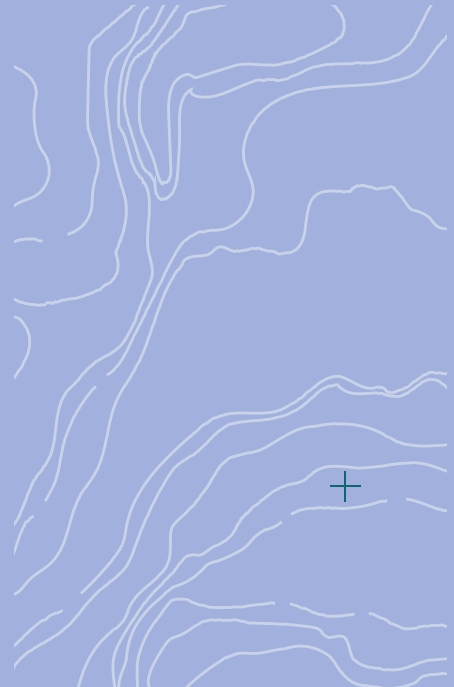




projet
résilience
côtière



Cartographie des types de côtes du Québec maritime



Laboratoire de dynamique
et de gestion intégrée
des zones côtières

Université du Québec
à Rimouski

Septembre
2021



Projet Résilience côtière

Cartographie des types de côtes du Québec maritime

Rapport méthodologique

Présenté au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques



Sous la direction de
Pascal Bernatchez, Ph. D.

Septembre 2021



ÉQUIPE DE RÉALISATION

Direction scientifique

Pascal Bernatchez, Ph. D.

Université du Québec à Rimouski

Département de biologie, chimie et géographie

Chaire de recherche en géoscience côtière

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC)

300, allée des Ursulines, case postale 3300

Rimouski (Québec) G5L 3A1

Téléphone : (418) 723-1986, poste 1257 (bureau) ou poste 1206 (laboratoire)

Télécopieur : (418) 724-1847

Courriel : pascal_bernatchez@uqar.qc.ca

Site internet : <https://ldgizc.uqar.ca>

Coordination du projet Résilience côtière

Susan Drejza, M. Sc. Géographie, professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

Christian Fraser, M. Sc. Océanographie, géographe, professionnel de recherche, LDGIZC, UQAR

Coordination du chantier de cartographie des types de côtes

Évelyne Arsenault, M. Sc. Géographie, professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

Rédaction

Susan Drejza, M. Sc. Géographie, professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

Évelyne Arsenault, M. Sc. Géographie, professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

Maude Blain, Attestation d'étude collégiale en Écogestion des milieux côtiers, professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

Numérisation et caractérisation

Évelyne Arsenault, M. Sc. Géographie, professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

Maude Blain, Attestation d'étude collégiale en Écogestion des milieux côtiers, professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

Stéphanie Friesinger, M. Sc. Géographie, professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

François Savoie-Ferron, M. Sc. Géographie, professionnel de recherche, LDGIZC, UQAR

Myriane Houde-Poirier, M. Sc. Géographie, professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

Christian Fraser, M. Sc. Océanographie, géographe, professionnel de recherche, LDGIZC, UQAR

Chargés de projet au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)

Guillaume Jeanmoye-Turcotte, Géomorphologue, M. Sc. Géogr., M. Sc. Eau, DEH

Sarah Aubé-Michaud, Géomorphologue, M. Sc. Géogr., DEH

Francis Bourret, Biologiste, M. Sc, DAEMH

Jean-Denis Bouchard, Géologue, M. Sc., DEH

Version du 15 septembre 2021

RÉFÉRENCE COMPLÈTE

Arsenault, E., Drejza, S., Friesinger, S., Blain, M., Savoie-Ferron, F., Houde-Poirier, M., Fraser, C. Marie, G. et P. Bernatchez (2021) *Cartographie des types de côtes du Québec maritime – Rapport méthodologique*. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, septembre 2021, 74 p.

REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier Patrick Lajeunesse et son équipe du Laboratoire de géosciences marines de l'université Laval, notamment Jean-François Bernier et Sydney Meury pour leur collaboration à la cartographie des côtes de l'Île-d'Orléans.

L'équipe tient également à remercier Steve Dugas du LDGIZC pour son support tout au long du projet.

Nous tenons à remercier le Gouvernement du Québec qui a financé ce projet via le PACC 2013-2020 -mesure 2.6



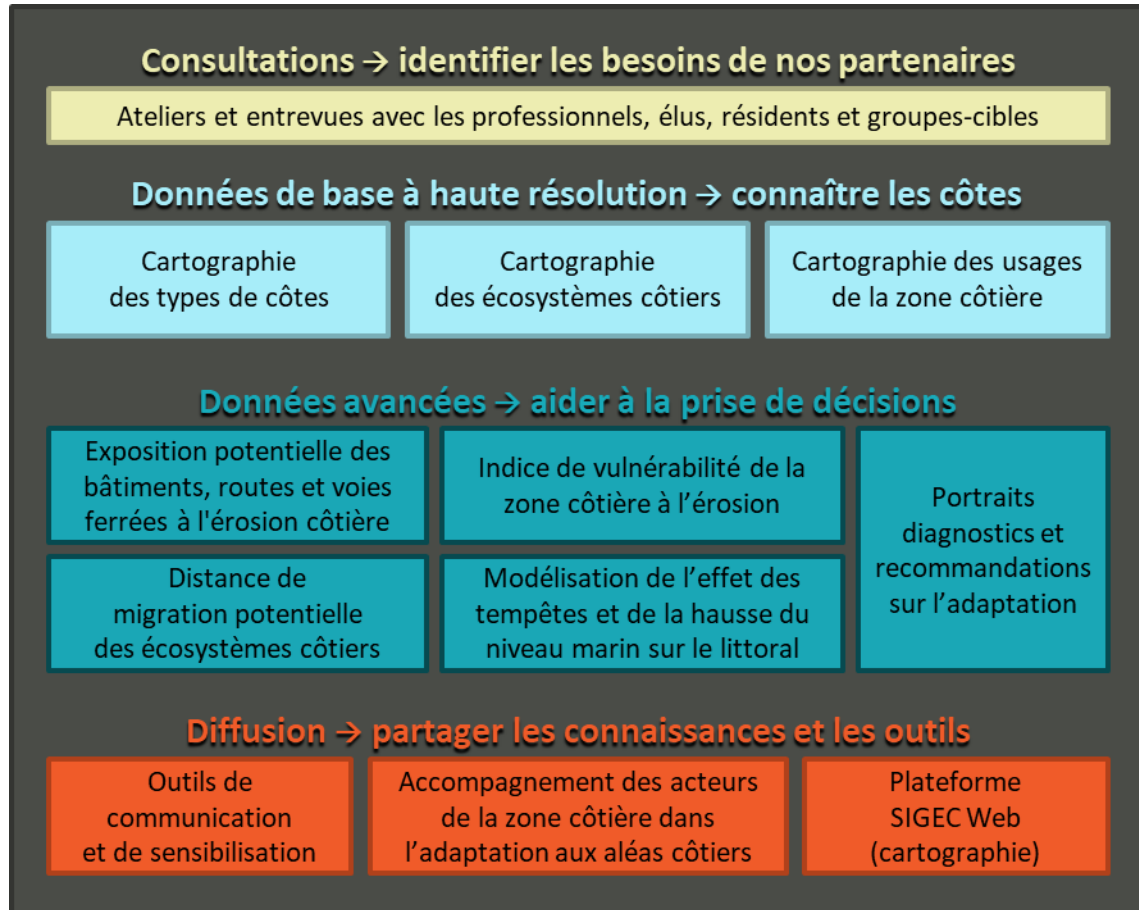
Photographies de la page de couverture

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, UQAR, septembre 2017

AVANT-PROPOS

Le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'Université du Québec à Rimouski a mis en œuvre un projet de recherche-action intitulé « **Projet Résilience côtière : développement d'outils d'adaptation à l'érosion côtière pour les municipalités du Québec maritime** ». Ce projet, financé par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, s'est déroulé de janvier 2017 à décembre 2021. Afin de répondre aux nombreux besoins exprimés lors d'une vaste consultation avec les acteurs de la zone côtière, douze chantiers ont été mis en œuvre dans quatre thématiques : consultations, données de base, données avancées et diffusion.

Les résultats globaux sont présentés dans le rapport synthèse du projet, disponible sur le site web du LDGIZC (<https://ldgizc.uqar.ca/Web/projets/projet-resilience-cotiere#realisations>).



Pour plus de renseignements, consulter la page web du projet Résilience côtière (<https://ldgizc.uqar.ca/Web/projets/projet-resilience-cotiere>).

AVERTISSEMENT

La présente étude a été réalisée à la demande du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), sous la responsabilité de la Direction de l'expertise hydrique. Elle a été financée par le Fonds vert dans le cadre du Plan d'action sur les changements climatiques (PACC) 2013-2020 du gouvernement du Québec.

Le MELCC n'est pas responsable de l'exactitude, de l'actualité et de la fiabilité du contenu de ce rapport. Les points de vue exprimés dans ce rapport émanent des auteurs et ne coïncident pas nécessairement avec ceux du ministère mentionné ci-haut.

Il est important de noter que malgré tout le soin apporté à la réalisation et à la validation des données, le LDGIZC ne peut être tenu responsable en ce qui a trait à toute réclamation, ou revendication, quelle qu'en soit la cause, concernant toute perte ou tout préjudice ou dommage, direct ou indirect, pouvant résulter de l'utilisation de notre base de données.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	3
AVANT-PROPOS	4
AVERTISSEMENT	5
LISTE DES FIGURES	8
LISTE DES TABLEAUX	10
LISTE DES ANNEXES	11
1. Introduction.....	12
2. Règles de numérisation et de caractérisation.....	14
2.1 Méthodologie générale de la numérisation.....	14
2.2 Différentes lignes numérisées.....	15
2.2.1 Au contact de l’eau et en arrière côte.....	16
2.2.2 Différentes lignes pour différentes utilisations.....	17
2.2.3 Les différentes lignes du domaine côtier et estuarien.....	18
2.3 Méthodologie générale de la caractérisation	19
2.4 Données utilisées pour la numérisation et la caractérisation.....	20
2.4.1 Caractérisations côtières antérieures du LDGIZC.....	20
2.4.2 Images aériennes.....	21
2.4.3 Images obliques.....	23
2.4.1 Images terrain.....	24
2.4.2 Données lidar.....	25
3. Description de la caractérisation.....	26
3.1 Type de côte	26
3.1.1 Les types de côtes principaux.....	26
3.1.2 Les types de côtes secondaires	28
3.1.3 Complément d'information sur le type de côte	29
3.1.4 Les grands types de côtes.....	30
3.2 État de la côte.....	34
3.3 Artificialité de la côte.....	37
3.3.1 Présence d’artificialité	37

3.3.2	Type d'artificialité principal et secondaire	37
3.3.3	Regroupement d'artificialité et catégorie d'artificialité.....	38
3.3.4	État de l'artificialité	39
3.4	Cas particuliers	40
3.5	Limites de la méthode	43
3.6	Validation de la base de données.....	44
4.	Résultats	45
4.1	Québec maritime.....	45
4.2	Tableaux de bord en ligne : des résultats locaux adaptés aux besoins.....	50
4.3	Diffusion de la cartographie sur le SIGEC Web.....	51
5.	Conclusion	52
6.	Références.....	53
7.	Annexes	55
	Annexe 1 : Métadonnées du fichier de formes des côtes du Québec	55
	Annexe 2 : Liste détaillée des images utilisées	55
	Annexe 3 : Précisions selon les environnements	56
A.	Les côtes basses meubles	57
B.	Les côtes à falaises	58
C.	Les falaises à terrasse de plage	59
D.	Les falaises avec encoche basales	60
E.	Les côtes dunifiées	62
F.	Les côtes à marais maritime	63
G.	Les côtes rocheuses.....	67
H.	Les côtes artificialisées	69
I.	Les zones portuaires.....	70
J.	Les remblais.....	72

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte de localisation des MRC et des côtes numérisées et caractérisées..... 13

Figure 2. Numérisation et caractérisation de la côte 14

Figure 3. Exemple de situation où deux limites géomorphologiques distinctes sont numérisées par une seule ligne dans le SIG 16

Figure 4. Profil type d’une côte avec le positionnement de quelques lignes géomorphologiques numérisées dans la bande côtière de 200 m. Distinction entre les lignes du domaine côtier/estuarien et du domaine de l’arrière côte 16

Figure 5. Ensemble hydrographique : côtier, estuarien et arrière-côte..... 17

Figure 6. Exemples types des limites tracées au niveau de la côte pour une côte basse, une falaise et une côte artificialisée 18

Figure 7. Levé photographique hélicoptéré 2017, Photo LDGIZC..... 23

Figure 8. Exemple d’image oblique de la côte à Saint-Ulric (Bas-Saint-Laurent) 23

Figure 9. Exemple de photo terrain prise à Cap-aux-Meules (Îles-de-la-Madeleine) en mai 2020 24

Figure 10. Différents produits du Lidar. Secteur de Cacouna (Bas-Saint-Laurent) 25

Figure 11. Les types des côtes détaillés et leur correspondance avec les grands types de côtes 27

Figure 12. Falaise meuble à terrasse de plage – Carleton-sur-Mer 28

Figure 13. Terrasse de plage à marais maritime (Notre-Dame-du-Portage)..... 28

Figure 14. Côte à falaise rocheuse avec du remblai en sommet de talus (Gaspé)..... 29

Figure 15. Côte à terrasse de plage dunifiée..... 30

Figure 16. État de la côte dans les falaises 35

Figure 17. État de la côte sur une terrasse de plage - Les Méchins 36

Figure 18. Falaise rocheuse non végétalisée, dont la roche est peu friable par sa lithologie, considérée stable (Côte-Nord) 36

Figure 19. Côte semi-végétalisée malgré la présence d’un enrochement (Carleton-sur-Mer, sept. 2010)..... 37

Figure 20. Gauche : Ouvrage en bon état ; centre : Ouvrage très endommagé ; et droite : ouvrage complètement endommagé..... 40

Figure 21. Exemple de carte des grands types de côtes. Carleton-sur-Mer 45

Figure 22. Capture d’écran du tableau de bord (version de juin 2021). 50

Figure 23. Capture d’écran de la carte des types de côtes sur SIGEC Web (juin 2021) 51

Figure 24. Délimitations géomorphologiques sur les profils côtiers des côtes basses 57

Figure 25. Délimitations géomorphologiques sur les profils côtiers des falaises : a) Sommet de talus distinct de la ligne de rivage, b) Sommet de talus ET ligne de rivage dans une falaise, c) Sommet de talus distinct de la ligne de rivage sur une falaise avec un plan incliné près du sommet et à base verticale..... 58

Figure 26. Délimitations géomorphologiques sur les profils côtiers des côtes à falaise à terrasse de plage (bas) et terrasse de plage avec falaise morte en arrière (haut) 59

Figure 27. a) Encoches basales formées sur les falaises de grès – Percé, b) Falaise verticale au-dessus d’une encoche basale, c) falaise inclinée avec encoche basale, d) falaise inclinée avec encoche basale plus profonde que le sommet de talus..... 60

Figure 28. Exemple d’encoche à Miguasha (Gaspésie) 61

Figure 29. Délimitations géomorphologiques sur les profils côtiers des côtes dunifiées. Schéma de gauche : côte dunifiée végétalisée, schéma de droite : côte dunifiée avec talus d’érosion (peut mesurer plusieurs mètres de hauteur) 62

Figure 30. Délimitations géomorphologiques sur les profils côtiers des côtes à marais maritime 64

Figure 31. Position des limites géomorphologiques dans les côtes à marais maritime avec présence d’un marécage intertidal (haut) et dans les côtes avec uniquement un marécage intertidal (bas) 65

Figure 32. Position des limites géomorphologiques dans les côtes rocheuses. Gauche : versant rocheux. Droite : côte rocheuse sans falaise avec la particularité d’avoir un petit dénivelé 67

Figure 33. Côtes rocheuses sans falaise avec microfalaise rocheuse..... 67

Figure 34. Utilisation du changement de couleur observé sur la roche comme élément d’interprétation pour situer la ligne de rivage 68

Figure 35. A) Côte artificialisée – Structure rigide : protection de blocs, B) Côte artificialisée – Structure rigide verticale, C) Côte artificialisée – Structure rigide combinée, D) Falaise artificialisée sur une partie de sa hauteur 69

Figure 36. Caractérisation des zones portuaires 70

Figure 37. Clé de caractérisation du type de côte lorsqu’il y a présence de remblai 73

Figure 38. Clé de caractérisation des remblais comme type d’artificialité 74

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Caractérisations côtières antérieures du LDGIZC	20
Tableau 2. Images de bases utilisées pour la cartographie des types de côtes	22
Tableau 3. Les onze grands types de côtes de la cartographie	30
Tableau 4. Définition des états possibles de la côte	35
Tableau 5. Catégorie d'artificialité	38
Tableau 6. Regroupement d'artificialité.....	39
Tableau 7. Définition des états possibles de l'artificialité de la côte (ouvrage de protection)	40
Tableau 8. Longueurs des côtes par région et par MRC.....	46
Tableau 9. Longueur et proportion des grands types de côtes par régions.....	47
Tableau 10. État des côtes du Québec maritime	48
Tableau 11. Proportion de côtes artificialisées par région et MRC.....	49

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Métadonnées du fichier de formes des côtes du Québec	54
Annexe 2 : Liste détaillée des images utilisées	54
Annexe 3 : Précisions selon les environnements	55
A. Les côtes basses meubles	56
B. Les côtes à falaises	57
C. Les falaises à terrasse de plage	58
D. Les falaises avec encoche basales	59
E. Les côtes dunifiées	61
F. Les côtes à marais maritime	62
G. Les côtes rocheuses	66
H. Les côtes artificialisées	68
I. Les zones portuaires	69
J. Les remblais	71

1. Introduction

Ce rapport présente le chantier de **Cartographie des types de côtes du Québec maritime** du Projet Résilience côtière mené par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'Université du Québec à Rimouski. Il fait partie intégrante de la série de rapports découlant de ce vaste projet ayant pour objectif le développement d'outils d'adaptation à l'érosion côtière répondant aux besoins des communautés côtières du Québec Maritime (voir la page web du projet : <https://ldgizc.uqar.ca/Web/projets/projet-resilience-cotiere>).

Précédemment, il existait des cartographies des types de côtes dans certaines régions ou pour certains sites particuliers. Dans le cadre de la Chaire de recherche en géoscience côtière 2008-2012, une caractérisation plus complète du littoral de l'Est du Québec avait été réalisée en se basant sur l'imagerie oblique de 2010 et sur une campagne de terrain exhaustive. Cependant, après plusieurs années, elles n'étaient plus à jour. De plus, aucune ne comprenait autant de détails que celle proposée ici, ni ne s'étendait à inclure l'arrière côte. Ainsi, la nouvelle cartographie proposée dans ce rapport a pour objectif une mise à jour de la position de la côte et de sa caractérisation ainsi que l'optimisation géomatique de la base de données pour faciliter son utilisation pour de multiples usages.

La numérisation des limites géomorphologiques côtières remplit plusieurs objectifs scientifiques en termes de connaissance du territoire, de délimitation des écosystèmes, de calculs d'évolution des côtes, d'évaluation de l'exposition des enjeux côtiers, de l'évaluation de l'évolution des artificialités, de la mise en œuvre de marge de sécurité (zonage) et bien d'autres encore. Cette cartographie permet de connaître les côtes du Québec maritime et donc de répondre tant aux besoins des professionnels en aménagement du territoire côtier qu'à ceux des politiques, des scientifiques, des spécialistes en environnement et des résidents côtiers. Elle a été réalisée de manière la plus complète possible et sert à établir un portrait et à fournir des données de base à haute résolution à ces différents acteurs.

Pour ce chantier, ce sont **les côtes de 24 MRC, 123 municipalités et 10 communautés autochtones** qui ont été **cartographiées**. Il s'agit de 4183,7 km de côtes (figure 1). Il est à noter qu'uniquement les parties habitées de l'île d'Anticosti (MRC de la Minganie) et les villages de la MRC du Golfe-du-Saint-Laurent ont pu être cartographiés.

