de transplantation, dont celle réalisée à L'Isle-Verte (Gratton, 1990), et d'évaluer le taux de réussite de chaque technique en fonction des réalités du milieu et des espèces employées.

Avant de débiter les efforts de plantation, il importe de trouver un site où la dynamique naturelle n'induirait ni un envasement excessif, ni un déchaussement des plants, ce qui menacerait la réussite du projet. Les résultats des levés topographiques se révèlent utiles à cet égard.

Dans l'Anse-du-Portage, l'action de la dérive littorale principale se fait sentir sur les trois premiers profils. C'est-à-dire qu'une partie des sédiments de l'Anse (à partir du profil 3) transite vers l'ouest, soit vers le quai de la municipalité. Le reste de l'Anse se comporte comme une cellule de recirculation locale (dérive littorale secondaire) qui, telle que précédemment mentionnée, favorise la sédimentation. Les marelles et les radeaux sont plus visibles à mesure qu'on se déplace vers le sud-ouest, signes d'une dynamique glacielle plus importante.

Par ailleurs, les structures de protection rigides contribuent à la disparition de la haute plage, à l'abaissement vertical du haut estran et limitent la migration naturelle de la ligne de rivage et du trait de côte (Bernatchez et Fraser, 2012). C'est ce qui a été constaté le long de la zone urbanisée de Notre-Dame-du-Portage. Les laisses de mer, qui marquent la limite atteinte par la marée haute quotidiennement, sont localisées directement au pied des ouvrages de protection, signent que la plage (haute plage et haut estran) a pratiquement disparu au cours des années. Ces ouvrages diminuent la capacité de résilience des habitats côtiers lors d'évènements de tempête, contribuent à augmenter le risque de submersion et conduisent à la perte d'habitats (Bernatchez et al., 2011; Bernatchez et Fraser, 2012). Le secteur enroché (profils 1 et 2), où les volumes sédimentaires totaux les plus faibles ont été mesurés, présente donc trop de risques pour une plantation.

Ces informations indiquent que le nord-est de l'Anse est soumis à des processus moins dynamiques que le sud-ouest. Les profils 1 à 3 sont beaucoup plus dynamiques que les autres et ne devraient pas être considérés pour la plantation. À

l'opposé, le profil 10 est localisé dans un secteur bien protégé, où le marais est diversifié, présentant un schorre supérieur et inférieur intégral. Les superficies perturbées sont trop limitées pour permettre une transplantation. Dû à leur stabilité croissante et la présence suffisante de zones détériorées, les profils 4 à 8 sont tout indiqués pour l'élaboration d'un projet de transplantation.

Un dernier constat émane des recensements biologiques effectués. Des peuplements denses de plantes exotiques envahissantes, en particulier de renouée du Japon (*Fallopia japonica* synonyme *Polygonum cuspidatum*) et de roseau commun (*Phragmites australis* subs. *australis*), ont été inventoriées à l'interface entre le schorre supérieur et l'arrière côte. Ces deux espèces se propagent de façon particulièrement fulgurante, délogeant les espèces indigènes. Outre la réduction de la biodiversité indigène qu'elles induisent, ces plantes exotiques envahissantes augmentent les frais d'entretien des chenaux de drainage, peuvent accroître les risques d'inondation, modifient le fonctionnement des écosystèmes (en changeant la propriété des sols par exemple) et réduisent leur **résilience**⁸ (Lavoie, 2008; Lavoie et al., 2014). Un projet de contrôle de ces espèces serait souhaitable afin de préserver l'intégrité et la pérennité des habitats côtiers de l'Anse.

⁸ Capacité du milieu à récupérer après avoir subi une perturbation

CONCLUSION

L'analyse historique montre que le marais maritime de l'Anse-du-Portage est davantage considéré en état d'accrétion. La dérive littorale, le transit sédimentaire et la protection physique de l'Anse, en fait un lieu de sédimentation privilégié, ce qui explique cette croissance.

Depuis 2001, la tendance semble toutefois s'inverser. Le suivi de la côte doit se poursuivre afin de déterminer si le site est maintenant en état de régression ou s'il s'agit d'un phénomène ponctuel expliqué par les récents événements de tempêtes.