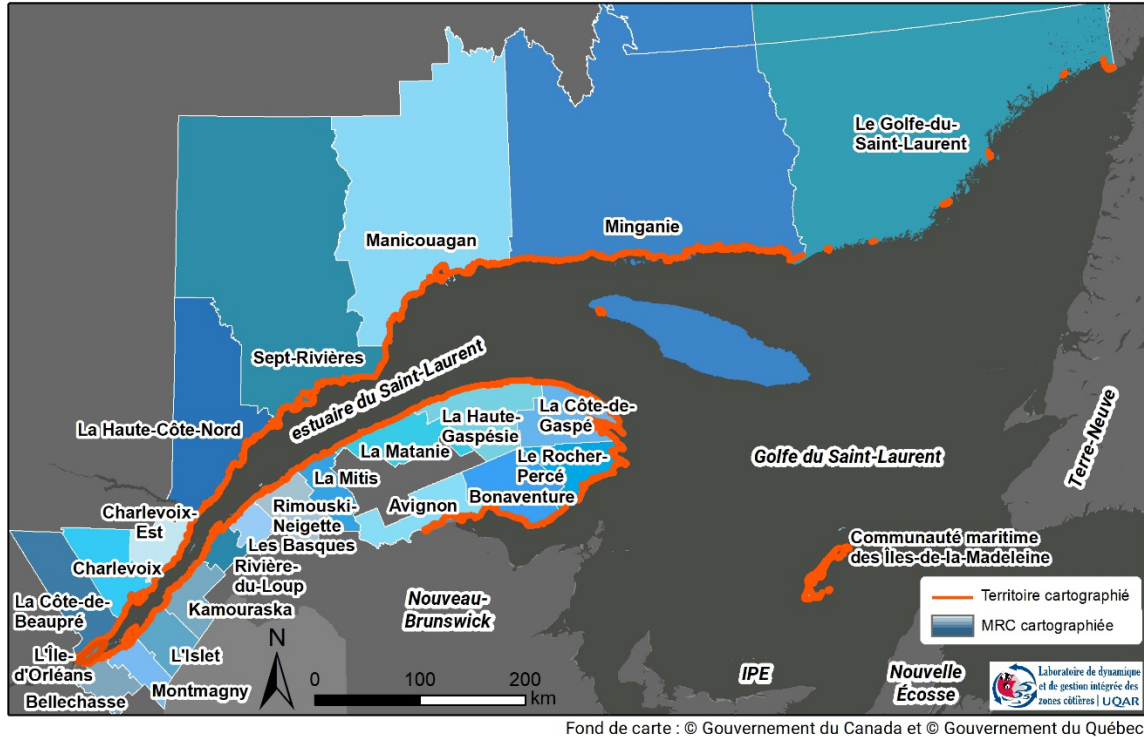


Figure 1. Carte de localisation des MRC et des côtes numérisées et caractérisées

En ce qui concerne la MRC de l'Île-d'Orléans, la cartographie a été réalisée en collaboration avec une équipe de l'Université Laval dans le cadre du projet « Caractérisation des berges de la partie fluviale du Saint-Laurent », également financé par le MELCC (Bernier *et al.*, 2020).

2. Règles de numérisation et de caractérisation

2.1 Méthodologie générale de la numérisation

La numérisation des limites géomorphologiques côtières repose sur un travail de photo-interprétation d'images aériennes dans un Système d'information géographique (SIG) (figure 2). La numérisation se fait en 2D, à une échelle de 1 :600. Au besoin, une plus grande ou plus petite échelle peut être choisie pour bien interpréter certaines zones.



Figure 2. Numérisation et caractérisation de la côte

La numérisation a été effectuée dans le logiciel ArcGIS (version 10.4 à 10.8), dans une classe d'entités (*feature class*) au sein d'une géodatabase fichier (*file geodatabase*). Le système de référence spatiale utilisé pour le projet est le **NAD_1983_Quebec_Lambert**. Pour faciliter la saisie et limiter les erreurs, des menus déroulants reliés à des codes et des domaines de valeur dans la géodatabase ont été utilisés. La description de ces domaines de valeurs se retrouve en annexe 1.

Les segments sont toujours tracés dans la même direction par rapport au plan d'eau, c'est-à-dire que l'eau se retrouve toujours à la droite du segment et ainsi la zone terrestre à la gauche. Ceci permet d'avoir une bonne continuité entre les segments, en plus de faciliter la création future de zone tampon (*buffer*) du côté terre ou mer de la côte.

Chaque segment se termine lorsqu'un changement est observé dans les caractéristiques de la côte, soit un changement de son type de côte, de son état ou soit par la présence ou l'absence d'une artificialité ou d'un changement de son état. Pour des raisons de gestion, les segments sont également coupés lorsqu'ils croisent une limite municipale. Le segment suivant débute à la fin du segment précédent et, pour des fins de conformité topologiques, doit être « connecté » (*snapping*) sur ce dernier.

Les segments numérisés ont un minimum de 5 m. Lorsqu'une particularité est présente sur un segment plus court, celle-ci sera notée en commentaire lorsque nécessaire.

2.2 Différentes lignes numérisées

La numérisation des limites géomorphologiques a été produite sur une zone s'étalant de la limite entre la mer et la terre, jusqu'à 200 m à l'intérieur des terres. Lorsque présentes, voici les principales lignes qui sont tracées :

- La ligne de rivage
- Le sommet de la microfalaise ou de la falaise
- Le sommet de l'ouvrage de protection côtière
- La base d'un talus en arrière côte (talus de 5 m et plus)
- Le sommet d'un talus en arrière côte (talus de 5 m et plus)
- Le front de schorre supérieur (si microfalaise nette)
- Le fond du marais
- La base et le sommet des ouvrages de protection côtière situés en arrière côte

La personne spécialiste détermine l'élément d'interprétation qui sera suivi pour positionner les différentes limites géomorphologiques. Pour ce faire, elle peut être guidée par les éléments visibles sur l'imagerie aérienne, mais également par l'interprétation de données lidar (relief ombré, isolignes topographiques, extraction du niveau des pleines mers supérieures de grandes marées (PMSGM) ou modèle de pente), par l'interprétation d'images obliques héliportées, par des photos de terrain, par la littérature scientifique et/ou par les connaissances internes du LDGIZC. Selon l'élément d'interprétation choisi et le type d'environnement, certaines règles existent pour positionner le segment sur l'image. Ces règles sont présentées dans leurs grandes lignes ci-dessous. Pour les détails et les spécificités selon les différents environnements, se référer à l'annexe 3 (page 57). Les limites géomorphologiques utilisées pour délimiter et caractériser la zone côtière varient en fonction du type de côte. En effet, la topographie, le substrat en place, la couverture de la végétation présente de même que son exposition aux processus hydrodynamiques influencent aussi la position des limites côtières.

La caractérisation côtière étant produite sur une image 2D, cela positionne parfois deux limites géomorphologiques différentes exactement au même endroit. Ces dernières sont donc numérisées à la même place, par un seul segment. Dans ces situations, lorsque la ligne de rivage se confond sur l'imagerie aérienne avec le sommet du talus, de la microfalaise ou de l'artificialité, une seule ligne peut être numérisée (figure 3), alors le suffixe « [...] ET ligne de rivage » est ajouté à la valeur saisie dans le du champ « limite géomorphologique » (*LimGeom*) (annexe 1). Cette même ligne peut alors servir pour plusieurs utilisations ou requêtes géomatiques.



Figure 3. Exemple de situation où deux limites géomorphologiques distinctes sont numérisées par une seule ligne dans le SIG

2.2.1 Au contact de l'eau et en arrière côte

Les limites géomorphologiques tracées se trouvent dans trois ensembles hydrographiques selon leur positionnement dans l'environnement : côtier, estuarien, arrière-côte. Il est possible de distinguer les lignes géomorphologiques selon leur localisation le long d'un profil côtier selon qu'elles sont influencées par les processus associés au plan d'eau (**côtier** ou **estuarien**) ou situées en **arrière côte** (figure 4 et figure 5). Cela est indiqué dans le champ **ensemble hydrographique** (*Ens_Hydro*).

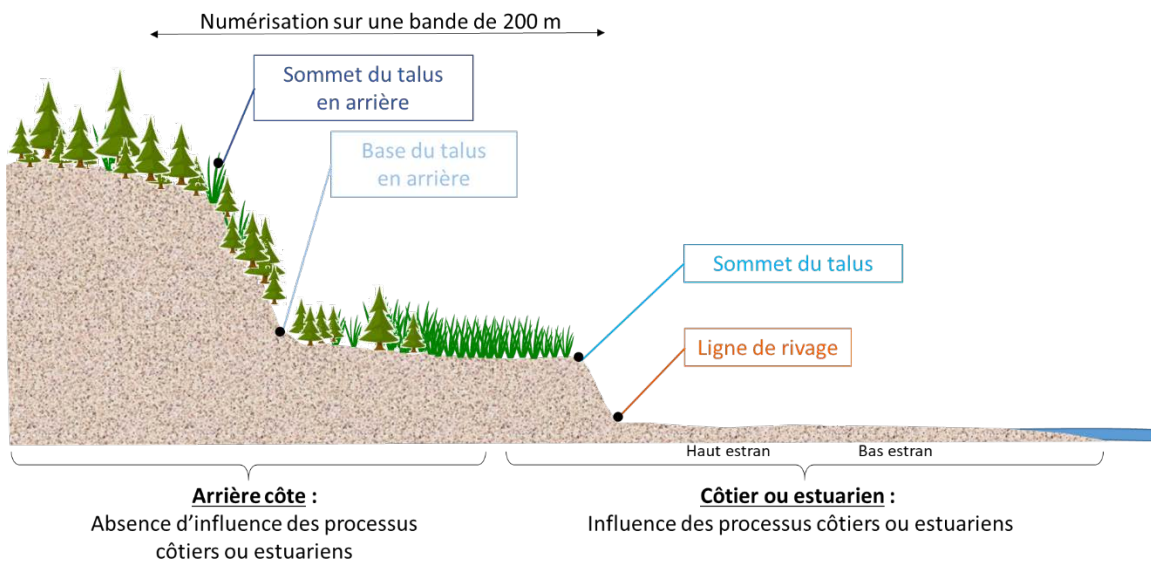


Figure 4. Profil type d'une côte avec le positionnement de quelques lignes géomorphologiques numérisées dans la bande côtière de 200 m. Distinction entre les lignes du domaine côtier/estuarien et du domaine de l'arrière côte



Figure 5. Ensemble hydrographique : côtier, estuarien et arrière-côte

En arrière côte, les sommets et les bases des falaises de plus de 5 m sont numérisés jusqu'à une distance approximative de 200 m de la côte. Ces traits sont importants pour différents usages relatifs à nos partenaires en lien principalement à la gestion des mouvements de masse ou à l'établissement de marge de sécurité en érosion côtière. De plus, certaines analyses subséquentes nécessitent la numérisation de ces obstacles dans le relief afin d'évaluer par exemple la distance de migration potentielle de certains écosystèmes, tels que les marais.

2.2.2 Différentes lignes pour différentes utilisations

Étant donné que plusieurs lignes peuvent être tracées pour une même portion de côte (base et sommet d'un talus par exemple), il est important de noter qu'une seule ligne doit être utilisée pour effectuer les analyses statistiques. Cette ligne est identifiée par l'attribut **Ligne statistique** (*Ligne_Stat* = oui) et est associée le plus souvent à la ligne de rivage ou dans certaines exceptions, aux fonds de marais.

La ligne de rivage est une limite géomorphologique qui correspond à la limite de la végétation herbacée dense, à la base d'un ouvrage de protection rigide ou à la base d'une falaise. Elle correspond approximativement à la limite des pleines mers supérieures de grandes marées (PMSGM). Dans le cas des marais maritimes, la ligne de rivage correspond à la limite entre le

schorre supérieur et inférieur, soit approximativement au niveau des pleines mers supérieures de marées moyennes (PMSMM).

L'**élément d'interprétation** (champ *Elem_inter*) utilisé pour identifier les limites géomorphologiques peut s'avérer déterminant lors de l'interprétation ou de l'utilisation des résultats de la caractérisation. Cet attribut indique alors quel élément a été utilisé et interprété pour positionner la ligne à cet endroit précis (*i.e.* changement de végétation, sommet de talus...).

Dans le même ordre d'idée que pour les analyses statistiques, il importe de déterminer un seul niveau de ligne pour analyser l'évolution future de la côte. Cette ligne est identifiée grâce au champ traitant de la **Ligne d'évolution** (*Ligne_Evol* = oui).

2.2.3 Les différentes lignes du domaine côtier et estuarien

Lorsqu'il importe de positionner la **limite entre la zone terrestre et le domaine marin**, il est possible d'utiliser la **ligne de rivage**. Cependant, dans certains contextes, les **sommets de talus côtiers, de microfalaise ou d'artificialités côtières** doivent aussi être positionnés (figure 6). D'autres situations sont illustrées en annexe 3. Consultez les métadonnées à l'annexe 1 pour les détails.

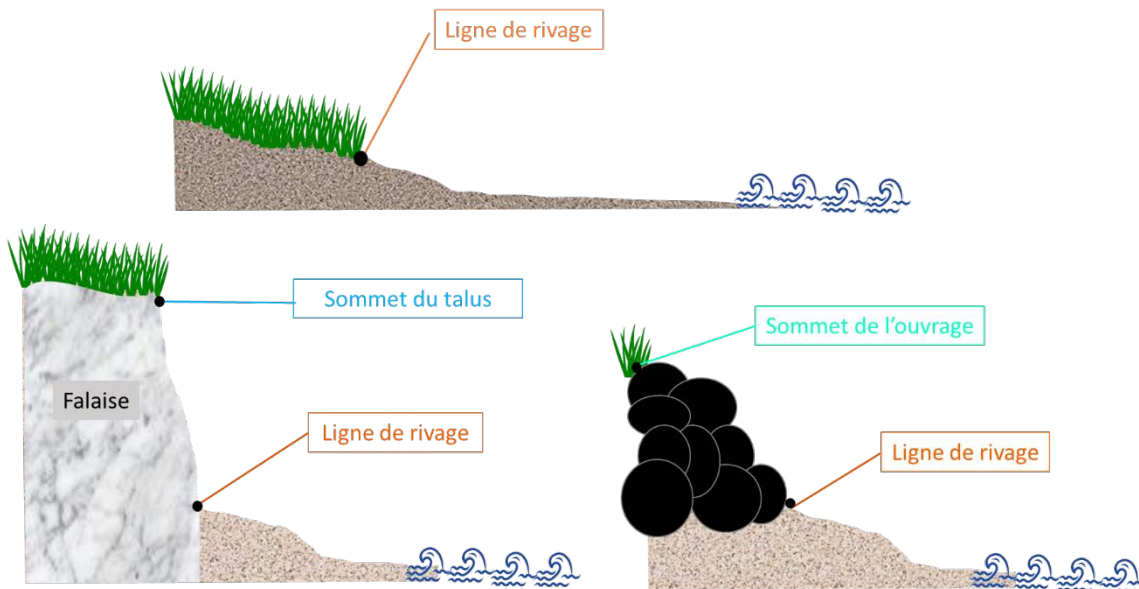


Figure 6. Exemples types des limites tracées au niveau de la côte pour une côte basse, une falaise et une côte artificialisée

Le **trait de côte** est la limite géomorphologique qui marque la fin de la zone d'influence des processus côtiers, la limite entre la côte et l'arrière côte. Dans les falaises le trait de côte se situe au sommet. Dans les marais maritimes, il s'agit de l'arrière du schorre supérieur, soit lorsque la

végétation devient terrestre. Dans les basses falaises ou les côtes sans falaises, cette limite est difficilement identifiable, car aucun marqueur n'y est situé (aucun dénivelé, changement drastique de végétation). Il est important de noter qu'aucune des lignes numérisées pour ce projet n'est indiquée comme étant le trait de côte (figure 6), car par définition il faut connaître l'impact des tempêtes à ces endroits. Selon la hauteur des ouvrages de protection côtière ou de celle des talus, leur sommet peut être ou ne pas être un trait de côte. Comme ces données n'existent pas à ce jour, tous les sommets sont alors numérisés de la même manière et ne sont donc pas considérés comme des traits de côte. Au besoin, une analyse subséquente, produite à une échelle locale, pourra déterminer si le sommet de l'ouvrage ou du talus est associé au trait de côte ou si celui-ci se retrouve plus loin vers les terres.

2.3 Méthodologie générale de la caractérisation

La caractérisation de la côte se fait par photo-interprétation, principalement à partir des images obliques du LDGIZC prises en septembre 2017. Pour les Îles-de-la-Madeleine, ce sont des images prises en décembre 2018 qui ont été utilisées, ainsi que des images prises en septembre 2019 pour le Golfe-du-Saint-Laurent.

Lorsque la caractérisation est complexe à établir par l'interprétation seule de ces images, l'analyse est bonifiée avec :

- des documents de caractérisations antérieures du LDGIZC;
- des photos prises sur le terrain, notamment celles des campagnes du suivi de l'érosion 2017 à 2020 du Réseau de suivi de l'érosion côtière du Québec maritime;
- des données lidar (relief ombré, isolignes topographiques, extraction du niveau des PMSGM ou modèle de pente);
- des images aériennes antérieures (selon leur disponibilité au sein du LDGIZC);

Pour un segment donné, 46 champs de la table attributaire sont remplis, manuellement ou automatiquement (voir l'annexe 1). Voici les principaux champs :

- le type de côte
- le type de côte principal
- le type de côte secondaire
- le complément au type de côte s'il y a lieu
- la présence ou l'absence d'artificialité
- le type d'artificialité si présent
- l'état de l'artificialité le cas échéant

Les interprètes sont des spécialistes des zones côtières et suivent des définitions détaillées pour chaque élément (voir annexe 1). Un comité interne permet de régler les situations les plus complexes.

Il faut mentionner qu'une différence peut parfois être observée entre la position du segment observé sur l'image aérienne et ce qui est visible sur l'image oblique. Dans ces situations, la position du segment relate celle de la côte lors de la prise de vue de l'image aérienne verticale alors que la caractérisation est relative à ce qui est observé sur les images obliques héliportées ou aux compléments d'information utilisés en cas d'incertitude.

2.4 Données utilisées pour la numérisation et la caractérisation

Une multitude de données ont été utilisées comme intrant pour la numérisation et la caractérisation des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent.

2.4.1 Caractérisations côtières antérieures du LDGIZC

La caractérisation des côtes réalisée pour le Projet Résilience côtière s'inscrit dans la suite des travaux antérieurs réalisés par le LDGIZC. La présente est la plus complète en termes de quantité d'informations saisies, de nombre de lignes numérisées et d'étendue du territoire. Le tableau 1 présente les caractérisations antérieures utilisées comme références.

Tableau 1. Caractérisations côtières antérieures du LDGIZC

Projets ayant réalisé la caractérisation	Commentaires relatifs à la caractérisation utilisée
Côte-Nord – Bas-Saint-Laurent – Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine	
Caractérisation côtière de l'Est du Québec Données internes LDGIZC, 2014 Mandat du MSP	Caractérisation basée sur : - relevés terrain de 2008-2009 - images obliques 2010 - validations terrain localement en 2014. Numérisation d'une seule limite côtière (ligne de rivage ou sommet de talus ou d'ouvrage selon les situations) sur les images les plus récentes disponibles
Caractérisation côtière de l'Est du Québec Drejza <i>et al.</i> , 2014 Mandat du MTQ	Caractérisation basée sur : - images obliques de septembre 2010 - photos terrain - connaissances internes au LDGIZC Numérisation d'une seule limite côtière sur les images les plus récentes disponibles
MRC du Golfe-du-Saint-Laurent (Côte-Nord)	
Aucune caractérisation antérieure du LDGIZC disponible	Localement, quelques validations terrain effectuées pour certains secteurs par le personnel ou les étudiants du LDGIZC

Projets ayant réalisé la caractérisation	Commentaires relatifs à la caractérisation utilisée
MRC d'Avignon, de Bonaventure et Communauté maritime des Îles-de-la-Madeleine (Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine)	
Caractérisation en vue de marges de sécurité en érosion côtière Bernatchez <i>et al.</i> , 2012 a, b et Fraser <i>et al.</i> , 2012 Mandat du MSP	Caractérisation basée sur : - relevés terrain de 2008 - imagerie oblique 2010 - validations terrain Numérisation d'une seule limite côtière sur les images de 2007 et 2008
MRC de L'Islet (Chaudière-Appalaches)	
Caractérisation côtière générale Données internes LDGIZC, 2005 (anciennement diffusées via l'Atlas du Bas-Saint-Laurent)	Caractérisation basée sur : - interprétation d'orthophotographies de 2001 (résolution de 1 m, noir et blanc)
MRC de Bellechasse (Chaudière-Appalaches) MRC de la Côte-de-Beaupré et de l'Île-d'Orléans (Capitale-Nationale)	
Caractérisation côtière Quintin <i>et al.</i> , 2016 Mandat de la Table de concertation régionale, zone de Québec	Caractérisation basée sur : - interprétation d'images aériennes - interprétation d'images obliques 2005-2015 (sporadiques, de Canards Illimités) - validations terrain Numérisation d'une seule limite côtière sur les images de 2011 et 2013
MRC de Charlevoix et de Charlevoix-Est (Capitale-Nationale)	
Aucune caractérisation antérieure du LDGIZC disponible.	

2.4.2 Images aériennes

La numérisation a été effectuée sur des images aériennes, à haute résolution (habituellement avec des pixels de 30 cm), orthorectifiées et récentes. L'année et la source de l'image sont inscrites pour chaque segment dans la table attributaire.

Il est important de savoir que parfois, de nouvelles images sont devenues disponibles au cours du projet, si le travail avait déjà été fait, il n'a pas été possible de le refaire, il se pourrait donc que nous n'ayons pas utilisé les dernières images disponibles et que ce ne soit pas les mêmes images pour d'autres chantiers.

Une synthèse est présentée dans le tableau 2, le détail se trouve à l'annexe 2.

Tableau 2. Images de bases utilisées pour la cartographie des types de côtes

Région	MRC (code)	MRC (nom)	Date de l'image (Source*)
Capitale-Nationale	IDO	Île d'Orléans	2018 (CMQ)
	BPR	Côte de Beaupré	2018 (MPO) et 2018 (MPO)
	CHA	Charlevoix	2018 (MPO)
	CHE	Charlevoix-Est	2016-2018 (MPO)
Chaudière-Appalaches	BEL	Bellechasse	2015 (Gouvernement du Québec)
	MON	Montmagny	2018 (MPO)
	ISL	L'Islet	2018 (MPO)
Bas-Saint-Laurent	KAM	Kamouraska	2018 (MPO)
	RDL	Rivière-du-Loup	2015 (MPO)
	BAS	Les Basques	2015 (MPO)
	RIM	Rimouski-Neigette	2015 (MPO)
	MIT	La Mitis	2015 (MPO)
	MAT	La Matanie	2015 (MPO)
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	HGA	La Haute-Gaspésie	2015 (MPO) à l'ouest de Cap-Chat 2016 (Gouvernement du Québec)
	CGA	La Côte-de-Gaspé	2016 (Gouvernement du Québec)
	RPE	Rocher-Percé	2016 (Gouvernement du Québec)
	BON	Bonaventure	2018 (MPO)
	AVI	Avignon	2018 (MPO)
	IDM	Îles-de-la-Madeleine	2019 (MERN)
Côte-Nord	HCN	La Haute-Côte-Nord	2016 (MPO)
	MAN	Manicouagan	2016 (MPO) 2019 (MPO) sur l'île d'Anticosti
	SRI	Sept-Rivières	2017 (images satellites acquises par le Gouvernement du Québec)
	MIN	Minganie	2016 (MPO) et 2017 (images satellites acquises par le Gouvernement du Québec)
	GSL	Golfe-du-Saint-Laurent	2017-2018 (imageries satellites acquises par le LDGIZC)

* source principale, localement des segments manquants dans les images nous ont obligés à utiliser des images plus anciennes. Cette information se retrouve également dans la table attributaire.

2.4.3 Images obliques

Entre le 18 et le 30 septembre 2017, un levé d'images prises par hélicoptère a été réalisé par le LDGIZC (figure 7), couvrant la vaste majorité du territoire étudié :

- sur la rive nord du Saint-Laurent, entre Québec et Natashquan ;
- sur la rive sud du Saint-Laurent, de Beaumont à Ristigouche incluant le pourtour de la péninsule Gaspésienne ;
- l'île d'Orléans, l'île aux Coudres, l'île d'Anticosti et les îles de la Madeleine.

Le levé a été réalisé avec un appareil de marque SONY, modèle ILCE-9. Les images RVB ont une résolution de 350 ppp horizontale et 350 ppp verticale pour des images de 6000 pixels de largeur par 4000 pixels de hauteur. Ces images ont été utilisées pour caractériser la côte, principalement le type de côte, l'état de la côte, l'artificialité et l'état de cette dernière (figure 8).



Figure 7. Levé photographique hélicoptéré 2017, Photo LDGIZC



Figure 8. Exemple d'image oblique de la côte à Saint-Ulric (Bas-Saint-Laurent)

En ce qui concerne la MRC du Golfe-du-Saint-Laurent, le relevé a été effectué en septembre 2019. Pour les Îles-de-la-Madeleine, bien que le relevé de septembre 2017 ait été effectué, un relevé plus récent a été réalisé en décembre 2018, suite à la tempête de novembre 2018. C'est ce dernier qui a été utilisé pour la caractérisation.

Un levé d'images obliques héliportées plus ancien (septembre 2010) a aussi été utilisé en complément dans certains cas où la qualité de l'imagerie plus récente ne permettait pas une bonne interprétation.

2.4.1 Images terrain

Aucune campagne de terrain spécifique n'a été réalisée pour ce projet. Cependant, des données issues d'autres projets du LDGIZC ont pu être utilisées au besoin. Notamment :

- Des photographies prises sur le terrain lors de la campagne de caractérisation côtière (2008-2009)
- Des photographies prises lors des relevés annuels de suivi de l'érosion côtière du Réseau de suivi de l'érosion côtière du Québec maritime (voir méthode dans Bernatchez et Drejza, 2015), telles que présentées à la figure 9.



Figure 9. Exemple de photo terrain prise à Cap-aux-Meules (Îles-de-la-Madeleine) en mai 2020

2.4.2 Données lidar

L'interprétation des modèles numériques d'élévation a également été utilisée pour la numérisation de segments et pour l'interprétation du milieu. L'affichage de ces données se fait sous forme de relief ombré (*hillshade*), d'isoligne, de modèle numérique de pente ou encore via l'extraction de l'isoligne correspondante au niveau de la pleine mer supérieure de grandes marées (PMSGM) de la station de référence marégraphique (secondaire) la plus près de la portion de côte (figure 10). La date de la donnée lidar sera indiquée dans la table attributaire du segment pour lequel elle a été utilisée.

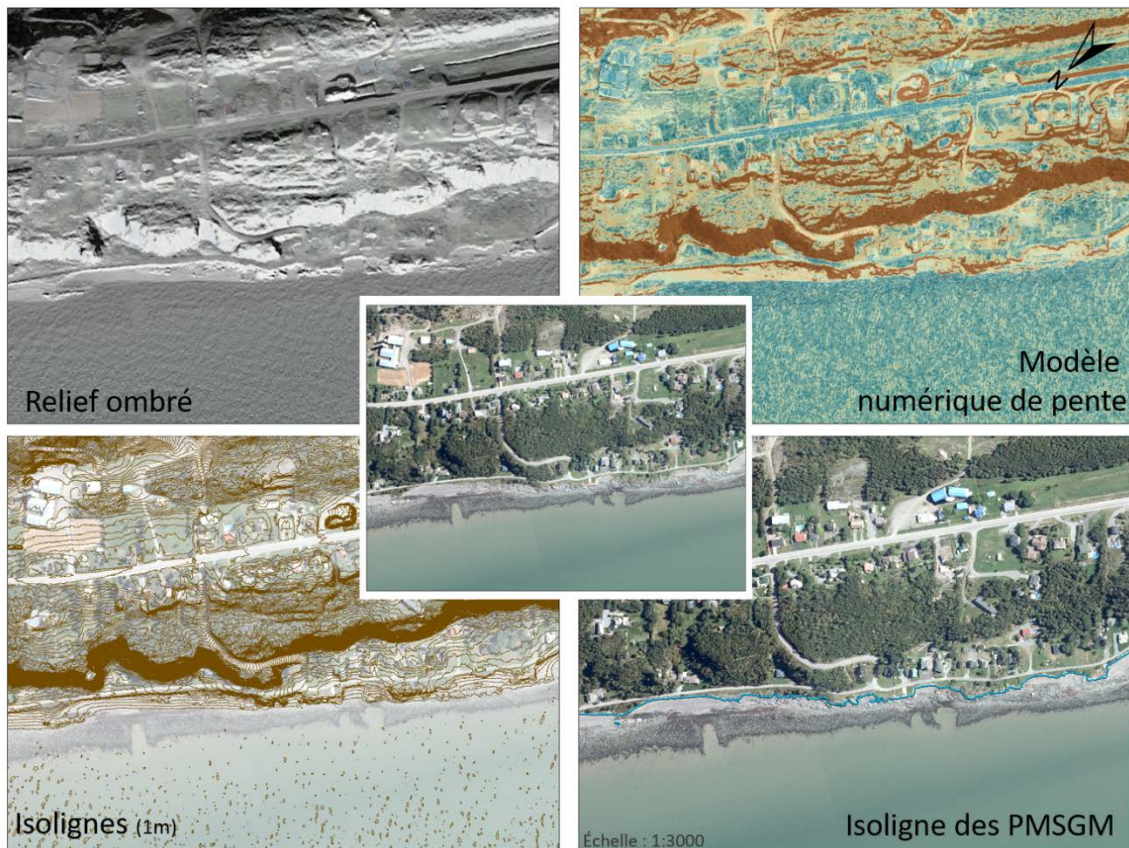


Figure 10. Différents produits du Lidar. Secteur de Cacouna (Bas-Saint-Laurent)

3. Description de la caractérisation

3.1 Type de côte

La caractérisation des types de côtes est effectuée à partir de différentes données numériques déjà mentionnées (section 2.4), soit principalement l'imagerie aérienne et oblique, l'interprétation de différents fichiers lidar et les caractérisations antérieures du LDGIZC. Des connaissances en géomorphologie littorale sont nécessaires pour mener à bien ces travaux de caractérisation côtière. La typologie de la côte est principalement présentée dans 4 champs de la table attributaire :

- Type de côte principal (TCotePrinc)
- Type de côte secondaire (TCoteSec)
- Complément d'information sur le type de côte (TC_Compl)
- Grand type de côte (TypeCote)

3.1.1 Les types de côtes principaux

Le **type de côte principal** (*TCotePrinc*) décrit dans cette cartographie reflète à la fois le substrat d'un segment côtier, le profil côtier attendu et suggère le type de processus hydrodynamique susceptible d'affecter la côte en question. Ainsi, 21 types de côtes principaux sont définis (annexe 1, feuille *TCotePrinc*).

La figure suivante présente les correspondances entre les types de côtes principaux (*i.e.* avec un grand niveau de détails) et les grands types de côtes présentés à la section 3.1.4 (page 30).

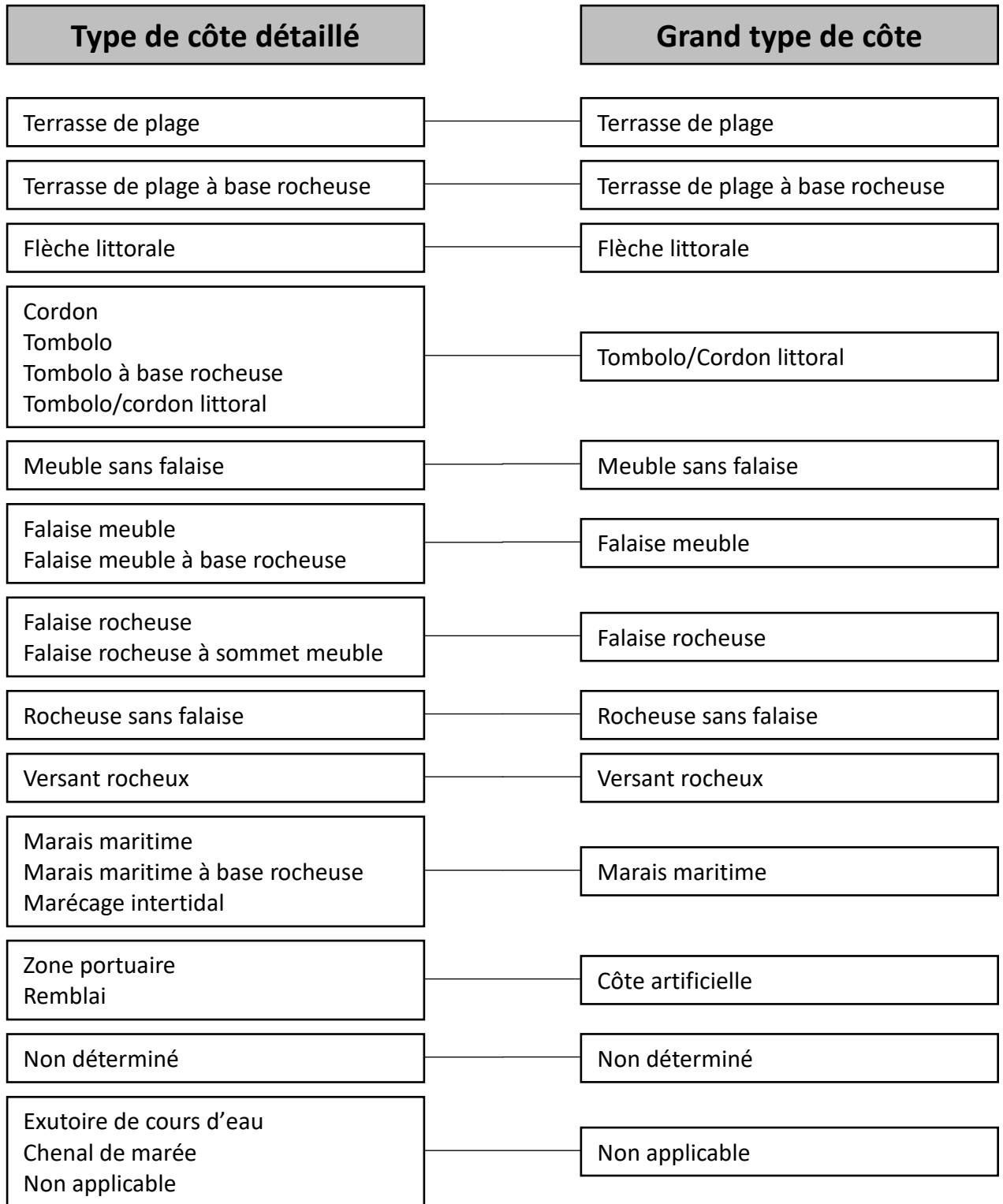


Figure 11. Les types des côtes détaillés et leur correspondance avec les grands types de côtes

3.1.2 Les types de côtes secondaires

Un deuxième type de côte peut être présent devant le type de côte principal et peut aussi influencer sa dynamique. Dans ce cas, il est présenté en **type de côte secondaire (TCoteSec)** et peut être un marécage intertidal, un marais maritime, un marais maritime à base rocheuse, une terrasse de plage ou une terrasse de plage à base rocheuse. Pour les terrasses de plage, si la bande d'accumulation de terrasse de plage est étroite (<5 m), ce sera un type de côte secondaire (figure 12) ; si elle est plus large alors ce sera le type de côte principal et la falaise sera considérée comme étant en arrière côte. Pour les marais maritimes, si la bande de schorre supérieur est de 5 m ou moins alors ce sera considéré comme un type de côte secondaire. La largeur du schorre inférieur n'est pas prise en considération. Il est aussi possible qu'une plage soit présente entre une terrasse de plage et un marais. Dans ces situations, le marais est indiqué en type de côte secondaire, quelle que soit la largeur de son schorre supérieur ou inférieur (figure 13).



Figure 12. Falaise meuble à terrasse de plage – Carleton-sur-Mer



Figure 13. Terrasse de plage à marais maritime (Notre-Dame-du-Portage)

3.1.3 Complément d'information sur le type de côte

Pour plusieurs secteurs, il importe d'ajouter une ou des précision(s) quant à l'environnement du segment caractérisé (que le type de côte principal soit complété ou non par un type de côte secondaire). Ces compléments d'information sont indiqués dans le champ du **complément d'information sur le type de côte** (*TC_Compl*). L'information qu'on y retrouve varie et peut être liée à la présence d'éléments spécifiques, à la position du trait ou à des éléments présents derrière le trait.

Ces compléments d'information peuvent être :

- Que le segment se situe dans une zone portuaire;
- Qu'il y a la présence de remblai ou bien la présence de remblai en sommet de talus (figure 14);
- Que le segment soit situé dans une lagune;
- Que le segment soit dunifié (figure 15);
- Qu'il y a présence d'un exutoire de cours d'eau (de moins de 5 m);
- Que l'on se situe sur une flèche littorale ou sur un cordon littoral, mais du côté intérieur, ou sur un îlot;
- Qu'il y a la présence de marais, d'un chenal de marée ou de plage derrière le marais.



Figure 14. Côte à falaise rocheuse avec du remblai en sommet de talus (Gaspé)







Figure 15. Côte à terrasse de plage dunifiée



3.1.4 Les grands types de côtes




Le champ « **Type de côte** » présente les onze **grands types de côtes**, regroupées en fonction des similitudes de leurs caractéristiques géomorphologiques ou de leur réponse aux processus d'érosion et d'accumulation. Les grands types de côtes sont présentés dans le tableau 3 avec leur définition et une photographie hélicoptérée oblique. Toutes les définitions et les notes méthodologiques sont disponibles dans le tableau de métadonnées de l'annexe 1.


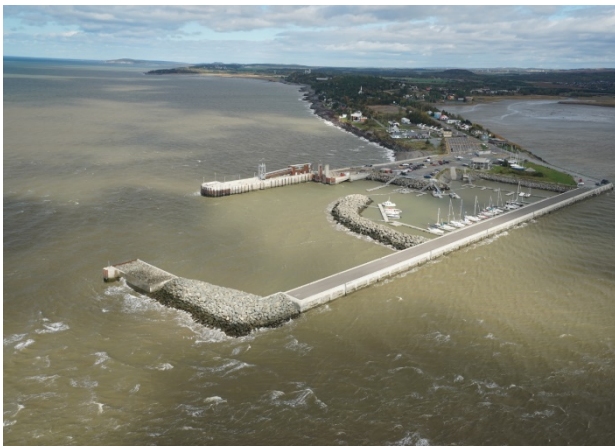
Tableau 3. Les onze grands types de côtes de la cartographie

Type de côte Définition	Image hélicoptérée oblique de septembre 2017
<p>Côte dunaire Une côte dunaire se forme au fil du temps par l'action des processus éoliens, aux endroits où d'importantes quantités de sable sont disponibles. Elle peut être végétalisée. L'érosion d'une côte dunaire forme une falaise sableuse. L'activité éolienne entraîne parfois la formation de dunes à la surface d'autres types de côtes sableuses, dont on dit alors qu'elles sont dunifiées.</p>	 <p>Embouchure de la rivière Natashquan (Côte-Nord)</p>

<p>Type de côte Définition</p>	<p>Image hélicoptérée oblique de septembre 2017</p>
<p>Terrasse de plage Les terrasses de plage sont des zones d'accumulation de sable, de gravier ou de galets formant une surface plane. Certaines ont été mises en place par les vagues et les courants côtiers lors de la dernière période post-glaciaire, d'autres durant les périodes récente et actuelle. Le replat, très rarement submergé par les marées, est généralement végétalisé et peut être affecté par l'activité éolienne. Sa partie frontale peut être bordée par un talus d'érosion de moins de 1,5 m de hauteur (microfalaise). La terrasse de plage peut être suivie, à l'arrière-plage ou à l'arrière-côte, d'une falaise morte, ou encore d'une surface plane ou légèrement pentue.</p>	 <p>Saint-Ulric (Bas-Saint-Laurent)</p>
<p>Terrasse de plage à base rocheuse Les terrasses de plage à base rocheuse résultent du même processus de formation que les terrasses de plage et présentent les mêmes caractéristiques, mais reposent sur un affleurement rocheux présent à l'endroit de la ligne de rivage.</p>	 <p>Rivière-Ouelle (Bas-Saint-Laurent)</p>
<p>Flèche littorale Une flèche littorale est une accumulation de sable, de gravier ou de galets attachée à la côte à une extrémité, qui s'étire généralement parallèlement à la côte sous l'action des vagues. L'extrémité est libre et se termine souvent en forme de crochet. La partie sommitale de la flèche peut parfois être dunifiée et la végétation peut s'y développer.</p>	 <p>Gaspé (secteur Haldimand)</p>

<p>Type de côte Définition</p>	<p>Image hélicoptérée oblique de septembre 2017</p>
<p>Tombolo/Cordon littoral</p> <p>Les tombolos et cordons littoraux sont des accumulations basses de sable, de gravier et de galets formées par l'action des vagues. Les tombolos se forment quand la convergence des dérivés littorales associées à la réfraction des vagues favorise l'accumulation de sédiments en direction de la mer, jusqu'à relier la côte à un îlot. Les cordons littoraux se forment lorsque les vagues sont transversales et parallèles à la côte. On observe parfois une combinaison des deux processus. Ces formations peu élevées et végétalisées peuvent s'attacher à la côte aux deux extrémités et former des lagunes. Certains cordons littoraux ne s'attachent pas à la côte. Les tombolos et cordons littoraux peuvent aussi être dunifiés, comme aux Îles-de-la-Madeleine.</p>	 <p>Étang à Procul-Bourgeois (Îles-de-la-Madeleine)</p>
<p>Côte meuble sans falaise</p> <p>Les côtes meubles sans falaise sont des côtes basses (< 1,5 m) constituées de dépôts meubles d'origines diverses, notamment ceux associés aux processus gravitaires (dépôts de glissement de terrain, talus d'éboulis, etc.) ou ceux d'origine glaciaire, fluvio-glaciaire, alluviale, estuarienne ou marine.</p> <p><i>Sur la photo ci-contre, il s'agit de dépôts de glissement de terrain.</i></p>	 <p>Tadoussac (Côte-Nord)</p>
<p>Falaise meuble</p> <p>Une falaise meuble est un abrupt littoral formé par l'érosion de dépôts non consolidés (argile, limon, sable, gravier, galet, bloc). La façade évolue en réaction aux effets des processus hydrodynamiques, hydrogéologiques, gravitaires et de météorisation. Ces escarpements présentent une hauteur minimale de 1,5 m.</p>	 <p>Rivière-Saint-Jean (Minganie)</p>