Si la caractérisation du système côtier de l'Anse-du-Portage démontre un marais toujours en relativement bonne santé, des signes évidents d'érosion sont tout de même visibles. Par ailleurs, le faible dénivelé constaté entre le trait de côte et l'arrière-plage expose le système à la submersion. Dans le contexte de la hausse anticipée du niveau marin et de l'incidence des tempêtes, les phénomènes d'érosion et de submersion pourraient sévir plus durement dans le futur à l'Anse-du-Portage. Une plantation permettrait de stabiliser les endroits érodés et, par le fait même, augmenterait la résilience du système côtier face aux risques accrus d'érosion et de submersion.

RÉFÉRENCES

- Aubry, Y. et R. Cotte., 2007. Plan de conservation des oiseaux de rivage du Québec. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Sainte-Foy. xvi + 203 p.
- Bernatchez, P. 2003. Évolution littorale holocène et actuelle des complexes deltaïques de Betsiamites et de Manicouagan-Outardes : synthèse, processus, causes et perspectives. Thèse de doctorat, Université Laval. 460 p.
- Bernatchez, P. et J.-M.M. Dubois. 2004. Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien. Géographie physique et Quaternaire, 58 (1): 45-71.
- Bernatchez, P. et Fraser, C. 2012. Evolution of Coastal Defence Structures and Consequences for Beach Width Trends, Québec, Canada. Journal of Coastal Research 28 (6): 1550 – 1566.
- Bernatchez, P., C. Fraser, D. Lefavre et S. Dugas. 2011. Integrating anthropogenic factors, geomorphological indicators and local knowledge in the analysis of coastal flooding and erosion hazards. Ocean and Coastal Management 54 (8): 621-632.
- Bernatchez, P., C. Fraser, S. Friesinger, Y. Jolivet, S. Dugas, S. Drejza et A. Morissette. 2008. Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport de recherche remis au Consortium OURANOS et au FACC. 256 p.
- Canards Illimités Canada. 2008. Plan de conservation des milieux humides et de leurs terres hautes adjacentes de la région administrative du Bas-Saint-Laurent. 105 p. [Disponible en ligne: <http://www.canardsquebec.ca>]
- Careau, C. 2010. Les marais intertidaux du Saint-Laurent : complexités et dynamiques naturelles et culturelles. Mémoire de maîtrise, Université Laval. 111 p.
- Couillard, L. et P. Grondin. 1986. La végétation des milieux humides du Québec. Les publications du Québec. 400 p.
- Cyr, A. et J. Larivée. 1995. Atlas saisonnier des oiseaux du Québec. Presses de l'Université de Sherbrooke et Société de loisir ornithologique de l'Estrie, Sherbrooke. 711 p + 1200 cartes
- Darisse, G. 2012. La nouvelle digue de l'aboiteau du village et les grandes marées à venir. L'Info de Saint-André (numéro 3), St-André, Québec. 12 p. [Disponible en ligne: http://www.standredekamouraska.ca/wp-content/uploads/2012/11/info_stand_3.pdf]
- David, N. 1996. Liste commentée des oiseaux du Québec. Association québécoise des groupes d'ornithologues. 169 p.
- DESSAU. 2013. Travaux de végétalisation du marais de Rivière-du-Loup - Surveillance environnementale. Rapport de surveillance. Ministère des Transports du Québec. 4p + Annexes.

Dionne, J.-C. 1986. Érosion récente des marais intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire* 40 : 307-323.

Dionne, J.-C. 2000. Érosion récente du schorre supérieur à Sainte-Anne-de-Beaupré, Québec. *Géographie physique et Quaternaire* 54 : 69-89.

Dionne, J.-C. et Bouchard, M.C. 2000. Nouvelles données sur l'érosion du schorre supérieur à Montmagny, moyen estuaire du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire* 54 : 219-230.

Doody, J.P. 2013. Coastal squeeze and managed realignment in southern England, does it tell us anything about the future? *Ocean and Coastal Management* 79: 34-41.

Fleurbec. 1985. *Plantes sauvages du bord de la mer (guide d'identification)*, Fleurbec éditeur.

Gauthier, J. et Y. Aubry. 1995. *Les oiseaux nicheurs du Québec : atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec.