<p>Type de côte Définition</p>	<p>Image hélicoptérée oblique de septembre 2017</p>
<p>Falaise rocheuse Une falaise rocheuse est un abrupt littoral de roche consolidée. Elle peut être composée de roches sédimentaires, métamorphiques ou ignées. La façade évolue suite aux effets des processus hydrodynamiques, hydrogéologiques, gravitaires et de météorisation. Ces escarpements présentent une hauteur minimale de 1,5 m.</p>	 <p>Gaspé (Secteur Forillon/cap Bon Ami)</p>
<p>Côte rocheuse sans falaise La côte rocheuse sans falaise présente une pente douce ou un escarpement peu élevé (< 1,5 m). Elle peut être composée de roches sédimentaires, métamorphiques ou ignées. L'escarpement peut être façonné principalement par les processus d'érosion hydrodynamiques, de météorisation ou glaciels.</p>	 <p>Notre-Dame-du-Portage (Bas-Saint-Laurent)</p>
<p>Versant rocheux Le versant rocheux est un type de côte dont le relief pentu, sans être vertical, s'incline vers la mer. Ce relief continental d'origine géodynamique est peu affecté par les processus hydrodynamiques côtiers, sinon à sa base. Les versants peuvent être ou non recouverts de végétation. Ils sont relativement stables à long terme.</p>	 <p>Saint-Simon-de-Rimouski (Bas-Saint-Laurent)</p>

<p>Type de côte Définition</p>	<p>Image hélicoptérée oblique de septembre 2017</p>
<p>Marais maritime Les marais maritimes sont des zones d'accumulation de sédiments fins en milieu intertidal, colonisées par de la végétation herbacée adaptée à la salinité de l'eau (halophyte) et au battement des marées. Les marais maritimes présentent généralement de grands replats répartis en trois zones principales, de la mer vers la terre : la slikke, le schorre inférieur et le schorre supérieur.</p>	 <p>Saint-Roch-des-Aulnaies (Chaudière-Appalaches)</p>
<p>Côte artificielle La côte est dite artificielle lorsqu'il n'est plus possible de distinguer le type de côte qui était présent avant les modifications anthropiques. Les côtes à remblai et les zones portuaires sont indiquées comme des côtes artificielles.</p>	 <p>Rivière-du-Loup (Bas-Saint-Laurent)</p>

* Dans les régions cartographiées pour ce projet, il n'y a pas de côte qui est caractérisée comme une côte dunaire. Cependant on en retrouve dans d'autres endroits (Basse-Côte-Nord par exemple) ou en arrière côte (à Aguanish par exemple). De plus, certaines côtes affectées par le vent peuvent être dunifiées en partie.

3.2 État de la côte

L'état de la côte est défini en fonction du recouvrement végétal et des signes de processus d'érosion observés (tableau 4). Il est important de noter que des côtes peuvent être en accumulation sur le long terme (on parle aussi de progradation), mais sans que cela ne soit identifiable sur les images obliques. Elles sont alors souvent considérées comme stables ou végétalisées.

Tableau 4. Définition des états possibles de la côte

État de la côte	Définition
Accumulation	Segment où l'interprétation de données antérieures permet d'affirmer que la position de la côte progresse vers la mer.
Stable ou végétalisée	Côte où le recouvrement végétal est supérieur à 75 % et/ou peu ou aucun signe de processus d'érosion n'est observé ou qui est artificialisée.
Semi-végétalisé	Talus vif ou dont le recouvrement végétal se situe entre 25 et 75 % et/ou les signes de processus d'érosion ne sont observés que partiellement.
Active ou vive	Talus vif dont le recouvrement végétal est inférieur à 25 % et/ou processus d'érosion observés
Non déterminé	Segment où il est impossible de déterminer l'état de la côte à partir des données disponibles.

En ce qui concerne les côtes à falaises, les signes d'érosions et le recouvrement végétal présents dans le talus sont les indicateurs de l'état de la côte (figure 16).

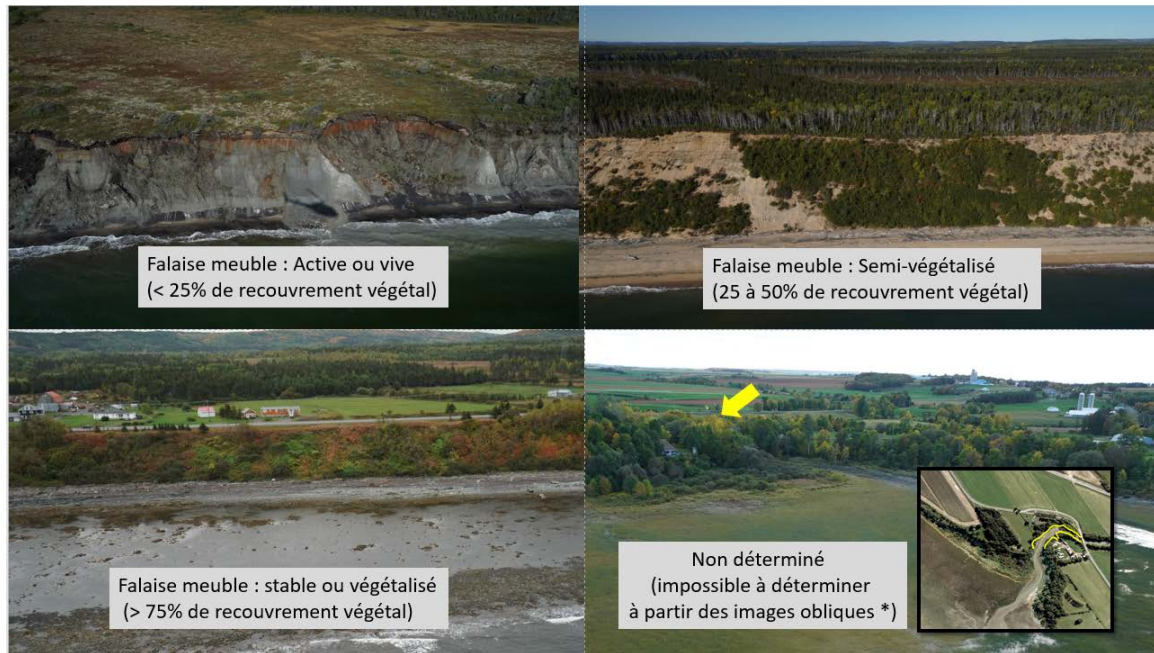


Figure 16. État de la côte dans les falaises

Pour les côtes basses comme les terrasses de plage ou les flèches littorales par exemple, l'état de la côte s'appuie sur la présence ou l'absence de microfalaise à la limite de la végétation dense (figure 17).



Figure 17. État de la côte sur une terrasse de plage - Les Méchins

Pour les côtes rocheuses vives, si la roche est peu propice au recul par sa lithologie, la côte sera considérée comme stable même si la falaise est dénudée (figure 18).



Figure 18. Falaise rocheuse non végétalisée, dont la roche est peu friable par sa lithologie, considérée stable (Côte-Nord)

Lorsqu'une côte présente un ouvrage de protection, elle est considérée comme stable ou végétalisée, tant que cet ouvrage limite les processus d'érosion. Cependant, dans le cas contraire, si l'ouvrage ne joue pas son rôle de protection adéquatement et que des processus d'érosion sont tout de même présents sur la côte, la côte peut alors être caractérisée comme semi-végétalisée (figure 19), voire même active si l'ouvrage de protection n'est plus du tout efficace.



Figure 19. Côte semi-végétalisée malgré la présence d'un enrochement (Carleton-sur-Mer, sept. 2010)

3.3 Artificialité de la côte

3.3.1 Présence d'artificialité

Une distinction est faite entre les segments de côte artificialisés et ceux qui sont naturels. L'information est saisie dans le champ de **présence d'artificialité (Artif)** (présence ou absence - voir annexe 1, métadonnées). Dans le cas où la présence d'artificialité est notée, le type d'artificialité sera précisé de même que son état. La pertinence du champ de présence d'artificialité repose sur le besoin de connaître la proportion de côtes modifiées par l'Homme, d'inclure ou d'exclure ces segments de côtes de certaines analyses ou encore de faire des études spécifiquement sur ces segments artificialisés.

3.3.2 Type d'artificialité principal et secondaire

La caractérisation à l'aide de l'imagerie oblique permet de décrire le type d'artificialité présent sur la côte et d'apporter une certaine précision en spécifiant sommairement les matériaux utilisés (*i.e.* murs de bois, de pierres, de métal, etc.) ou en indiquant les combinaisons d'ouvrages présents. La base de données contient 35 différents types d'artificialité, hormis le type d'artificialité « autre » qui est spécifié dans le champ de **commentaire** et les artificialités « non déterminés ».

Dans le cas de la présence d'ouvrages combinés, le type d'ouvrage considéré comme dominant sera mentionné comme **type d'artificialité principal**. La dominance est accordée à l'ouvrage qui semble le plus important quant à la protection côtière. Le deuxième ouvrage est nommé en **type d'artificialité secondaire**. Cette distinction est laissée au jugement des photointerprètes. Néanmoins, lorsque l'importance des ouvrages présents est jugée équivalente, ceux-ci sont nommés de la mer (type d'artificialité principal) vers la terre (type d'artificialité secondaire). Lorsqu'un segment présente plus de deux ouvrages, ceux-ci peuvent être nommés dans le champ de **commentaire**. Ce champ peut également présenter certaines particularités de l'ouvrage jugées pertinentes.

3.3.3 Regroupement d'artificialité et catégorie d'artificialité

Les types d'artificialité sont regroupés, en fonction du type d'artificialité principal, dans les champs de la **catégorie de l'artificialité** (*CategArtif*) et du **regroupement d'artificialité** (*GroupArtif*).

La **catégorie d'artificialité** permet de distinguer les artificialités qui ont comme objectif premier de protéger la côte des processus d'érosion ou de la submersion, c'est-à-dire les « ouvrages de protection côtière » (OPC), des artificialités présentes sur la côte dans un but de satisfaire les besoins de développement humain, c'est-à-dire les « infrastructures ». Ces deux catégories sont sous-divisées pour différencier les **OPC** de type « structure rigide » et les **OPC** de type « techniques douces » de même que les **infrastructures** dites « côtières » et « portuaires » (tableau 5). Cette classification permet de faciliter différentes analyses pour des fins de recherche, mais également pour des fins de gestion des zones côtières.

Tableau 5. Catégorie d'artificialité

Catégorie d'artificialité	Artificialités possibles
Ouvrage de protection - Structure rigide	Aboiteau, Blocs déversés, Brise-lame, Caissons, Digue, Unité de béton préfabriqué, Rip-Rap, Enrochement, Épis de bois, Épis rocheux, Gabion, Mur de béton, Mur de blocs de béton, Mur de bois, Mur de métal, Mur de pierres, Mur de pneus
Ouvrage de protection - Technique douce	Végétalisation, Remblai (OPC), Capteurs de sable, Écran organique, Recharge sédimentaire
Infrastructure côtière	Accès à la plage, Barrage, Émissaire, Escalier, Fondation de bâtiment, Pilier de pont en béton, Piliers de pont, Ponceau, Rampe de mise à l'eau, Remblai
Infrastructure portuaire	Quai, Jetée rocheuse, Brise-lame attaché
Non déterminé	Non déterminé

Le **regroupement d'artificialité** illustre **10 catégories**, basées sur leurs propriétés structurelles semblables (tableau 6). Par exemple, les murs qu'ils soient faits de béton, de bois ou de métal sont regroupés sous le terme « murs de protection ». Cela donne un premier portrait général des grands types d'artificialité présents et permet ainsi d'optimiser les analyses produites sur les types d'artificialité en limitant le nombre de valeurs.

Tableau 6. Regroupement d'artificialité

Groupe d'artificialité	Artificialités possibles
Protection de submersion	Digue, Aboiteau
Protection de blocs	Enrochement, Blocs déversés, Unité de béton préfabriqué, Rip-Rap
Mur de protection	Mur de béton, Mur de blocs de béton, Mur de bois, Mur de métal, Mur de pierres, Mur de pneus, Caissons, Gabion
Structure de sédimentation	Épis rocheux, Épis de bois, Brise-lame, Émissaire
Autre	Non déterminé, Accès à la plage, Rampe de mise à l'eau, Fondation de bâtiment, Escalier, Autre
Traverse de cours d'eau	Barrage, Ponceau, Piliers de pont
Technique douce	Écran organique, Végétalisation, Capteurs de sable
Recharge sédimentaire	Recharge sédimentaire, Remblai (OPC)
Ouvrage portuaire	Jetée rocheuse, Quai, Brise-lame attaché
Remblai	Remblai

3.3.4 État de l'artificialité

L'**état de l'artificialité** est établi seulement à partir d'une appréciation visuelle de celles-ci à partir des images obliques récentes (2017 à 2019). L'interprétation porte sur l'apparence de son intégrité et de son efficacité à protéger la côte des processus d'érosion (tableau 7 et figure 20). L'affaissement de bloc, la perte de morceaux d'une structure ou les bris apparents sont les principaux éléments observés pour établir l'état, de même que la proportion approximative (en %) de l'artificialité affectée par ces défaillances. Il faut mentionner que l'état n'est pas un indicateur de la durabilité, de la stabilité, ni de la solidité d'un ouvrage à considérer par les responsables de ces ouvrages. Il ne s'agit pas d'une évaluation précise de l'intégrité de l'ouvrage d'un point de vue de l'ingénierie et elle n'est pas garante de sa stabilité future. Par exemple, un ouvrage de protection considéré comme en bon état pourrait être complètement détruit par une tempête importante.

Tableau 7. Définition des états possibles de l'artificialité de la côte (ouvrage de protection)

État de l'ouvrage de protection	Définition
Bon état (>75 % d'efficacité résiduelle)	Pas de signes apparents d'altération de l'infrastructure.
Partiellement endommagé (50 à 75 % d'efficacité résiduelle)	L'infrastructure est ponctuellement altérée ou affaissée. Visuellement, elle semble conserver 50 à 75 % d'efficacité.
Très endommagé (25 à 50 % d'efficacité résiduelle)	L'infrastructure est très altérée ou affaissée. Visuellement, elle semble altérée sur 50 à 75 % et ne protège plus la côte.
Complètement endommagé (moins de 25 % d'efficacité résiduelle)	L'infrastructure est complètement affaissée. Visuellement, elle est altérée sur plus de 75 % et ne protège plus la côte.

À noter : l'état ne fait pas référence à l'intégrité d'un point de vue d'ingénierie, mais uniquement selon l'apparence.



Figure 20. Gauche : Ouvrage en bon état ; centre : Ouvrage très endommagé ; et droite : ouvrage complètement endommagé

3.4 Cas particuliers

Les côtes du Québec maritime étant longues, elles présentent donc une grande variabilité et parfois des situations complexes. Les principaux cas particuliers rencontrés sont détaillés ci-dessous. De plus amples détails, ainsi que d'autres situations particulières sont présentées à l'annexe 3 (p. 57).

- La caractérisation du type de côte fait référence à **sa forme actuelle** (c.-à-d. à sa construction géomorphologique récente). Une forme héritée d'un ancien niveau marin ne sera pas considérée dans le type de côte, mais pourra être mentionnée dans les commentaires. Par exemple, à Colombier un secteur étroit, constitué de falaises meubles relie la zone terrestre à un îlot rocheux. Il s'agit d'un tombolo mis en place lors d'un ancien niveau marin plus élevé qu'aujourd'hui. Puisque la forme est héritée, la côte sera ici caractérisée comme des falaises et non comme un tombolo.

- Les **voies de communication** telles que les routes ou les voies ferrées sont caractérisées seulement si le talus de remblai sous ces dernières affecte le type de côte (un remblai majeur au sommet d'une falaise par exemple). Souvent situées sur de **petits talus de remblai**, elles ne sont généralement pas considérées dans la numérisation des talus de l'arrière côte,

- L'**archipel des îles de la Madeleine** présente certaines particularités. Toutes les côtes meubles y sont dunifiées étant donné la grande disponibilité en matériaux sableux fins et la condition de vent. Cependant, cela n'est pas noté dans la base de données pour ne pas l'alourdir et laisser la place à l'inscription de données localement importantes (*i.e.* présence de remblai, lagune, exutoire de cours d'eau, îlot...).
- Sur la **Basse-Côte-Nord**, seules les côtes des secteurs de 9 villages ont été caractérisées. Pour Kegaska, La Romaine, Unamen Shipu, Chevery, Lourdes-de-Blanc-Sablon et Blanc-Sablon la méthodologie est la même que pour le reste du territoire du Québec maritime. Pour les villages de La Tabatière, Brador et Vieux-Fort, une seule ligne a été numérisée (c'est-à-dire le haut OU le bas des talus et non les deux). Dans ces endroits, certains sommets d'ouvrages de protection ou de falaises sont donc considérés pour les statistiques de longueur de côte (*Ligne_Stat* = oui). Le village de Harrington Harbour n'a pas été caractérisé étant donné que toutes les côtes y sont rocheuses ignées.
- Pour **l'île d'Orléans**, les informations sur les métadonnées sont celles de Bernier *et al.* (2020). Cependant, certains éléments ont été corrigés ou ajoutés comme des limites arrière de milieux humides.

- En ce qui concerne **les zones portuaires**, le contour de tous les quais n'est pas inclus dans la longueur de côte pour les statistiques. On utilise une ligne droite représentant la côte théorique qu'il y avait avant la construction de la zone portuaire. Ce raccordement est inclus dans les analyses statistiques de longueur de côte au contraire des pourtours des quais (section I de l'annexe 3).

- Dans le cas des **marais maritimes**, les statistiques sont réalisées avec les lignes de fond de marais et non avec la ligne de rivage (front du schorre supérieur). Cette dernière n'est pas tracée pour l'ensemble des marais. Cette ligne est tracée uniquement dans les environnements avec la présence d'un indicateur clair, soit une microfalaise ou une limite de la végétation dense. Tout ce qui concerne les marais est expliqué en détail dans la section F de l'annexe 3.

- Une caractérisation des **remblais** peut être présente dans la base de données au niveau de trois colonnes d'informations différentes. Tout d'abord comme un type de côte, comme un complément au type de côte (le type de côte original sera alors indiqué dans le type de côte principal) ou comme une artificialité présente sur la côte (voir détails et les clés décisionnelles à l'annexe 3, section J) :
 - Pour qu'un **remblai** soit caractérisé comme un **type de côte**, il faut que l'ajout de matériel ait engendré une avancée du domaine terrestre vers la mer ou que la présence de remblai empêche de distinguer le type de côte naturel. Dans ces endroits, on retrouve souvent également une artificialisation visant au maintien du remblai (mur, enrochement...).
 - Le **remblai** sera plutôt noté comme un **complément au type de côte** s'il n'a pas engendré d'avancée de la côte vers la mer. Cependant, lorsqu'il y a la présence de remblai sur des segments et qu'il est situé en hauteur par rapport à la ligne de rivage (c'est-à-dire qu'il n'entre pas ou très peu en contact avec les processus hydrodynamiques) ces derniers seront plutôt caractérisés comme des « remblais en sommet de talus ».
 - Si le remblai a comme fonction de protéger la côte, il sera alors caractérisé dans le champ d'**artificialité** et sera identifié comme une « recharge sédimentaire » ou un « remblai (OPC) » selon sa conception ou son absence de conception. S'il s'agit uniquement de terrassement consistant à ajouter et compacter du matériel sédimentaire sur un terrain afin de le surélever, de combler un creux ou d'en augmenter la superficie pour soutenir le développement anthropique alors ce sera simplement indiqué « remblai ».

- Il est important de noter que la majorité des **îles et îlots** ne sont pas numérisés. Cependant, les îles et îlots habités (présence de bâtiment(s) ou de route(s) visible(s)) sont tracés et caractérisés. Parfois, certaines îles, certains îlots ou d'autres entités détachées de la côte (brise-lame, épave, etc.) sont tracés dans la base de données sans être caractérisés, et sont aussi exclus des analyses statistiques de longueur de côte.