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2014. *Le Québec : en marche vers l'adaptation*. 5^e rapport d'évaluation du GIEC. [Disponible en ligne: <http://www.ouranos.ca/fr/nouvelles/fiche.php?id=134>]

Gratton, L. 1990. *Écologie et techniques de plantation pour les trois espèces de spartines des marais salés de l'estuaire du Saint-Laurent*. Environnement Canada, Service Canadien de la faune Conservation et protection (Région du Québec). 33p.

Gratton, L., B. Gauthier, J-Y. Goupil et J. Labrecque. 2007. *Délimitation de la ligne des hautes eaux. Méthode botanique simplifiée*. Les publications du Québec. 56 p.

ICOAN (Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord). 2012. *État des populations d'oiseaux du Canada*. Environnement Canada, Ottawa, Canada. 36 p.

Joyal, G et A. Morissette. 2013. *Évolution côtière micro-échelle et mise au point d'un Indice de sensibilité géomorphologique des plages (ISGP)*. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 3 : 353-368

Juneau, M-N. É. Bachand et A. Lelièvre-Mathieu. 2012. *Restauration et aménagement du littoral; Guide de bonnes pratiques du Bas-Saint-Laurent*, Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec. 40p.

Lavoie, C. 2008. *Le roseau commun (Phragmites australis) : une menace pour les milieux humides du Québec ? Rapport remis au comité interministériel du Gouvernement du Québec sur le roseau commun et à Canards Illimités Canada*, Québec. 44 p.

Lavoie, C., B. Lelong et E. Groeneveld. 2014. *Renouée du Japon : situation au Québec et l'ABC en matière de lutte*. Université Laval.

Larivée, J. 1993. *Chronobiologie des oiseaux du Bas-St-Laurent, migration et reproduction*. Club des Ornithologues du Bas-St-Laurent. 160 p. (Liste annotée seulement)

MEA [Millennium Ecosystem Assessment]. 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends. Coastal systems. Island Press, Washington, D.C., USA.

Meunier, C., C. Gosselin et R. Hamelin. 2009. Réalisation d'un projet pilote de restauration du marais de Rivière-du-Loup. Étude de faisabilité - Rapport final. Société des traversiers du Québec. 94 p. + Annexes.

MFFP (Ministère Forêts, Faune et Parcs). 2014. Liste des espèces désignées menacées ou vulnérables au Québec, Gouvernement du Québec. [Disponible en ligne: <http://avibase.bsc-eoc.org/checklist.jsp?region=caqc&list=clements>; <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>]

MRC de Rivière-du-Loup. 2013. Grandes affectations du territoire - Schéma d'aménagement et de développement révisé. Rivière-du-Loup. [Disponible en ligne: <http://riviereduloup.ca/mrc/?id=e2796&a=2013#schema>]

Paskoff, R. 2012. Les littoraux. Impact des aménagements sur leur évolution. 3^e édition. Collection U, série Géographie. Armand Colin, Paris. 260 p.

Pontee, N. 2013. Defining coastal squeeze: A discussion. *Ocean and Coastal Management* 84: 204-207.

ANNEXE 1

Lexique

Arrière-plage	Surface littorale située au-dessus du trait de côte et correspond au niveau submergé lors d'évènements extrêmes.
Cellule hydrosédimentaire	Portion de la côte où le courant de dérive littorale est continu; ses limites sont des obstacles qui bloquent le déplacement des sédiments dans le sens de la dérive.
Dérive littorale	La dérive littorale est le résultat de l'action des vagues, du vent et/ou des courants (houle, courants de marée, etc.) qui induit un courant parallèle à la côte responsable d'un déplacement net de sédiment dans une direction privilégiée le long d'un littoral.
Estran	Zone intertidale ou partie du littoral situé de part et d'autre de la flexure, entre le niveau supérieur des hautes mers et le niveau inférieur des basses mers. Aussi désignée comme la plage.
Fetch	Distance sur un plan d'eau, sur laquelle le vent souffle sans rencontrer d'obstacle.
Haute plage	Surface littorale située entre la ligne de rivage et le trait de côte. On note la présence d'élyme des sables et de laisse de tempête.
Ligne de rivage	Corresponds au niveau théorique des pleines mers supérieures de grande marée; concorde avec la limite de la végétation terrestre (ex. Élyme des sables d'Amérique) et des lasses de tempêtes.
Processus actifs	Ensemble des phénomènes mécaniques, chimiques ou biologiques réguliers ou ponctuels qui influence la morphologie des côtes naturelles ou anthropiques (glaces, vagues, passage de VTT, canaux de drainage (émissaires pluviaux ou autres), courants de marée, etc.)
Schorre	Surface couverte par la mer lors des marées de vive-eau et peuplée d'une végétation halophile qui fixe partiellement les sédiments en place. Le schorre supérieur n'est entièrement recouvert que lors des pleines mers supérieures de grandes marées. Cette zone est caractérisée par une végétation tolérante aux conditions maritimes et à une submersion occasionnelle. Le schorre inférieur est recouvert par les marées hautes biquotidiennes moyennes. Cette zone est caractérisée par une végétation adaptée aux submersions journalières.
Slikke	Partie inférieure du littoral d'un marais, celle qui est la plus souvent inondée; à chaque marée haute, même de morte-eau. Appelée aussi vasière maritime, elle est caractérisée par des dépôts meubles (vases et sables fins) souvent dénudés,

essentiellement colonisés par des algues et moins souvent par les plantes vasculaires.

Stratigraphie	Étude des rapports qui existent entre les différentes couches sédimentaires. Par exemple une plage composée d'un mélange de gravier et galet disposé sur une couche de sable grossier
Submersion	Action de recouvrir d'eau (inondation).
Surcote	Dépassement anormal du niveau de la marée
Trait de côte	Corresponds au niveau atteint par hautes mers les plus extrêmes ou à la zone d'érosion lors des tempêtes. La présence de laisse de tempête et de dépôts de débordement marque cette limite, on note aussi la présence d'une microfalaise.
Zéro des cartes ou zéro hydrographique	Corresponds au niveau atteint par les plus basses mers.
Zéro géodésique	Corresponds environ au niveau moyen des mers.

ANNEXE 2

Résultats de la caractérisation côtière

Les tableaux suivants présentent les résultats détaillés en valeurs absolues (mètre de côte) et relatives (% de côte) obtenues suite à la caractérisation côtière de la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.

Tableau 4. Types de côtes composant la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.

Types de côtes	Segment de côtes		
	naturel	avec ouvrage de protection	Total
Terrasse de plage	724,99 m 37,72 %	1196,96 m 62,28 %	1921,95 m 11,73 %
Terrasse de plage à marais maritime	1099,59 m 65,90 %	568,94 m 34,10 %	1668,53 m 10,18 %
Côte à marais maritime	7532,33 m 100 %	0 m 0 %	7532,33 m 45,97 %
Côte rocheuse	1810,44 m 63,64 %	1034,58 m 36,36 %	2845,02 m 17,36 %
Côte rocheuse à marais maritime	1186,81 m 96,03 %	49,10 m 3,97 %	1235,91 m 7,54 %
Côte artificielle	0 m 0 %	1181,59 m 100 %	1181,59 m 7,21 %
Total (km)	12,35	40,31	16,38
Total (%)	75,4	24,6	

Le tableau 4 détaille la longueur absolue (mètre ou kilomètre) et relative (%) de chacun des types de côte qui composent la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup (dernière colonne du tableau). Pour cette colonne, les pourcentages sont calculés en fonction du segment côtier total de la cellule hydrosédimentaire, soit 16,38 km. Pour chacun des types de côte, le tableau distingue la proportion (en mètres et en pourcentage) qui est à l'état naturel (segment de côte naturel) de celle qui présente une structure de protection rigide (segment de côte avec ouvrage de protection). Les pourcentages de ces colonnes sont calculés en fonction de la longueur totale de chaque type côtier (par exemple, 37,72 % des 1921,95 m de côtes à terrasse de plage est naturel).

Tableau 5. État des côtes naturelles composant la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.