- Tous les segments faisant le tour des **flèches littorales** sont identifiés comme tels dans le type de côte. Cependant, si l'on veut connaître la longueur de la forme (et non son contour), ce sera indiqué comme type de côte complémentaire qu'il s'agit d'un segment situé sur une « Flèche littorale côté intérieur », il sera donc possible d'ajuster les statistiques en conséquence.
- La numérisation et la caractérisation des côtes dans les **embouchures de cours d'eau** se limitent à ce qui est considéré comme étant atteint par les marées. Cette interprétation repose toutefois seulement sur une observation visuelle des images aériennes et obliques ou des fichiers lidar.

Les segments traversant les **cours d'eau de petite envergure (<5 m)** sont caractérisés par le même type de côtes que les segments directement adjacents. Cependant, cette particularité est mentionnée dans le complément du type de côte. Ces segments sont alors considérés lors des statistiques analysant la longueur de la côte. Toutefois, l'état de la côte y est jugé « non applicable ». Il en est de même pour les traverses de chenal de marée (<5 m) rencontrées le long des fronts de schorres supérieurs, dans les marais.

Les **exutoires de cours d'eau et les chenaux de marée** d'une largeur **supérieure à 5 m** sont exclus des calculs statistiques de longueur de côtes et présentent le type de côtes « exutoire de cours d'eau » ou « chenal de marée ». L'état de la côte y est aussi jugé « non applicable ».

3.5 Limites de la méthode

La principale limite de la méthodologie employée pour cette cartographie est liée à la photo-interprétation. En effet, malgré la quantité d'outils et d'informations disponible, la qualité de ceux-ci ne permet pas toujours de bien distinguer les éléments et donc impacte l'interprétation qui est faite. C'est le cas par exemple lors d'un couvert de végétation trop important de la côte ou encore lors de la présence d'ombrage sur l'imagerie. Lorsqu'aucune solution ne permet d'améliorer la situation, cela sera indiqué dans la base de données pour que les utilisateurs soient avertis.

Le fait d'utiliser des images aériennes, bien qu'orthorectifiées, n'est pas dissociable de la marge d'erreur liée au positionnement de toute imagerie aérienne. Ainsi, quelques secteurs peuvent présenter des décalages entre des tuiles ou des images différentes. De plus, dans les secteurs avec de grandes variations d'altitude, des différences de géoréférencement plus importantes peuvent être présentes. Cela peut alors créer une incohérence dans la position des lignes si une comparaison est produite avec une ligne numérisée sur une image différente (une falaise rocheuse qui aurait avancé par exemple). Toute analyse doit prendre en compte cette marge d'erreur lors des calculs et des interprétations.

De plus, puisque la caractérisation a été faite par plusieurs personnes, des interprétations et des analyses peuvent varier pour une même situation. Des rencontres hebdomadaires ont permis de discuter des cas complexes et d'établir une grille méthodologique détaillée et des clés décisionnelles afin de limiter la subjectivité et d'uniformiser la caractérisation sur l'ensemble du territoire à l'étude.

3.6 Validation de la base de données

Après la numérisation et la cartographie, une validation topologique de la classe d'entité (*Feature Class*) a été effectuée dans la géodatabase. Bien que la validation ait été minutieuse, il pourrait subsister des erreurs.

Aucune validation terrain n'était prévue dans le Projet Résilience côtière. Cependant, des notes en ce sens se retrouvent tout de même dans la table d'attribut, lorsque des questionnements subsistaient. Cela pourrait être réalisé dans le cadre de projets futurs du LDGIZC.

4. Résultats

4.1 Québec maritime

Les côtes des 24 MRC du Québec maritimes cartographiées pour ce projet mesurent **4 183,7 km** de longueur.

Il est à noter qu'afin de finaliser des portions géomorphologiques homogènes de côtes un peu moins de 30 m ont été tracés dans la Communauté métropolitaine de Québec et 5,2 km au Nouveau-Brunswick. Ces valeurs ne sont pas incluses dans les statistiques du Québec maritime.

Comme plusieurs lignes sont numérisées en un même lieu, plus de 8 652,1 km de linéaires ont été numérisés et caractérisés dans le cadre de ce projet. Cela représente 75 104 segments. La plus petite MRC est Bellechasse avec 32,7 km de linéaire côtier et la plus longue est la Minganie avec 809,0 km, et ce même si l'ensemble de l'île d'Anticosti n'a pas pu être numérisé (tableau 8).

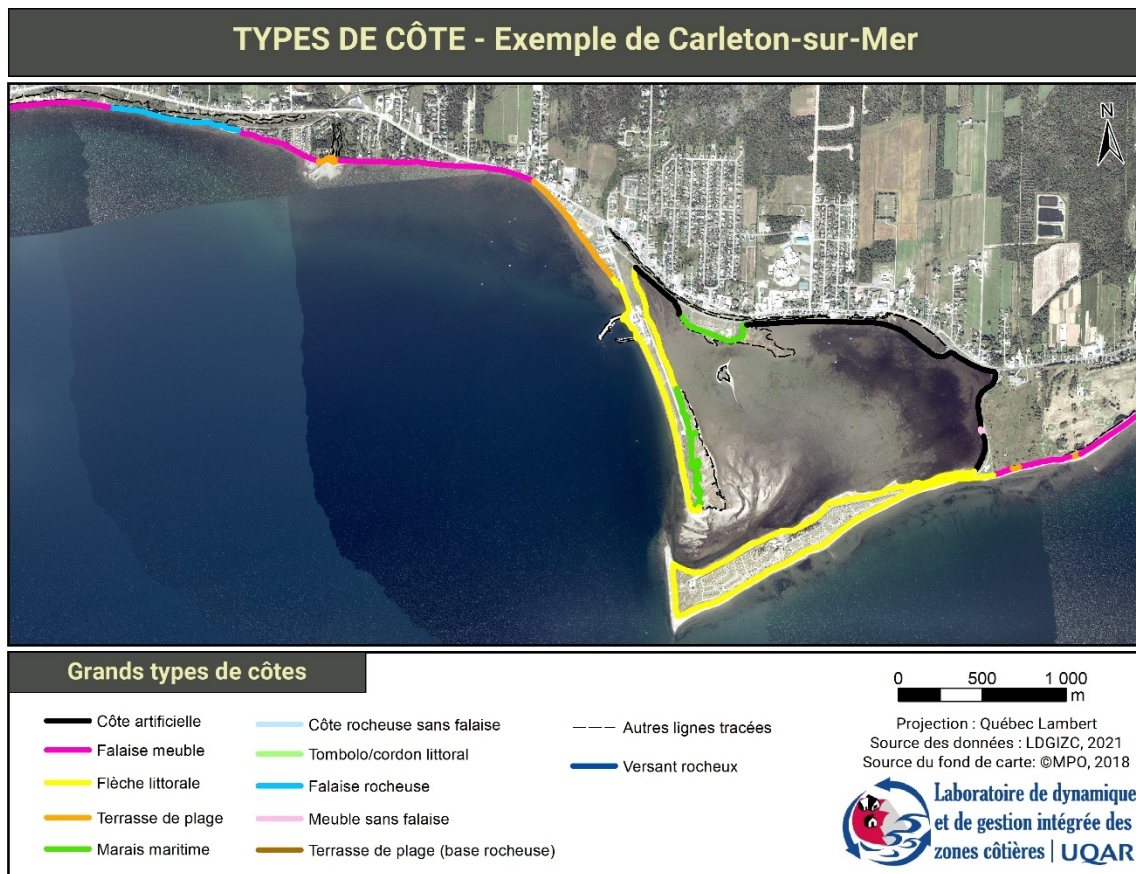


Figure 21. Exemple de carte des grands types de côtes. Carleton-sur-Mer

Tableau 8. Longueurs des côtes par région et par MRC

Région	MRC*	Longueur de côte (km)	
Capitale-Nationale	Île-d'Orléans	98,3	389,2
	Côte-de-Beaupré	77,3	
	Charlevoix	96,5	
	Charlevoix-Est	117,2	
Chaudière-Appalaches	Bellechasse	32,7	165,6
	Montmagny	80,5	
	L'Islet	52,4	
Bas-Saint-Laurent	Kamouraska	87,4	481,5
	Rivière-du-Loup	110,0	
	Les Basques	42,8	
	Rimouski-Neigette	87,1	
	La Mitis	52,8	
	La Matanie	101,5	
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	La Haute-Gaspésie	159,4	1 176,5
	La Côte-de-Gaspé	263,7	
	Rocher-Percé	231,8	
	Bonaventure	135,7	
	Avignon	152,5	
	Îles-de-la-Madeleine	233,4	
Côte-Nord	La Haute-Côte-Nord	289,4	1 970,9
	Manicouagan	333,0	
	Sept-Rivières	430,6	
	Minganie**	809,0	
	Golfe-du-Saint-Laurent***	108,8	
Québec maritime		4 183,7	

*entité géographique et non administrative, donc cela inclut les territoires autochtones qui y sont présents

** seule la partie habitée de l'île d'Anticosti a été numérisée

*** seuls les villages ont été numérisés

Les **grands types de côtes** que l'on retrouve au Québec maritime varient selon les régions (tableau 9). Les côtes sont majoritairement meubles à 60,5 % (plus de 2 500 km) et plus de 39 % rocheuses (plus de 1 600 km), et majoritairement basses 70,4 % (plus de 2 900 km) et 29,5 % sont des falaises (plus de 1 200 km).

Tableau 9. Longueur et proportion des grands types de côtes par régions

Type de côte	Capitale-Nationale	Chaudière-Appalaches	Bas-Saint-Laurent	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Côte-Nord	Québec maritime
	Longueur en km (% de la région)					
Terrasse de plage	43,3 (11,14)	44,2 (26,68)	181,6 (37,71)	141,9 (12,06)	338,5 (17,18)	749,5 (17,92)
Terrasse de plage à base rocheuse	3,6 (0,94)	14,9 (8,98)	32,8 (6,80)	2,5 (0,21)	35,3 (1,79)	89,0 (2,13)
Flèche littorale	1,5 (0,38)	0,0 (0,00)	4,2 (0,88)	116,3 (9,89)	66,1 (3,36)	188,2 (4,50)
Tombolo/Cordon littoral	0,7 (0,19)	0,4 (0,22)	3,9 (0,80)	96,9 (8,24)	7,3 (0,37)	109,2 (2,61)
Meuble falaise sans	5,1 (1,31)	0,1 (0,05)	11,4 (2,36)	32,0 (2,72)	85,2 (4,32)	133,8 (3,20)
Falaise meuble	42,9 (11,03)	9,5 (5,76)	19,0 (3,95)	96,2 (8,17)	284,9 (14,46)	452,6 (10,82)
Falaise rocheuse	55,7 (14,31)	23,5 (14,17)	42,7 (8,86)	451,9 (38,41)	20,2 (1,02)	593,9 (14,19)
Côte rocheuse sans falaise	19,4 (4,99)	19,6 (11,86)	44,1 (9,16)	8,1 (0,69)	771,4 (39,14)	862,7 (20,62)
Versant rocheux	47,9 (12,32)	0,0 (0,00)	12,5 (2,60)	3,7 (0,32)	122,6 (6,22)	186,8 (4,46)
Marais maritime	119,1 (30,61)	51,5 (31,12)	117,0 (24,30)	148,4 (12,61)	221,0 (11,22)	657,1 (15,71)
Côte artificielle (côte à remblai et zone portuaire)	49,4 (12,68)	1,4 (0,88)	12,0 (2,49)	73,0 (6,20)	18,2 (0,92)	154,0 (3,68)
Non déterminé Non applicable	0,4 (0,10)	0,5 (0,29)	0,3 (0,07)	5,6 (0,47)	0,1 (0,01)	6,9 (0,16)

L'état des côtes du Québec maritime est majoritairement stable ou végétalisé (tableau 10). Ceci inclut des côtes qui ne peuvent pas subir de l'érosion à l'échelle humaine (comme les plus de 700 km de côtes rocheuses ignées de la Côte-Nord). Des processus d'érosion sont présents sur le tiers des côtes.

Tableau 10. État des côtes du Québec maritime

État de la côte	Longueur (km)	Proportion (%)
Accumulation	7,1	0,17
Stable ou végétalisé (+75 %)	2112,7	50,50
Semi-végétalisé (entre 25 et 75 %)	450,9	10,78
Active ou vive (- de 25 % végé.)	943,5	22,55
na et nd	669,5	16,00

Sur l'ensemble du territoire étudié, la proportion de côtes artificialisée est en moyenne de 13,95 %, mais cela varie entre 1,58 et 52,18 % selon les régions et les MRC (tableau 11). Les MRC de Minganie et de la Haute-Côte-Nord ont moins de 5 % de côtes artificialisées alors que celles de Charlevoix, La Mitis et Kamouraska en ont plus de 45 %. Les types principaux d'artificialité présents sur les côtes sont les protections de blocs (58,62 %), suivi des murs de protection (23,15 %). Les ouvrages de protection contre la submersion représentent 8,58 % des artificialités des côtes du Québec maritime.

Tableau 11. Proportion de côtes artificialisées par région et MRC

Région	MRC*	Proportion de côtes artificialisées (%)	
Capitale-Nationale	Île-d'Orléans	28,74	29,02
	Côte-de-Beaupré	26,36	
	Charlevoix	46,54	
	Charlevoix-Est	16,58	
Chaudière-Appalaches	Bellechasse	28,01	23,07
	Montmagny	21,84	
	L'Islet	21,87	
Bas-Saint-Laurent	Kamouraska	52,18	31,73
	Rivière-du-Loup	21,52	
	Les Basques	20,05	
	Rimouski-Neigette	25,32	
	La Mitis	45,02	
	La Matanie	28,67	
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	La Haute-Gaspésie	42,15	15,91
	La Côte-de-Gaspé	9,89	
	Rocher-Percé	13,35	
	Bonaventure	15,64	
	Avignon	18,17	
	Îles-de-la-Madeleine	6,00	
Côte-Nord	La Haute-Côte-Nord	3,86	4,70
	Manicouagan	11,77	
	Sept-Rivières	5,44	
	Minganie**	1,58	
	Golfe-du-Saint-Laurent***	5,54	

*entité géographique et non administrative, donc cela inclut les territoires autochtones qui y sont présents

** seule la partie habitée de l'île d'Anticosti a été numérisée

*** seuls les villages ont été numérisés

4.2 Tableaux de bord en ligne : des résultats locaux adaptés aux besoins

La caractérisation côtière permet de dresser le portrait d'un territoire selon les besoins spécifiques aux projets. Les résultats pour chaque entité présente au Québec maritime sont trop nombreux et ne pourraient pas être présentés ici. C'est pourquoi un **tableau de bord** a été créé sur la plateforme de cartographie SIGEC Web (<https://sigec.ugar.ca/>). Les utilisateurs peuvent choisir un territoire d'intérêt et les statistiques sont générées et présentées, accompagnées d'une synthèse de la méthodologie, dans quatre onglets (figure 22). Au besoin, ce tableau de bord peut également être exporté en PDF ou imprimé.

Les territoires d'intérêt sur lesquels des statistiques peuvent être générées sont : les MRC, les municipalités, les unités hydrosédimentaires et cellules hydrosédimentaires (uniquement pour les régions du Bas-Saint-Laurent, de la Côte-Nord et de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine) ou un polygone personnalisé au choix de l'utilisateur.

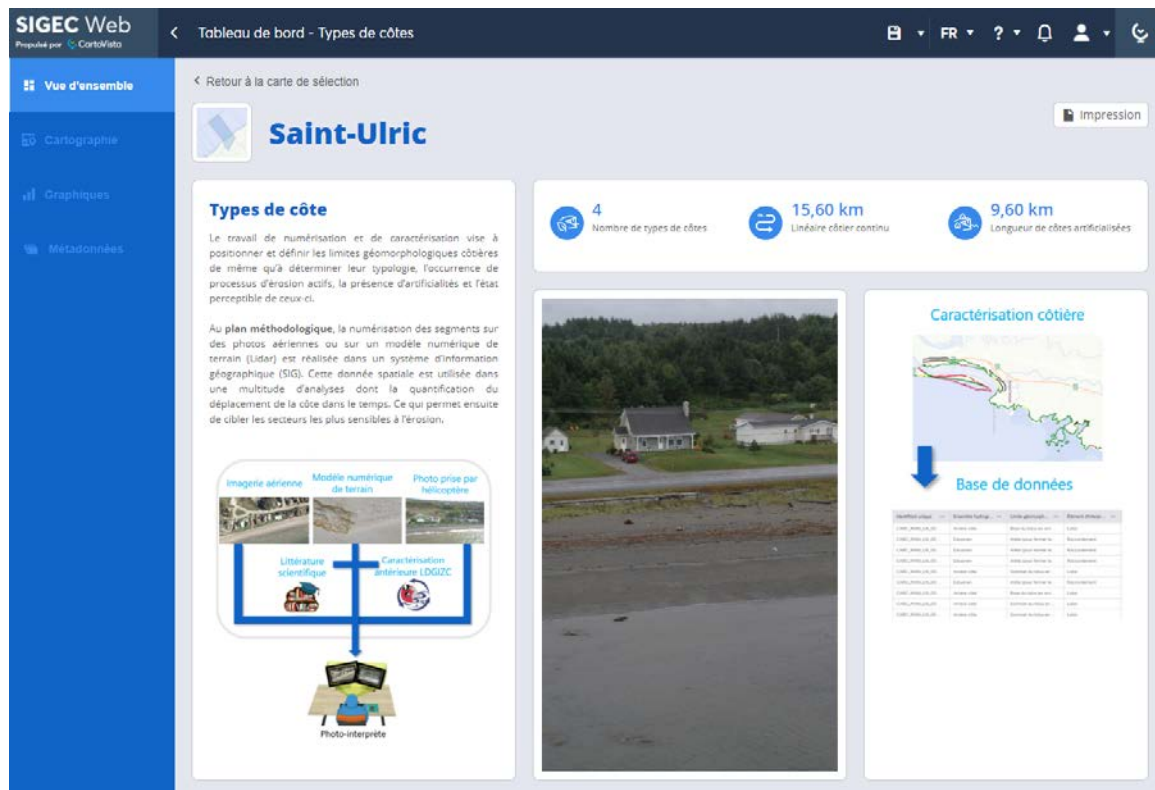


Figure 22. Capture d'écran du tableau de bord (version de juin 2021).

4.3 Diffusion de la cartographie sur le SIGEC Web

Les résultats de la cartographie des types de côtes du Québec maritime sont accessibles via la plateforme cartographie SIGEC Web (<https://sigec.ugar.ca/>). Sur cette plateforme, il est possible de consulter des cartes selon plusieurs thèmes préétablis, mais aussi le tableau des données (figure 23).

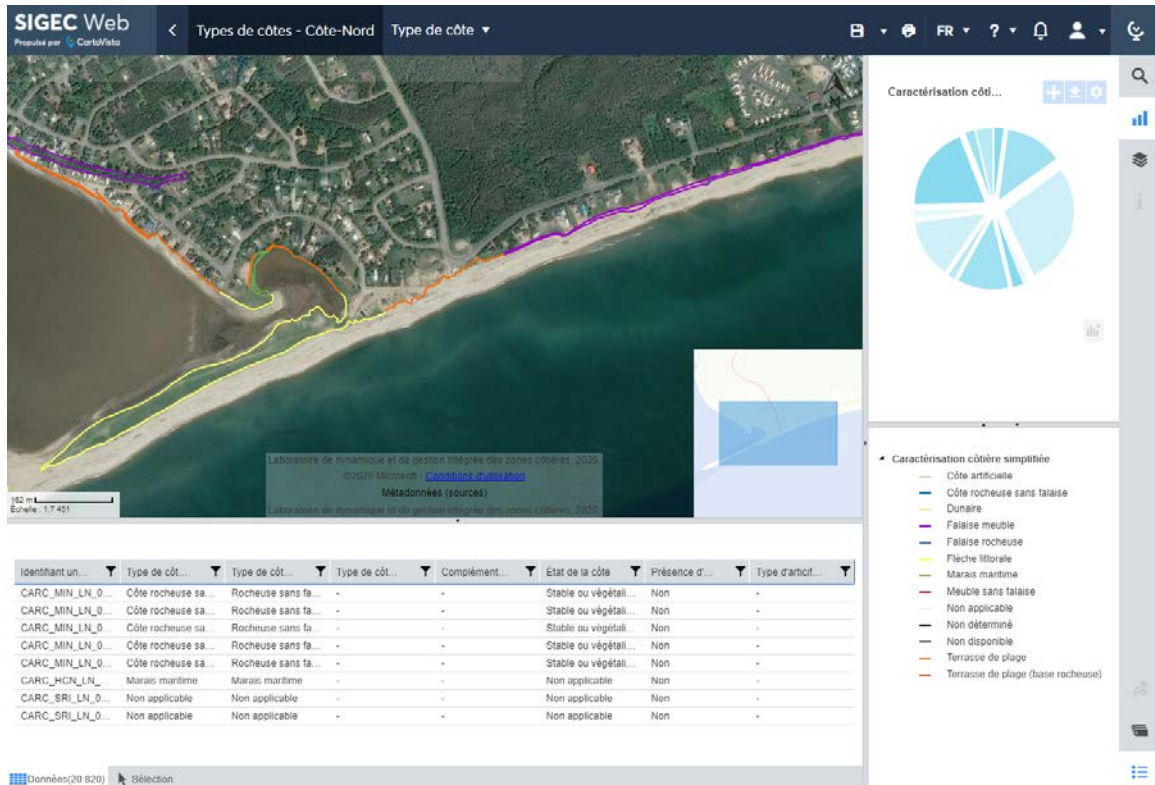


Figure 23. Capture d'écran de la carte des types de côtes sur SIGEC Web (juin 2021)

5. Conclusion

La cartographie des côtes du Québec maritime réalisée dans le cadre de ce chantier est très complète et s'étend sur un immense territoire de près de 4 200 km de côtes. Elle constitue une assise commune pour tous les territoires côtiers de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et permet d'en dresser un portrait détaillé à différentes échelles.