Types de côtes	État des côtes naturelles			
	Végétalisée	Semi-végétalisée	Active	Totale
Terrasse de plage	217,45 m 29,99 %	507,54 m 70,01 %	0 m 0 %	724,99 m 5,87 %
Terrasse de plage à marais maritime	467,59 m 42,52 %	564,11 m 51,30 %	67,89 m 6,17 %	1099,59 m 8,90 %
Côte à marais maritime	740,82 m 9,84 %	2937,06 m 38,99 %	3854,45 m 51,17 %	7532,33 60,97 %
Côte rocheuse	255,37 m 14,11 %	1406,74 m 77,70 %	148,33 m 8,19 %	1810,44 m 14,65 %
Côte rocheuse à marais maritime	308,68 m 26,01 %	878,13 m 73,99 %	0 m 0 %	1186,81 m 9,61 %
Total (km)	1,99	6,29	4,07	12,35
Total (%)	16,11	50,94	32,95	

Le tableau 5 détaille la longueur totale absolue (mètre ou kilomètre) et relative (pourcentage) de chacun des types de côte exempte d'ouvrages de protection (naturel) qui composent la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup (dernière colonne du tableau). Pour cette colonne, les pourcentages sont calculés en fonction du total de côte naturelle de la cellule hydrosédimentaire, soit 12,35 km. Chacun des types de côte est divisé selon son état (végétalisé, semi-végétalisé ou actif). Les résultats sont présentés en longueur totale de côte (m ou km) ou en pourcentage. Les pourcentages de ces colonnes sont calculés en fonction de la longueur totale de chaque type côtier exempt de structure de protection (par exemple, 29,99 % des 724,9 m de côtes à terrasse de plage naturelles sont végétalisés).

Tableau 6. État des côtes artificialisées composant la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup.

Types de côtes	État des ouvrages de protection des côtes artificialisées			
	Bon	Partiellement endommagé	Très endommagé	Total
Terrasse de plage	765,65 m 63,97 %	378,29 31,60	53,02 4,43	1196,96 m 29,69 %
Terrasse de plage à marais maritime	568,94 m 100 %	0 m 0 %	0 m 0 %	568,94 m 14,11 %
Côte à marais maritime	N/A	N/A	N/A	N/A
Côte rocheuse	1034,58 m 100 %	0 m 0 %	0 m 0 %	1034,58 m 24,66 %
Côte rocheuse à marais maritime	49,10 m 100 %	0 m 0 %	0 m 0 %	49,10 m 1,22 %
Côte artificielle	1181,59 m 100 %	0 m 0 %	0 m 0 %	1181,59 m 29,31 %
Total (km)	3,60	0,38	0,05	4,03
Total (%)	89,30	9,38	1,32	

Le tableau 6 détaille la longueur totale absolue (mètre ou kilomètre) et relative (pourcentage) de chacun des types de côte avec ouvrages de protection (artificialisés) qui composent la cellule hydrosédimentaire de Rivière-du-Loup (dernière colonne du tableau). Pour cette colonne, les pourcentages sont calculés en fonction du total de côte artificialisée de la cellule hydrosédimentaire, soit 4,03 km. Chacun des types côtiers est divisé selon l'état de l'infrastructure de protection (bon, partiellement endommagé ou très endommagé). Les résultats sont présentés en longueur totale de côte (m ou km) ou en pourcentage. Les pourcentages de ces colonnes sont calculés en fonction de la longueur totale de chaque type de côte artificialisé (par exemple, les ouvrages de protection de 63,97 % des 1196,96 m de côtes à terrasse de plage artificialisée sont en bon état).

ANNEXE 3

Résultats des levés topographiques

Le tableau suivant présente les résultats détaillés obtenus suite aux levés topographiques des profils de plage effectués à l'Anse-du-Portage.

Tableau 7. Détail des paramètres mesurés lors des levés topographiques de l'Anse-du-Portage.

Profil	Longueur (m)					Pente (%)					Volumes sédimentaires (m ³ /m)		
	Haute plage	Haut estran	Schorre supérieur	Schorre inférieur	Slikke	Haute plage	Haut estran	Schorre supérieur	Schorre inférieur	Slikke	Haute plage	Haut estran	Slikke
1	N/A	9,17	N/A	52,27	963,19	N/A	14,00	N/A	2,87	0,29	0	0,60	1,34
2	N/A	13,46	N/A	64,23	945,59	N/A	12,55	N/A	1,93	0,29	0	0,77	1,35
3	3,23	14,04	N/A	89,53	900,63	21,14	11,63	N/A	1,44	0,30	1,87	0,80	1,31
4	1,45	9,08	N/A	41,72	941,57	42,99	12,36	N/A	3,17	0,34	1,35	0,57	1,42
5	2,42	12,55	N/A	108,96	860,16	21,50	11,55	N/A	1,39	0,31	1,62	0,72	1,35
6	3,19	11,74	N/A	100,56	841,58	12,08	12,17	N/A	1,47	0,34	1,49	0,67	1,36
7	3,88	8,90	N/A	128,07	797,53	10,95	12,92	N/A	1,37	0,35	1,32	0,53	1,40
8	N/A	N/A	24,36	75,38	811,56	N/A	N/A	5,33	1,28	0,40	N/A	N/A	1,45
10	N/A	5,46	6,46	71,55	N/A	N/A	11,81	8,64	2,07	0,42	N/A	1,16	N/A
Moyenne	2,83	10,55	15,41	81,36	861,56	21,73	12,37	6,99	1,89	0,34	1,53	0,73	1,37

ANNEXE 4

Résultats de l'inventaire floristique

Tableau 8. Liste partielle des végétaux présents sur le site.

Nom français	Nom latin	Cote d'abondance sur le site
Prairie humide d'arrière-côte		
Alpiste roseau	<i>Phalaris arundinacea</i>	moyenne
Aster à ombelle	<i>Doellingeria umbellata</i>	moyenne
Aster de New York	<i>Symphotrichum novi-belgii</i> var. <i>novi-belgii</i>	moyenne
Calamagrostis du Canada	<i>Calamagrostis canadensis</i>	moyenne
Carex crépu	<i>Carex crinita</i> var. <i>crinita</i>	faible
Dryoptère à crêtes	<i>Dryopteris cristata</i>	rare
Épilobe à feuilles étroites	<i>Epilobium leptophyllum</i>	forte
Impatiente du Cap	<i>Imaptiens capensis</i>	moyenne
Liseron des haies sp	<i>Calystegia sepium</i>	forte
Onoclée sensible	<i>Onoclea sensibilis</i>	rare
Osmonde de Clayton	<i>Osmunda claytoniana</i>	rare
Patience à valves triangulaire	<i>Rumex triangulivalvis</i>	rare
Quenouille à feuilles larges	<i>Typha latifolia</i>	forte
Renouée sp	<i>Polygonum</i> sp.	rare
Renouée du Japon	<i>Fallopia japonica</i> var. <i>japonica</i>	moyenne
Roseau commun	<i>Phragmites australis</i> subsp. <i>australis</i>	forte
Salicaire commune	<i>Lythrum salicaria</i>	moyenne
Sanguisorbe du Canada	<i>Sanguisorba canadensis</i>	moyenne
Saule (arborescent)	<i>Salix</i> sp.	faible
Smilacine étoilée	<i>Maianthemum stellatum</i>	moyenne
Verge d'or à feuilles de graminée	<i>Euthamia graminifolia</i>	forte
Verge d'or des marais	<i>Solidago uliginosa</i>	faible
Verge d'or du Canada	<i>Solidago canadensis</i>	forte
Haute plage et arrière-plage		
Agropyre à crête	<i>Agropyron cristatum</i>	forte
Angélique brillante	<i>Angelica lucida</i>	rare
Armoise vulgaire	<i>Artemisia vulgaris</i>	moyenne
Arroche hastée	<i>Atriplex prostrata</i>	moyenne
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>rubra</i>	moyenne
Gesse maritime	<i>Lathyrus japonicus</i>	forte
Grande molène	<i>Verbascum thapsus</i> subsp. <i>thapsus</i>	rare
Honckénye diffuse	<i>Honckenya peploides</i> subsp. <i>diffusa</i>	faible
Laiteron sp.	<i>Sonchus</i> sp.	moyenne
Linaires vulgaires	<i>Linaria vulgaris</i>	moyenne
Matricaire maritime	<i>Tripleurospermum maritimum</i> subsp. <i>maritimum</i>	faible
Mélilot blanc	<i>Melilotus albus</i>	forte