De multiples chantiers du Projet Résilience côtière ont pu bénéficier des connaissances produites par la **Cartographie des types de côtes du Québec maritime**. On compte notamment les chantiers de Cartographie des écosystèmes côtiers du Québec maritime (Jobin *et al.*, 2021), d'Exposition potentielle des bâtiments, routes et voies ferrées à l'érosion côtière au Québec maritime (Touchette *et al.*, 2021), de Distance de migration potentielle des écosystèmes côtiers (Corriveau *et al.*, 2021) et de l'élaboration d'un Indice de vulnérabilité de la zone côtière à l'érosion (Drejza *et al.*, 2021).

À l'avenir, cette cartographie, qui est rendue disponible sur la plateforme de cartographie SIGEC Web du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'UQAR (<https://sigec.uqar.ca/>), pourra être utilisée de nombreuses manières :

- Établir un portrait de l'environnement côtier
- Calculer l'évolution de la côte (en la comparant à d'anciens tracés)
- Cibler les zones sensibles à la submersion (selon les types d'environnements cartographiés)
- Cartographier les usages du territoire côtier
- Suivre l'artificialisation de la côte (en la comparant avec d'anciennes cartographies ou images)
- Calculer une marge de recul (pour établir un zonage)
- Produire plusieurs outils d'aide à la décision et de sensibilisation
- Faciliter les interventions lors de sinistres
- Évaluer le type d'environnement et donc les actions de protection côtière envisageables

Cette cartographie complète devra être mise à jour à l'avenir pour rester la plus fidèle aux conditions de côtes du Québec maritime.

6. Références

Bernatchez P. et S. Drejza (2015) *Réseau de suivi de l'érosion côtière du Québec maritime - Guide pour les utilisateurs*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière. Université du Québec à Rimouski, octobre 2015, 52 p.

Bernatchez, P., Drejza, S. et Dugas, S. (2012) *Marges de sécurité en érosion côtière : évolution historique et future du littoral des îles de la Madeleine*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, juillet 2012, 71 p. et annexes

Bernatchez, P., Fraser, C., Dugas, S. et Drejza, S. (2012). *Marges de sécurité en érosion côtière : évolution historique et future du littoral de la MRC d'Avignon*. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, août 2012, 49 p. et annexes.

Bernier, J.-F., Chassiot, L., Ouellet, C. et Lajeunesse, P. (2020) *Caractérisation des berges de la partie fluviale du Saint-Laurent*. Laboratoire de géosciences marines, Département de Géographie, Université Laval, Rapport soumis au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 120 pp + annexes.

Corriveau, M., Drejza, S., Thérout, A., Côté, M., Fraser, C., Marie, G. et P. Bernatchez (2021) *Distance de migration potentielle des écosystèmes côtiers – Rapport méthodologique*, Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, septembre 2021, 74 p.

Drejza, S., Friesinger, S. et Bernatchez, P. (2014) *Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Caractérisation des côtes, dynamique hydrosédimentaire et exposition des infrastructures routières à l'érosion et à la submersion, Est du Québec, Volume I, Projet X008.1*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Remis au ministère des Transports du Québec, mars 2014, 226 p. + annexes.

Drejza, S., Marie, G., C. Pelletier-Boily, Fraser, C. et P. Bernatchez (2021) *Indice de vulnérabilité de la zone côtière à l'érosion - Rapport méthodologique*. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, septembre 2021, 74 p.

Fraser, C., Bernatchez, P., Dugas, S. et Drejza, S. (2012). *Marges de sécurité en érosion côtière : évolution historique et future du littoral de la MRC de Bonaventure*. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, août 2012, 50 p. et annexes.

Jobin, A., Marquis, G., Provencher-Nolet, L., Gabaj Castrillo, M. J., Trubiano C., Drouet, M., Eustache-Létourneau, D., Drejza, S. Fraser, C. Marie, G. et P. Bernatchez (2021) *Cartographie des écosystèmes côtiers du Québec maritime – Rapport méthodologique*. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, septembre 2021, 74 p.

LDGIZC – Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (2005) Caractérisation SIGEC - Données internes non publiées

Quintin C., Arsenault, E. et Bernatchez, P. (2016) *Caractérisation côtière du territoire de la Table de concertation régionale, zone de Québec*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis à la Communauté métropolitaine du Québec (CMQ), 50 p + annexes.

Service hydrographique du Canada (2019) Niveaux marégraphiques des stations-Analyse des harmoniques 2013-2015 Révision 2019-04-04 Ministère Pêches et océans Canada Service hydrographique du Canada, Région du Québec

Touchette, M., Corriveau, M., Drejza, S., Fraser, C., Marie, G. et P. Bernatchez (2021). *Exposition potentielle des bâtiments, routes et voies ferrées à l'érosion côtière au Québec maritime – Rapport méthodologique*. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Rapport remis au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, septembre 2021, 78 p.

7. Annexes

Annexe 1 : Métadonnées du fichier de formes des côtes du Québec

Fichiers de cartographie numériques produits :

- Nom de la géodatabase (*geodatabase*) : QcMaritime_2021_06_22.gdb
- Nom de la classe d'entités (*feature class*) : QcMaritime_QcLambert_2021_06_22

Les colonnes de la table attributaire sont décrites et les définitions de tous les termes sont présentées dans les différents onglets du tableau Excel :

- Metadonnees_CartographieCotesQcMaritime_20210914.xlsx

Lien de téléchargement :

<https://ldgizc.uqar.ca/Web/projets/projet-resilience-cotiere#realisations>

Les données pour la MRC de l'Île-d'Orléans issues de Bernier *et al.* (2020) suivent les métadonnées présentées dans ce rapport. Bien qu'elles aient été ajustées, le format de la table attributaire n'a pas été ajusté. Il faut consulter la géodatabase « IleOrleans_2021_06_10.mdb » et la classe d'entité « Seg_Cote_IDO_ULaval_UQAR ».

Annexe 2 : Liste détaillée des images utilisées

Les caractéristiques détaillées de l'imagerie utilisée ainsi que les secteurs pour lesquelles elle est disponible sont présentées dans le tableau Excel :

- Metadonnees_Imagerie_CartographieCotesQcMaritime_juin2021.xlsx

Lien de téléchargement :

<https://ldgizc.uqar.ca/Web/projets/projet-resilience-cotiere#realisations>

Annexe 3 : Précisions selon les environnements

Des précisions sur les spécificités de la cartographie pour différents types d'environnements ainsi que sur le positionnement des différentes limites géomorphologiques sont apportées dans cette annexe. Les descriptions sont accompagnées de schémas qui montrent la position des principales limites côtière en fonction de différents types de côte, de configurations particulières ou de la présence d'artificialité.

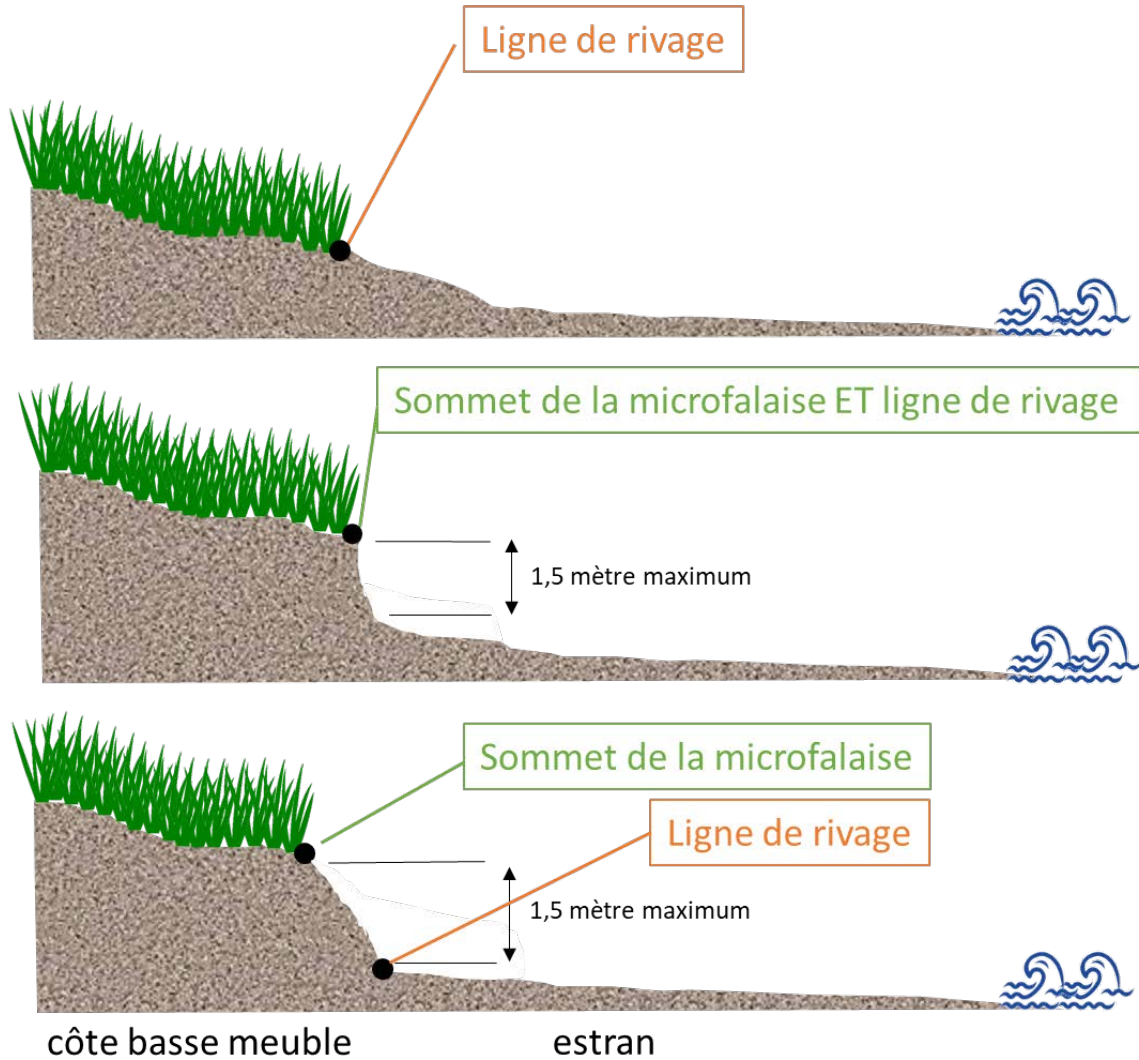
Les définitions suivies sont précisées dans les métadonnées.

Sont présentés :

A.	Les côtes basses meubles	56
B.	Les côtes à falaises	57
C.	Les falaises à terrasse de plage	58
D.	Les falaises avec encoche basales	59
E.	Les côtes dunifiées	61
F.	Les côtes à marais maritime	62
G.	Les côtes rocheuses	66
H.	Les côtes artificialisées	68
I.	Les zones portuaires	69
J.	Les remblais	71

A. Les côtes basses meubles

Les **côtes basses meubles** incluent les terrasses de plage (avec ou sans bases rocheuses), les côtes meubles sans falaises, les tombolos (avec ou sans bases rocheuses), les tombolos/cordons littoraux, cordons. Comme illustré sur la figure 24, la ligne de rivage est située souvent au front de la végétation dense. Lorsque les processus hydrodynamiques créent une microfalaise, la ligne de rivage est située à sa base et il importe de positionner son sommet. Il en est de même lorsque la côte est artificialisée (figure 35)



B. Les côtes à falaises

Dans les côtes à falaise, qu'elles soient constituées de substrat meuble, rocheux ou des deux, la ligne de rivage est positionnée à la base du talus idéalement à partir d'éléments d'interprétation observés sur l'image aérienne. Dans de rares cas, lorsque l'imagerie présente trop de zones d'ombre ou de distorsion (fréquentes dans les zones verticales), le lidar peut être utilisé. Le sommet est lui positionné à partir de la limite de la végétation dense sur le replat du sommet lorsque la falaise est active, au changement de pente observé ou, dans le cas des falaises végétalisées, à partir de l'interprétation des fichiers lidar (figure 25 a).

Lorsque la falaise est très verticale et que sur une vue en plan, le sommet est sensiblement au même endroit que la ligne de rivage, la limite géomorphologique indiquée sera « Sommet de talus ET ligne de rivage » (figure 25 b). Toutefois, si seulement la base de la falaise présente une façade verticale, mais que la partie sommitale est plus inclinée, la ligne de rivage sera positionnée au sommet de la partie verticale et le sommet de talus sera lui positionné au sommet sur plan incliné (figure 25 c).

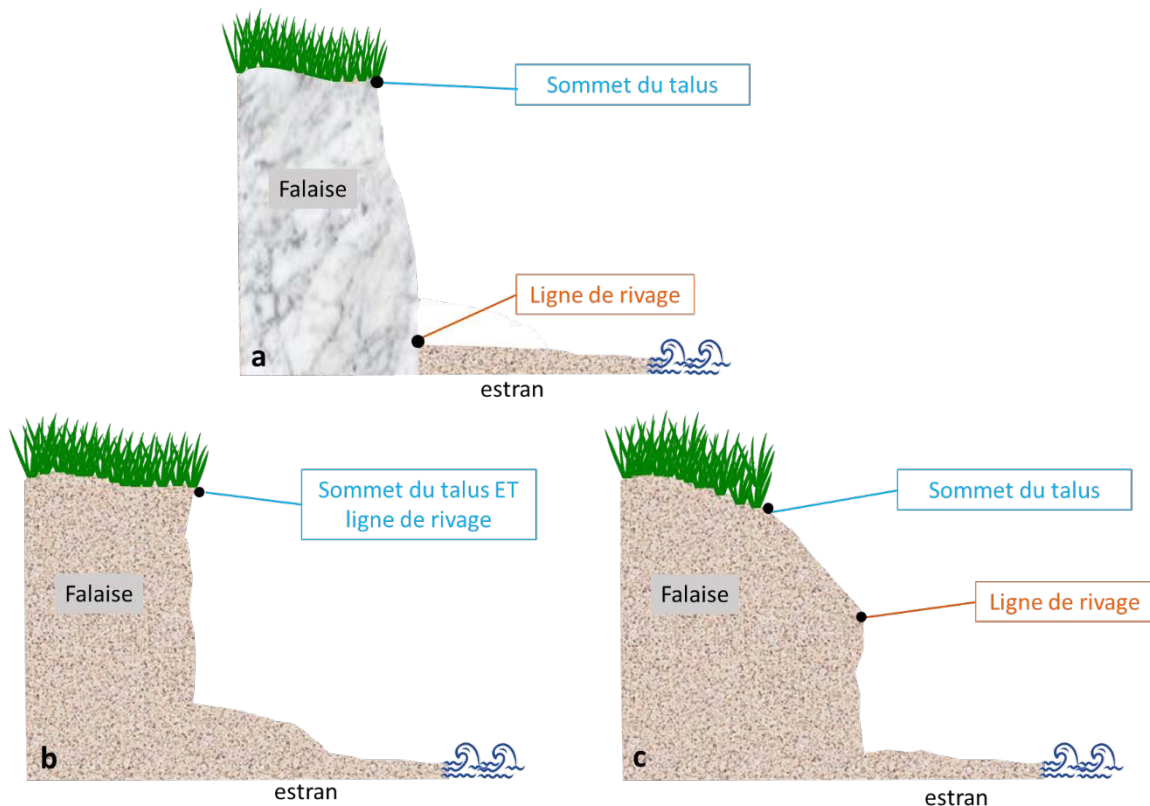


Figure 25. Délimitations géomorphologiques sur les profils côtiers des falaises : a) Sommet de talus distinct de la ligne de rivage, b) Sommet de talus ET ligne de rivage dans une falaise, c) Sommet de talus distinct de la ligne de rivage sur une falaise avec un plan incliné près du sommet et à base verticale

C. Les falaises à terrasse de plage

Il arrive qu'une terrasse de plage se forme devant une falaise (meuble ou rocheuse). Tant que cette terrasse demeure de faible largeur (moins de 5 m) et qu'il est possible que la falaise derrière redevienne affectée par les processus hydrodynamiques côtiers à court ou moyen terme, le type de côte demeurera une falaise auquel on ajoutera un type de côte secondaire de terrasse de plage. Dans les cas de falaise à terrasse de plage, la ligne de rivage est positionnée au front de la terrasse et un sommet de microfalaise peut être ajouté selon le cas. Pour la falaise qui se trouve derrière, le « bas de talus en arrière » sera tracé de même que le « sommet de talus » auquel le suffixe « en arrière » ne sera pas ajouté. Cette importante distinction implique que l'ensemble de ce profil côtier appartienne à un type de côte (falaise « x » à terrasse de plage) qui est lui considéré dans l'ensemble hydrographique côtier (voir section 2.2).

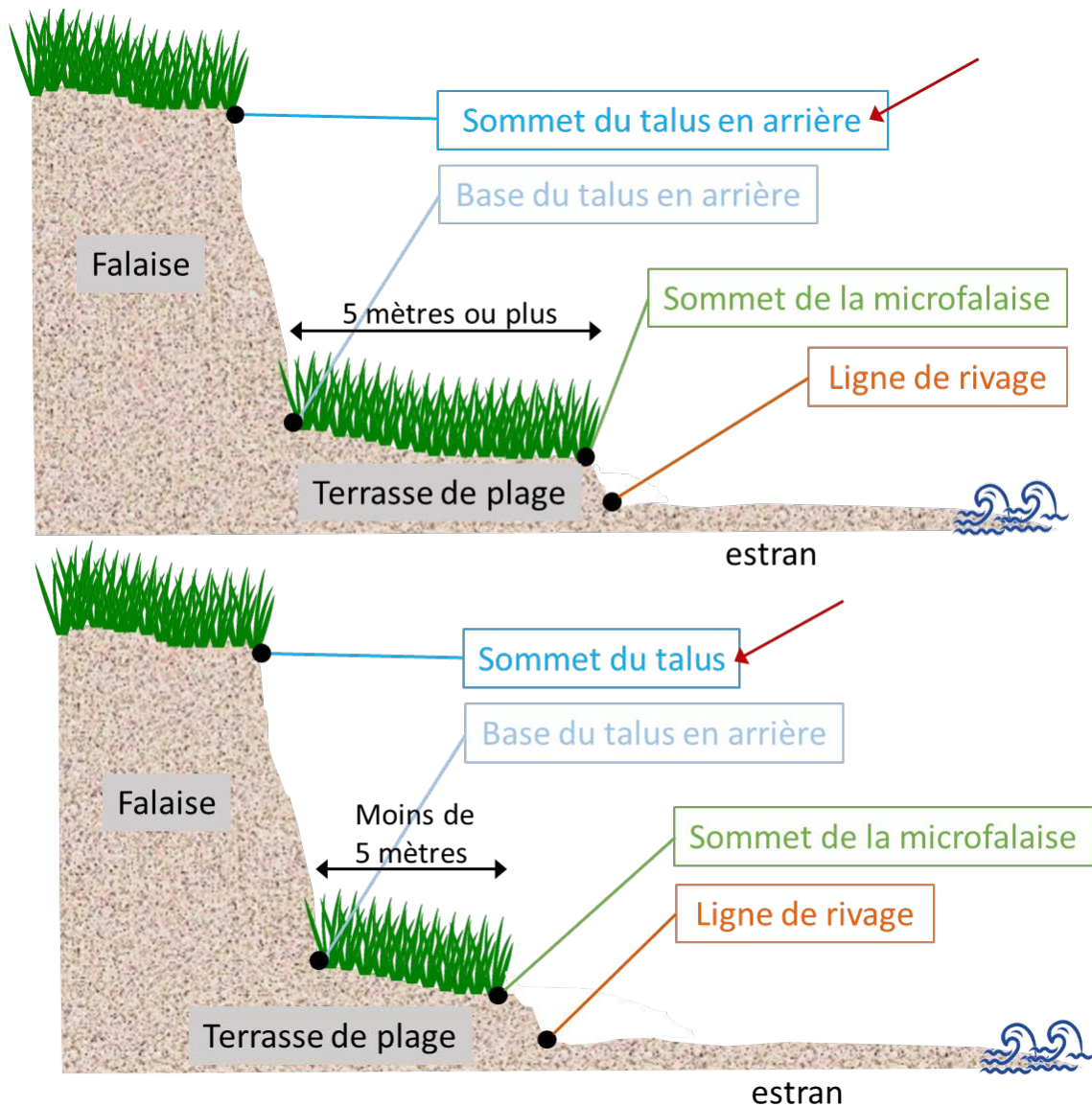


Figure 26. Délimitations géomorphologiques sur les profils côtiers des côtes à falaise à terrasse de plage (bas) et terrasse de plage avec falaise morte en arrière (haut)

D. Les falaises avec encoche basales

Dans certaines falaises rocheuses, des encoches basales peuvent se former par l'assaut des vagues et/ou de la glace (figure 27 a et figure 28). Avec une vue en plan, il est donc impossible de positionner la ligne de rivage adéquatement puisqu'elle se trouve sous le terrain situé au sommet de la falaise. Pour effectuer des analyses diverses sur une telle côte, il faudrait connaître la profondeur des encoches par rapport au front du talus. Le sommet de talus peut lui généralement être positionné à partir des méthodes habituelles (identification visuelle sur l'imagerie ou sur les lidars) (figure 27). Il arrive également que le fond de l'encoche soit plus profond que le sommet du talus (figure 27 d), ce qui pourrait avoir un impact important sur l'évolution de ce segment côtier et le type de gestion qui doit y être apportée. C'est pourquoi, dans les cas des falaises à encoches, la ligne de rivage a été positionnée au front du talus, mais un commentaire a été ajouté pour indiquer la présence de l'encoche.