Nom français	Nom latin	Cote d'abondance sur le site
Mélicot jaune	<i>Melilotus officinalis</i>	moyenne
Morelle douce-amère	<i>Solanum dulcamara</i>	moyenne
Orge queue-d'écureuil	<i>Hordeum jubatum</i> subsp. <i>jubatum</i>	moyenne
Patience sp.	Rumex sp.	moyenne
Petite bardane	<i>Arctium minus</i>	faible
Plantain maritime	<i>Plantago maritima</i> subsp. <i>juncooides</i>	moyenne
Potentille ansérine	<i>Potentilla Anserina</i> subsp. <i>Anserina</i>	moyenne
Rosier inerme	<i>Rosa blanda</i>	rare
Rosier rugueux	<i>Rosa rugosa</i>	forte
Smilacine étoilée	<i>Maianthemum stellatum</i>	moyenne
Vigne sp	<i>Parthenocissus</i> sp.	moyenne
Marais maritime		
Schorre supérieur		
Arroche hastée	<i>Atriplex prostrata</i>	moyenne
Carex paléacé	<i>Carex paleacea</i>	forte
Éléocharide sp.	<i>Eleocharis</i> sp.	rare
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>rubra</i>	moyenne
Glaux maritime	<i>Lysimachia maritima</i>	moyenne
Limonium de Caroline	<i>Limonium carolinianum</i>	faible
Orge queue-d'écureuil	<i>Hordeum jubatum</i> subsp. <i>jubatum</i>	moyenne
Plantain maritime	<i>Plantago maritima</i> subsp. <i>juncooides</i>	moyenne
Potentille ansérine	<i>Potentilla Anserina</i> subsp. <i>Anserina</i>	moyenne
Renoncule cymbalaire	<i>Halerpestes cymbalaria</i>	rare
Roseau commun	<i>Phragmites australis</i> subsp. <i>australis</i>	forte
Salicorne maritime	<i>Salicornia maritima</i>	faible
Spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	forte
Spartine étalée	<i>Spartina patens</i>	moyenne
Spartine pectinée	<i>Spartina pectinata</i>	moyenne
Spergulaire des marais salé	<i>Spergularia salina</i>	faible
Verge d'or toujours verte	<i>Solidago sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i>	faible
Schorre inférieur		
Plantain maritime	<i>Plantago maritima</i> subsp. <i>juncooides</i>	moyenne
Salicorne maritime	<i>Salicornia maritima</i>	faible
Spartine alterniflore	<i>Spartina alterniflora</i>	forte
Ascophylle noueuse	<i>Ascophyllum nodosum</i>	faible

La côte d'abondance au site consiste en une estimation visuelle subjective dont les critères sont les suivants :

1. **Forte** : plusieurs colonies de forte densité distribuées partout sur le site ou quelques colonies de forte densité ou de grande étendue distribuée localement;
2. **Moyenne** : plusieurs colonies de densité moyenne et de petites étendues distribuées localement sur le site ou plusieurs plants disséminés sur l'ensemble du site;
3. **Faible** : quelques colonies ou plants distribués localement sur le site;
4. **Rare** : quelques plants distribués localement sur le site.

ANNEXE 5

Résultats de l'inventaire ornithologique

Tableau 9. Espèces d'oiseaux recensés sur le site en août 2014

Nom latin	Nom français	Statut particulier
Sauvagine (canards, oies, bernaches et autres anatidés)		
Canard noir	<i>Anas rubripes</i>	En diminution (ICOAN, 2012)
Hybride Canard noir/colvert	<i>Anas rubripes x platyrhynchos</i>	
Échassiers (hérons, bihoreaux, etc.)		
Grand héron	<i>Ardea herodias</i>	
Goélands (laridés) et alliés		
Cormoran à aigrette	<i>Phalacrocorax auritus</i>	
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	
Goéland à bec cerclé	<i>Larus delawarensis</i>	
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	
Oiseaux de rivages (limicoles)		
Bécasseau semipalmé	<i>Calidris pusilla</i>	En déclin (Aubry et Cotter, 2007)
Chevalier grivelé	<i>Actitis macularius</i>	En déclin (Aubry et Cotter, 2007)
Pluvier semipalmé	<i>Charadrius semipalmatus</i>	En déclin (Aubry et Cotter, 2007)
Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>	
Bécassin roux	<i>Limnodromus griseus</i>	
Chevalier solitaire	<i>Tringa solitaria</i>	Haute priorité de conservation (Aubry et Cotter, 2007)
Rapaces (aigles, faucons, etc.)		
Pygargue à tête blanche	<i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Vulnérable au Québec (MFFP, 2014)
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	
Épervier brun	<i>Accipiter striatus</i>	



PARTENAIRES :



Canada 

Québec 



eco
stage



MRC de
Rivière-du-Loup

UQAR