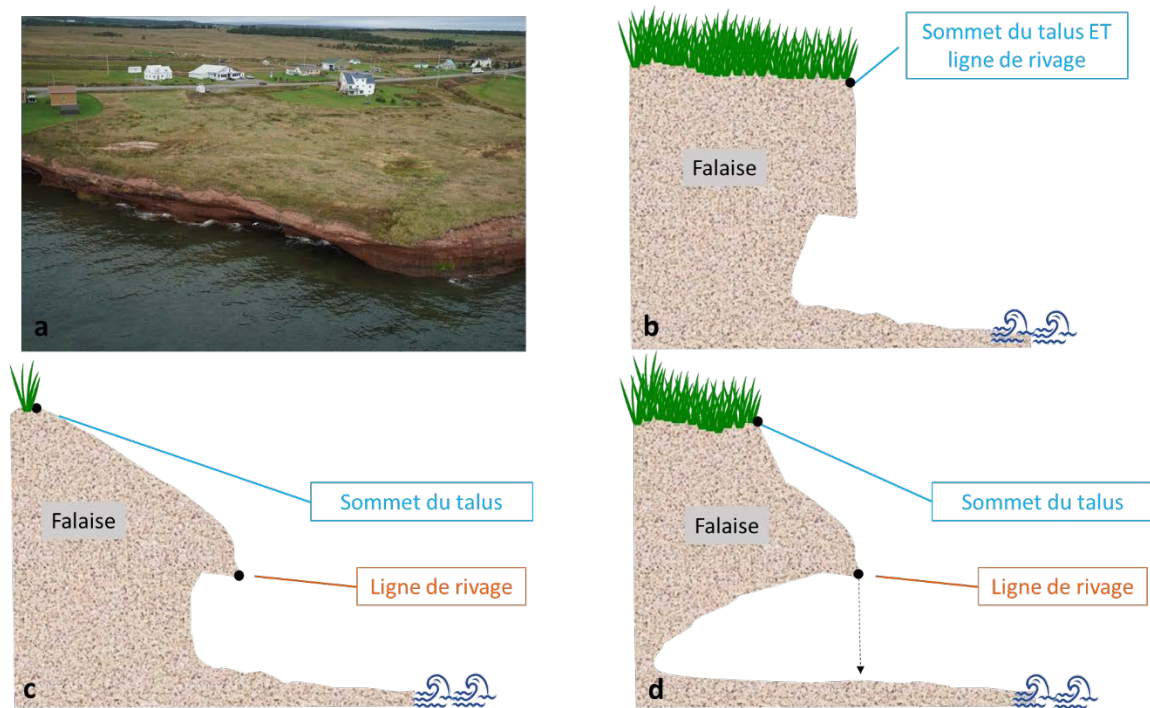


Figure 27. a) Encoches basales formées sur les falaises de grès – Percé, b) Falaise verticale au-dessus d'une encoche basale, c) falaise inclinée avec encoche basale, d) falaise inclinée avec encoche basale plus profonde que le sommet de talus



Figure 28. Exemple d'encoche à Miguasha (Gaspésie)

E. Les côtes dunifiées

Selon les définitions retenues, il n’y a pas, à proprement parler, de côtes dunaires au Québec maritime. Mais plusieurs secteurs voient leurs côtes dunifiées par la disponibilité en sédiments sableux et par les vents. C’est le cas de plusieurs secteurs en Minganie et de la quasi-totalité des côtes meubles de l’archipel des îles de la Madeleine (même les sommets meubles de certaines falaises présentent un certain relief de dunes). Les côtes seront indiquées comme étant des terrasses de plage, des tombolos ou des cordons et ce sera complété dans le champ « TC_Compl ». Ce ne sera pas le cas aux Îles-de-la-Madeleine afin de permettre de noter les autres compléments au type de côte.

Ainsi, dans les côtes dunifiées, la ligne de rivage est située à la limite de la végétation dense (recouvrement supérieur à 75 %) (figure 29 gauche), à la base d’une microfalaise ou d’un talus formé par l’érosion de la dune par les processus hydrodynamiques (figure 29 droite). Dans ce dernier cas, le sommet du talus ou de la microfalaise sera également tracé. Même si l’abrupt ainsi formé peut mesurer plusieurs mètres de hauteur (voir plus de 10 m aux îles de la Madeleine), on continuera de parler de tombolos et de cordons et donc à les considérer comme des côtes de faibles altitudes. En effet, derrière une première crête de dune sur un tombolo ou un cordon, le terrain peut être très bas et ainsi, selon la progression de l’érosion, l’altitude peut varier beaucoup.

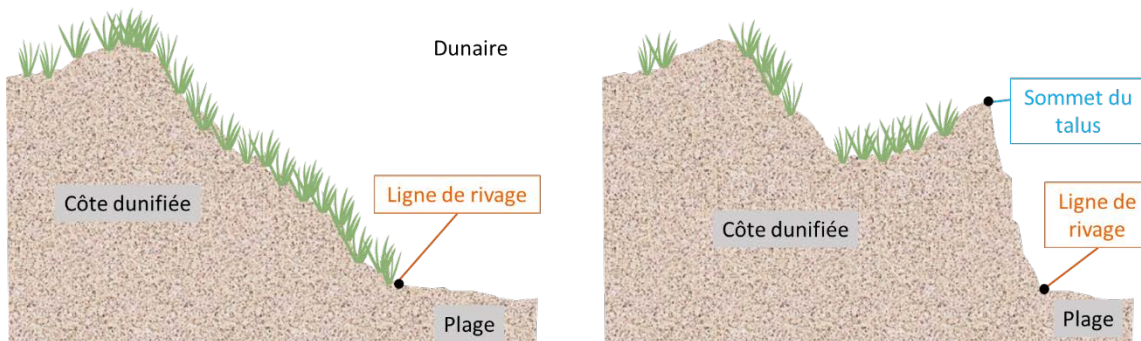


Figure 29. Délimitations géomorphologiques sur les profils côtiers des côtes dunifiées. Schéma de gauche : côte dunifiée végétalisée, schéma de droite : côte dunifiée avec talus d'érosion (peut mesurer plusieurs mètres de hauteur)

F. Les côtes à marais maritime

Dans les environnements à marais maritimes, deux limites géomorphologiques sont tracées :

- la limite entre le schorre supérieur et inférieur.
- le fond du marais (limite entre le terrestre et le marin)

La limite entre les deux parties du schorre se situe à un changement de végétation ou lorsque des processus d'érosion sont présents au niveau de la microfalaise. Approximativement la PMSMM.

Le fond du marais est délimité par un changement dans la végétation. Ce changement s'observe entre la végétation qui est submergée par les eaux de grandes marées et celle plutôt associée au milieu terrestre. Cette délimitation est nommée « **fond de marais** » ou « **fond de marais et base de talus** » lorsque le marais est circonscrit du côté terrestre par un talus ou un ouvrage de protection (figure 30). Le fond de marais représente la limite géomorphologique approximativement associée aux PMSGM et pour des fins d'analyse, c'est la limite qui est utilisée pour comptabiliser les longueurs de côte utilisées dans les statistiques.

Dans ces environnements, l'évolution côtière s'observe le plus souvent au front du schorre supérieur (figure 30) qui est la ligne de rivage dans ces environnements. Au plan altimétrique, cette élévation correspond davantage avec le niveau des PMSMM. Les processus hydrodynamiques étant atténués par la végétation, c'est à cet endroit que l'érosion s'observe. Lorsque des processus d'érosion sont actifs, le front du schorre supérieur se reconnaît facilement par la présence d'une microfalaise et cette limite sera donc numérisée. Toutefois, la limite entre le schorre inférieur et supérieur n'est pas toujours évidente dans les environnements stables. De plus, parfois, il y a un schorre médian ou schorre en transition entre les deux parties du marais. Dans les environnements stables où la végétation des schorres est en continu, nous n'avons donc pas tracé cette limite. Pour plus d'information sur les surfaces et les caractéristiques des marais, se référer au chantier « Cartographie des écosystèmes côtiers du Québec maritime » (Jobin *et al.*, 2021). Pour ces environnements, une collaboration entre les deux équipes a eu lieu. Cependant, les méthodologies ne sont pas les mêmes, l'une étant principalement basée sur les indicateurs géomorphologiques et l'autre sur les assemblages de végétation. Enfin, les échelles de travail étant différentes, des dissemblances locales pourraient être observées.

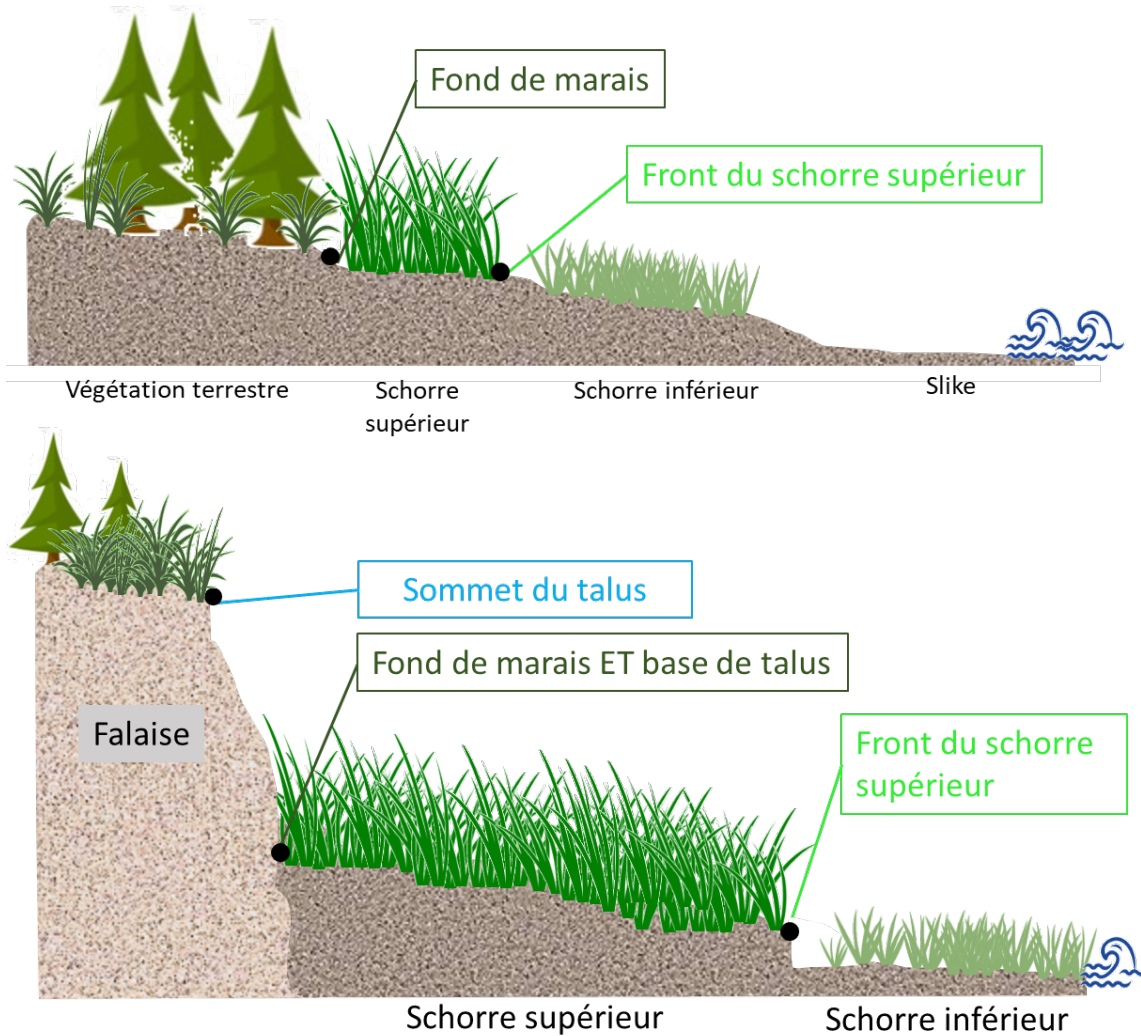


Figure 30. Délimitations géomorphologiques sur les profils côtiers des côtes à marais maritimes

Il apparaît toutefois que dans certains secteurs, soit plus particulièrement dans les estuaires maritime et moyen, les schorres inférieurs et supérieurs sont séparés par une zone végétale nommée **zone de transition** où la végétation est associée aux 2 schorres avec des dominances variables. L'intégration ou non de ces zones de transition dans le schorre supérieur ou inférieur varie selon les situations et les indicateurs qu'il était possible de considérer sur l'image, de l'utilisation de différents types d'étrétement du raster, de la présence ou l'absence de microfalaise et de la concertation avec l'équipe du chantier de « Cartographie des écosystèmes côtiers du Québec maritime » pour conclure son interprétation.

Dans les **marais de l'estuaire moyen** (MRC de la Côte-de-Beaupré et Bellechasse) où les marnages sont plus importants et où l'eau n'est presque plus salée, on observe un étage supplémentaire soit celui du **marécage intertidal**. Cet étage est moins submergé par les

eaux, seulement lors des tempêtes et/ou quelques fois par les PMSGM. En présence de marécages intertidaux, les limites géomorphologiques sont les mêmes que dans les marais maritimes, mais une « **limite arrière du milieu humide** » est aussi tracée à la jonction du marécage intertidal et du domaine proprement terrestre (figure 31 haut). Il arrive parfois qu'il n'y ait plus de marais maritime et que seul le marécage intertidal soit présent (figure 31 bas). La « limite arrière du milieu humide » peut également être numérisée en l'absence de marécage intertidal pour délimiter d'autres types de milieux humides dans certains milieux de côtes basses comme les prairies humides par exemple, que l'on retrouve parfois au fond des barachois de la Gaspésie.

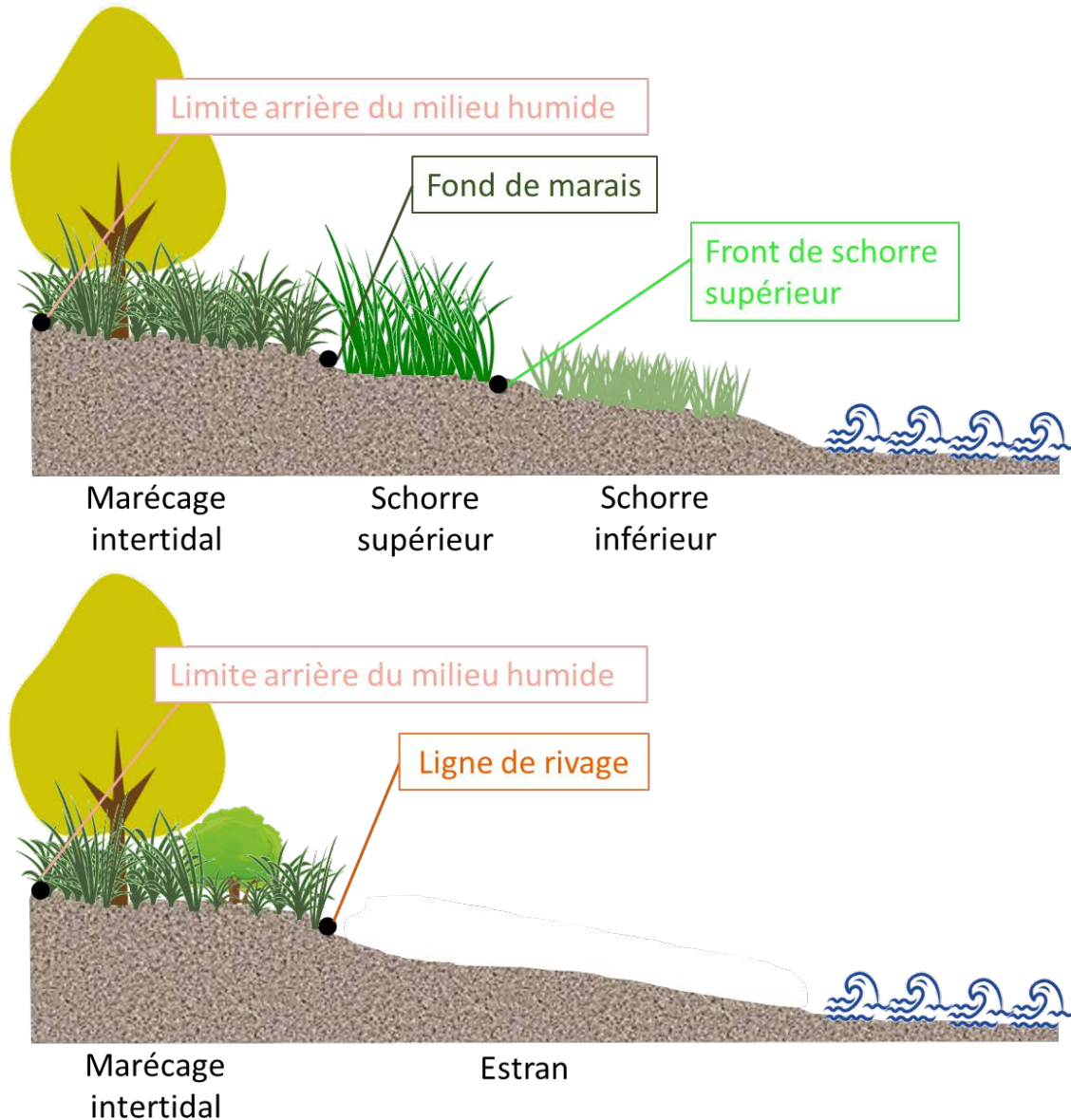


Figure 31. Position des limites géomorphologiques dans les côtes à marais maritime avec présence d'un marécage intertidal (haut) et dans les côtes avec uniquement un marécage intertidal (bas)

Il est à noter que les lignes caractérisées comme « fond de marais et base de talus » représentent également les fonds de marais qui sont des ouvrages anthropiques (un mur, un remblai ou un aboiteau par exemple)

La ligne caractérisée comme fond de marais et base de talus sera caractérisée, pour des raisons statistiques, comme étant une côte à marais maritime. Cette information présente ce qu'il y a en avant de celle-ci, mais évidemment pas le talus. Si l'on connaît la nature du talus, cela sera indiqué sur la ligne tracée à son sommet (falaise rocheuse ou falaise meuble par exemple).

Il importe aussi de préciser que dans les marais maritimes présents dans les barachois ou estuaires la délimitation du front de schorre supérieur n'a pas été réalisée. D'une part, cet exercice s'avère fastidieux en raison des compositions végétales présentes dans ces milieux. D'autre part, l'analyse de l'évolution de ces milieux doit être évaluée à partir d'analyses surfaciques.

G. Les côtes rocheuses

Les **versants rocheux** ont un relief pentu, sans être vertical. Ils sont principalement d'origine glaciaire ou tectonique et sont peu affectés par les processus hydrodynamiques, sinon à leur base. Les versants peuvent être ou non recouverts de végétation et leur évolution est stable à long terme. Sur les versants rocheux, le sommet n'est pas identifié.

Les **côtes rocheuses sans falaises** ont un relief bas. Sur ce type de côte, la ligne de rivage est positionnée à la base du front rocheux. Dans le cas des côtes rocheuses sans falaise, il est parfois possible de positionner un sommet de microfalaise rocheuse (il mesurera alors moins de 1,5 m et ce n'est donc pas une falaise) (figure 32 droite et figure 33).

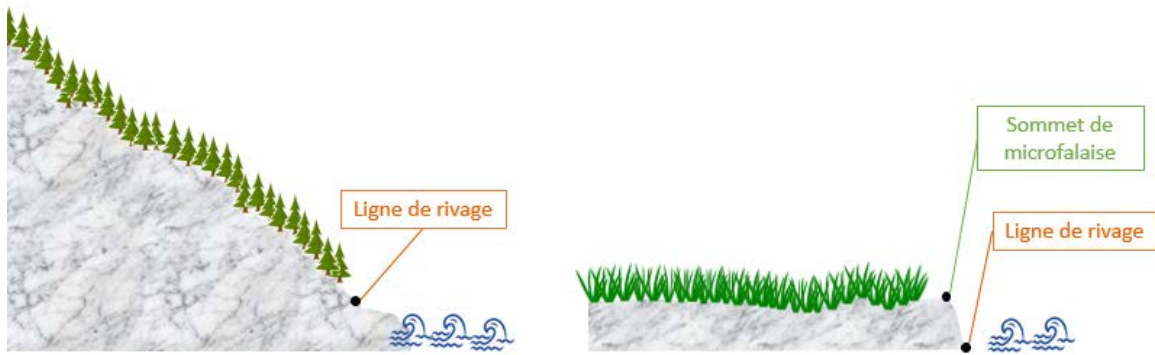


Figure 32. Position des limites géomorphologiques dans les côtes rocheuses. Gauche : versant rocheux. Droite : côte rocheuse sans falaise avec la particularité d'avoir un petit dénivelé



Figure 33. Côtes rocheuses sans falaise avec microfalaise rocheuse

Sur les côtes rocheuses, la ligne de rivage peut parfois être positionnée à partir de la limite de la végétation dense. Toutefois, puisque la végétation est souvent absente ou très éparse sur la roche, il peut être difficile d'identifier correctement sa position à partir de cet indicateur. Le changement de couleur observé sur la roche est alors un meilleur élément d'interprétation (figure 34). Dans certains cas, l'extraction de l'isoligne associée à l'élévation du niveau des PMSGM est également utilisée en complément avec les imageries.



Figure 34. Utilisation du changement de couleur observé sur la roche comme élément d'interprétation pour situer la ligne de rivage

H. Les côtes artificialisées

Sur les côtes artificialisées, la ligne de rivage est généralement située à la base de celui-ci. Le sommet lui est positionné au sommet de l'ouvrage du côté terrestre du replat qui peut se former au-dessus (figure 35 a). Dans le cas d'ouvrages verticaux, c'est le « sommet de l'ouvrage ET ligne de rivage » qui est positionné au sommet de l'ouvrage. Lorsque le dessus de celui-ci est large, la limite côté mer est utilisée pour le traçage (figure 35 b). Dans le cas d'ouvrages combinés (figure 35 c), le même principe est appliqué soit la numérisation du bas et du haut de l'ouvrage, mais précisons que la jonction entre 2 types d'ouvrages n'est pas identifiée. Dans le cas d'une falaise dont la base est artificialisée (figure 35 d), le sommet de talus sera numérisé et considéré comme faisant partie du domaine côtier (ensemble hydrographique = côtier). L'artificialité est donc considérée comme partie intégrante du talus, mais son sommet est tout de même tracé. La ligne de rivage y est comme d'habitude numérisée à la base de l'ouvrage. La section suivante précise la méthode de caractérisation de l'artificialité de la côte.

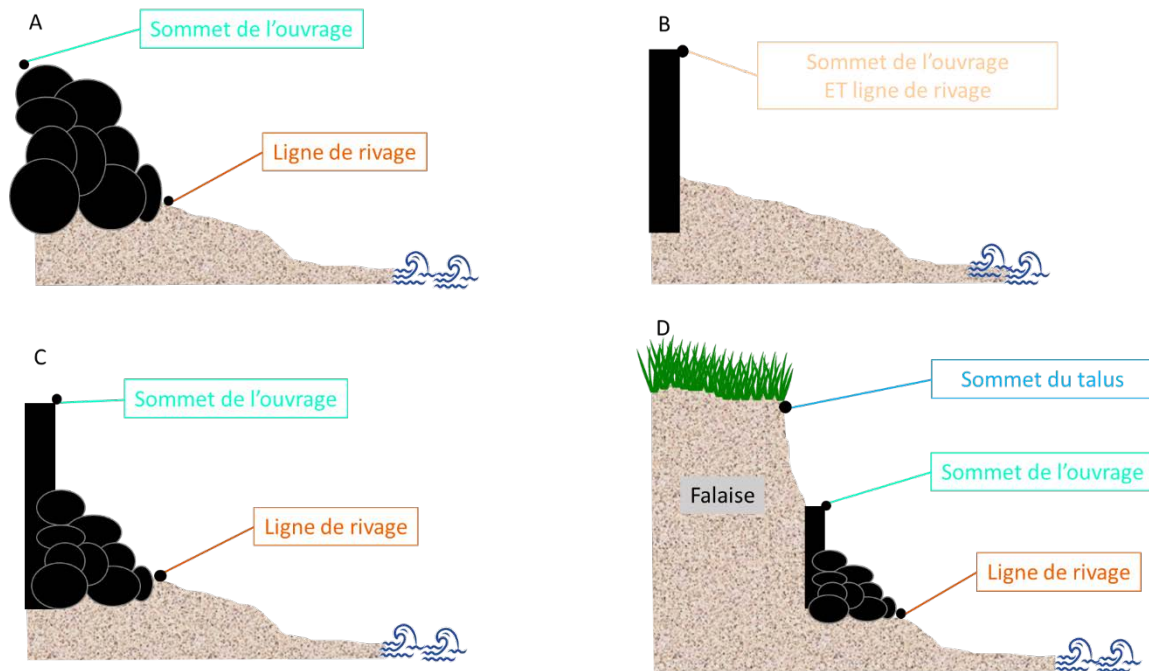


Figure 35. A) Côte artificialisée – Structure rigide : protection de blocs, B) Côte artificialisée – Structure rigide verticale, C) Côte artificialisée – Structure rigide combinée, D) Falaise artificialisée sur une partie de sa hauteur

I. Les zones portuaires

Les zones portuaires ont un impact important sur la dynamique littorale, d'où la nécessité de les numériser et de les caractériser. Toutefois, la plupart des segments se retrouvent dans l'eau, ou du moins en zone intertidale. De plus, ils ne peuvent être associés à un type de côte naturel. C'est pourquoi un segment reliant les côtes de part et d'autre d'une zone portuaire est numérisé et est caractérisé comme suit : « Limite géomorphologique : « Autre », signifiant qu'il ne s'agit pas d'une limite géomorphologique proprement dite et « Élément d'interprétation = « **Raccordement** » qui lui indique qu'il s'agit de la continuité de la ligne de rivage sans toutefois suivre un indicateur précis sur l'image, plutôt une position théorique de la côte avant la création de la zone portuaire. Ce raccordement est caractérisé en fonction du type de côte des secteurs adjacents, mais un complément du type de côte indique qu'il s'agit d'un segment associé à une zone portuaire (figure 36).

Le raccordement est inclus dans les analyses statistiques de longueur de côte. Sinon les pourtours des quais rallongeraient indument la proportion des côtes située en zone portuaire du fait de leur indentation prononcée ajoutée artificiellement à la côte.

Par définition, le type de côte principal ou le complément du type de côte « Zone portuaire » sous-entend la présence de remblai. Cette information n'est donc pas réitérée dans la caractérisation.

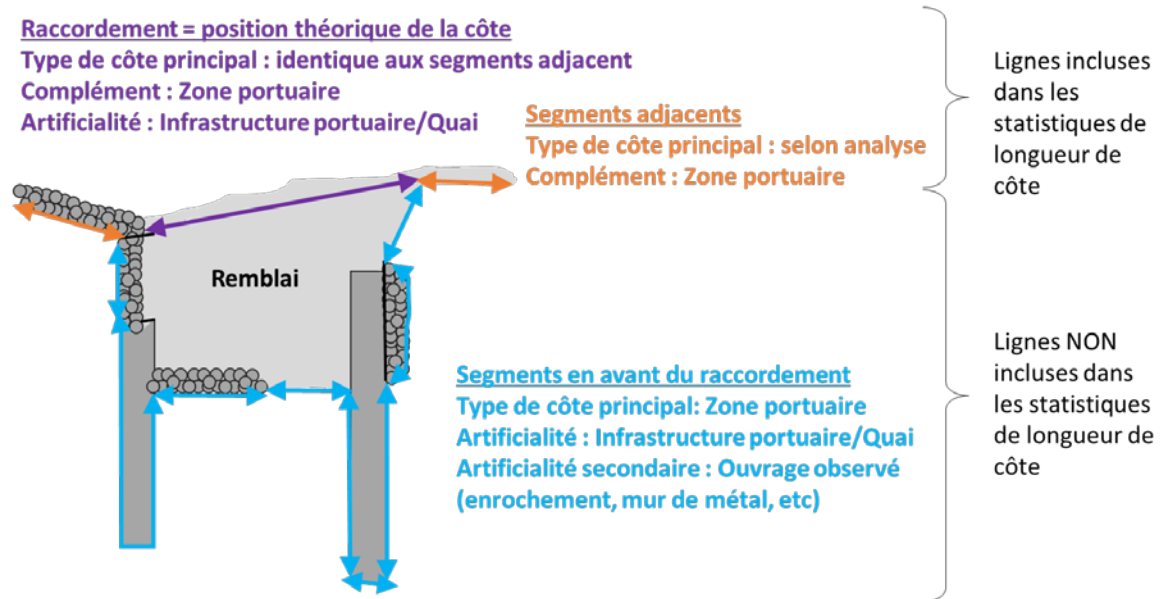


Figure 36. Caractérisation des zones portuaires

Les **segments situés devant (côté mer)** de ce « **Raccordement** » sont caractérisés comme type de côte = « Zone portuaire ». Ceux-ci sont exclus des analyses de longueur de côte et l'artificialité principale est généralement « Infrastructure portuaire/quai » alors que l'artificialité secondaire précise de quel type d'ouvrage il s'agit.

Finalement, un complément du type de côte : « Zone portuaire » peut être ajouté aux segments adjacents à une zone portuaire si celle-ci semble y être associée des raisons d'homogénéité avec la zone portuaire ou avec les ouvrages qui la compose.

J. Les remblais

Le type de côte en présence de remblai

Lorsque du remblai est observé ou fortement suspecté sur le linéaire côtier, sous une route en bordure de la côte par exemple, celui-ci peut constituer le type de côte principal ou simplement être mentionné comme complément du type de côte selon le cas. Premièrement, la caractérisation du type de côte naturel original sera priorisée plutôt que d'indiquer un **type de côte principal comme « remblai »**. Cette dernière caractérisation sera appliquée pour un remblai qui représente une avancée notable sur le domaine littoral et qui influence la dynamique sédimentaire du secteur où il se trouve.

Si le remblai représente une avancée vers la mer, mais qu'il est jugé peu influent sur la dynamique côtière, celui-ci sera mentionné en complément du type de côte seulement par l'attribut « Présence de remblai ».

Si le remblai ne représente pas une avancée vers la mer, sa position par rapport au niveau altimétrique des processus hydrodynamiques sera considérée. C'est-à-dire que si le remblai est situé à un niveau où il peut être atteint par les vagues ou encore si celui-ci est situé en arrière côte, le complément du type de côte indiquera « **Présence de remblai** ». Par contre, si le remblai a été déposé au-dessus d'une strate dont le substrat est naturel et donc que celui-ci ne peut être atteint par l'assaut des vagues, le complément de type de côte indiquera « **Remblai en sommet de talus** ».

Le type d'artificialité en présence de remblai

Selon le cas, le remblai peut être mentionné comme type d'artificialité principal ou secondaire, peut ne pas être mentionné du tout ou être précisé par les artificialités, remblai (OPC) ou recharge sédimentaire. Pour identifier comment indiquer les remblais comme type d'artificialité, les photo-interprètes ont utilisé une clé de caractérisation (voir figure 38).

Le remblai comme type d'artificialité principal sera mentionné **s'il a comme fonction de supporter le développement anthropique**, c'est-à-dire que l'objectif premier de sa mise en place était de permettre la construction d'infrastructure pour les besoins de l'humain (route, stationnement, bâtiment, etc.). À noter que les artificialités situées le long de la route (mur, enrochement) faisant office de limites côtières ou qui constituent des « piliers de pont » impliquent nécessairement la composante de remblai et celui-ci n'a donc pas à être indiqué en type d'artificialité secondaire lorsque ces ouvrages sont observés. Le remblai est considéré comme **type d'artificialité principal** lorsqu'il supporte le développement anthropique, mais n'est pas protégé par un ouvrage de protection. Dans le cas contraire, le remblai sera mentionné comme **type d'artificialité secondaire** s'il est visible derrière l'ouvrage.

Si le remblai **a comme fonction de protéger la côte**, le type d'artificialité principal sera plutôt un remblai (OPC) ou une recharge sédimentaire selon le cas.

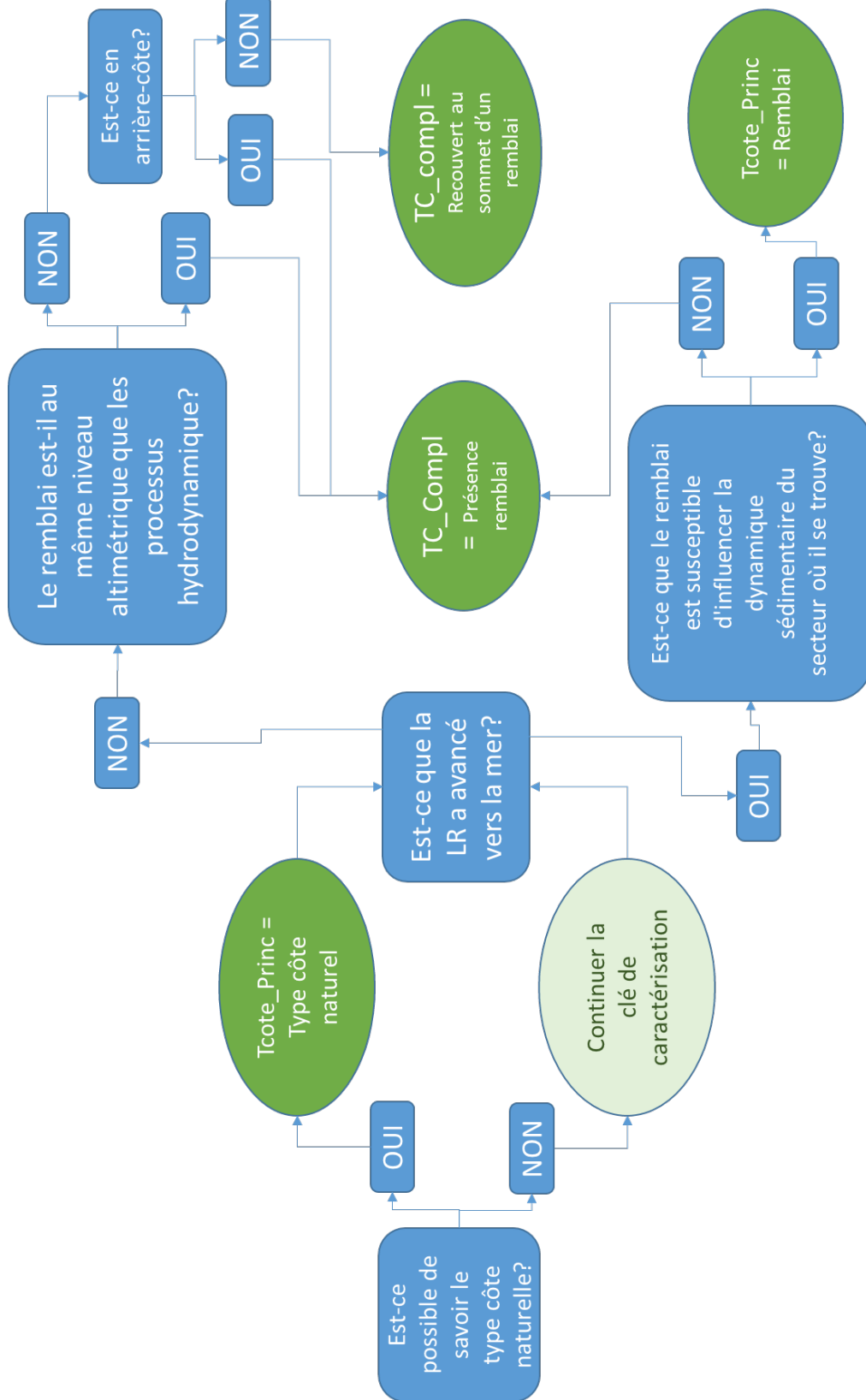


Figure 37. Clé de caractérisation du type de côte lorsqu'il y a présence de remblai

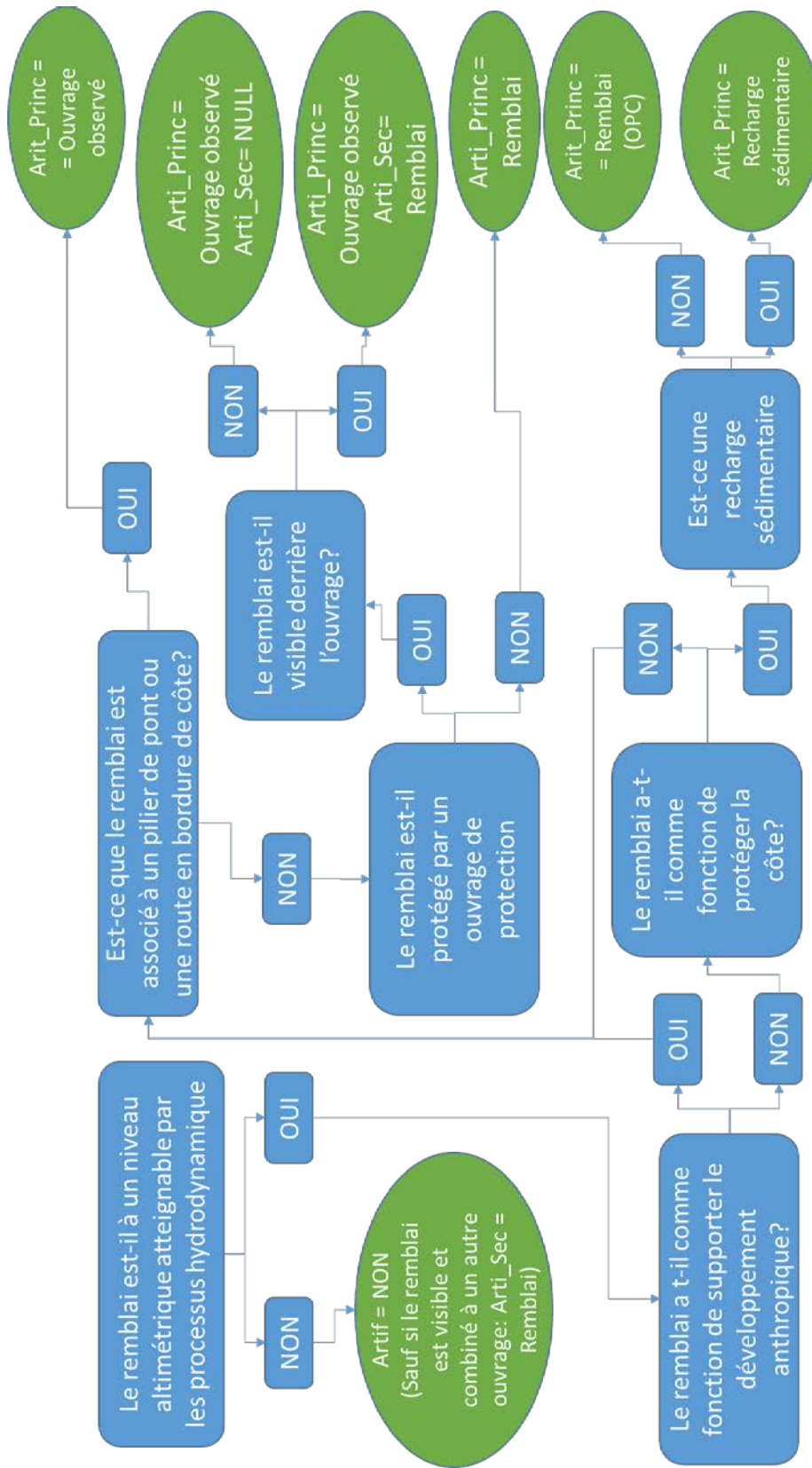


Figure 38. Clé de caractérisation des remblais comme type d'artificialité