

RÉSEAU DE SUIVI DE L'ÉROSION CÔTIÈRE DU QUÉBEC MARITIME

Guide pour les utilisateurs



Présenté au ministère de la Sécurité publique
du Québec

Octobre 2015

Équipe de travail

Sous la direction de :

Pascal Bernatchez, Ph.D., professeur titulaire de la Chaire en géoscience côtière, Directeur du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC), Université du Québec à Rimouski

Rédaction :

Pascal Bernatchez, Ph.D.

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

Collaborateurs :

Steeve Dugas, B. Sc., professionnel de recherche, LDGIZC, UQAR

Roch Guèvremont, B. Sc., professionnel de recherche, LDGIZC, UQAR

Remerciements :

Nous tenons à remercier les propriétaires côtiers qui nous ont permis d'implanter les stations de mesure sur leur propriété, sans quoi le Réseau de suivi ne pourrait exister sous sa forme actuelle. Le développement du Réseau a été possible grâce au financement personnel de Pascal Bernatchez (1995 à 2005) ainsi qu'au financement du gouvernement du Québec et du CRDCN (2000 à 2003) et d'une subvention FIR de l'Université du Québec à Rimouski (été 2003 et 2004). Nous tenons à remercier spécialement le ministère de la Sécurité publique du Québec pour le financement récurrent depuis 2006 permettant d'assurer le maintien et le suivi du Réseau. Nous tenons aussi à remercier les organismes suivants qui ont aussi participé financièrement pour une année donnée : ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (2005), ministère des Transports du Québec (2012), Conférence régionale des Élus de la Côte-Nord (2004). Nous tenons aussi à remercier la contribution en temps pour la fabrication des bornes et en matériels (camionnette, VTT) de Raoul Bernatchez et Danielle Bernatchez depuis le début du Réseau en 1995 jusqu'en 2007. Enfin, nous remercions aussi les quelque 100 employés, bénévoles et étudiants qui ont participé aux relevés de terrain.

Référence à citer :

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.

Photographie page de couverture : LDGIZC – UQAR, station de suivi de l'érosion aux îles-de-la-Madeleine.

Photographie 4^{ème} de couverture : LDGIZC – UQAR, mesure d'une station de suivi de l'érosion dans la Baie-des-Chaleurs.

AVANT-PROPOS

Ce guide a été conçu pour les personnes et organismes qui ont besoin d'utiliser les données du *Réseau de suivi de l'érosion côtière du Québec maritime* du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'UQAR.

Que vous soyez un représentant d'une municipalité, d'une réserve autochtone, d'un ministère, d'une entreprise privée ou un propriétaire riverain, ce guide vous sera utile lorsque vous vous intéresserez aux côtes du Québec maritime et à leur évolution récente.

Une brève présentation du Réseau de suivi de l'érosion côtière sera tout d'abord effectuée puis les principes généraux des mesures seront détaillés (qu'est-ce qui est mesuré ? comment est-ce que cela est mesuré ? et quelles sont les informations disponibles au niveau des bornes ?). Par la suite, les spécifications particulières du suivi de l'érosion selon les différents environnements côtiers seront abordées. Un portrait rapide des résultats obtenus dans les différentes régions du Québec maritime sera par la suite présenté. Finalement, de l'information sur les utilisations possibles de la base de données ainsi que la description des données numériques sera donnée au lecteur.

Les principaux termes de géomorphologie côtière nécessaires à la compréhension de la dynamique de l'évolution des côtes sont définis tout au long de ce guide. Ainsi, il peut être utilisé tant par des géographes, des géomorphologues et des géologues que par des aménagistes, des urbanistes, des inspecteurs municipaux, des biologistes ou des ingénieurs.

Bonne lecture.

TABLE DES MATIÈRES

1. Présentation du Réseau de suivi de l'érosion côtière	8
1.1 <i>Le Réseau de suivi</i>	8
1.2 <i>Objectifs du Réseau de suivi</i>	10
1.3 <i>Historique du Réseau</i>	11
1.4 <i>Utilisation des données du Réseau de suivi</i>	12
1.5 <i>Avertissements</i>	12
2. Principes généraux des mesures	13
2.1 <i>Qu'est-ce qui est mesuré ?</i>	13
2.2 <i>Comment les mesures sont-elles effectuées ?</i>	14
2.3 <i>Quelles sont les données disponibles pour chaque borne ?</i>	16
2.3.1 <i>Nom de la borne</i>	16
2.3.2 <i>Précisions si des données sont manquantes</i>	17
2.3.3 <i>Mesures annuelles</i>	18
2.3.4 <i>Taux de migration moyen</i>	18
2.3.5 <i>Recul maximum</i>	19
2.3.6 <i>État de la borne</i>	19
2.3.7 <i>Photographies</i>	19
2.3.8 <i>Description du système côtier</i>	20
3. Limites utilisées pour mesurer le déplacement du littoral	27
3.1 <i>Côtes basses sableuses</i>	30
3.2 <i>Côtes à falaise</i>	32
3.3 <i>Côtes à marais maritime</i>	35
3.4 <i>Côtes artificialisées</i>	37
4. Portraits régionaux	38
4.1 <i>Chaudière-Appalaches</i>	39
4.2 <i>Bas-Saint-Laurent</i>	39
4.3 <i>Gaspésie</i>	39
4.4 <i>Îles-de-la-Madeleine</i>	39
4.5 <i>Capitale-Nationale</i>	39
4.6 <i>Côte-Nord</i>	39
5. Utilisation des données	40
5.1 <i>Présentation des données disponibles</i>	40
5.2 <i>Interprétation géomorphologique des données</i>	41
5.2.1 <i>Variabilité spatiale</i>	41
5.2.2 <i>Variabilité temporelle</i>	43
5.3 <i>Calculs possibles</i>	44
5.4 <i>Description des données numériques</i>	45

1. PRÉSENTATION DU RÉSEAU DE SUIVI DE L'ÉROSION CÔTIÈRE

1.1 Le Réseau de suivi

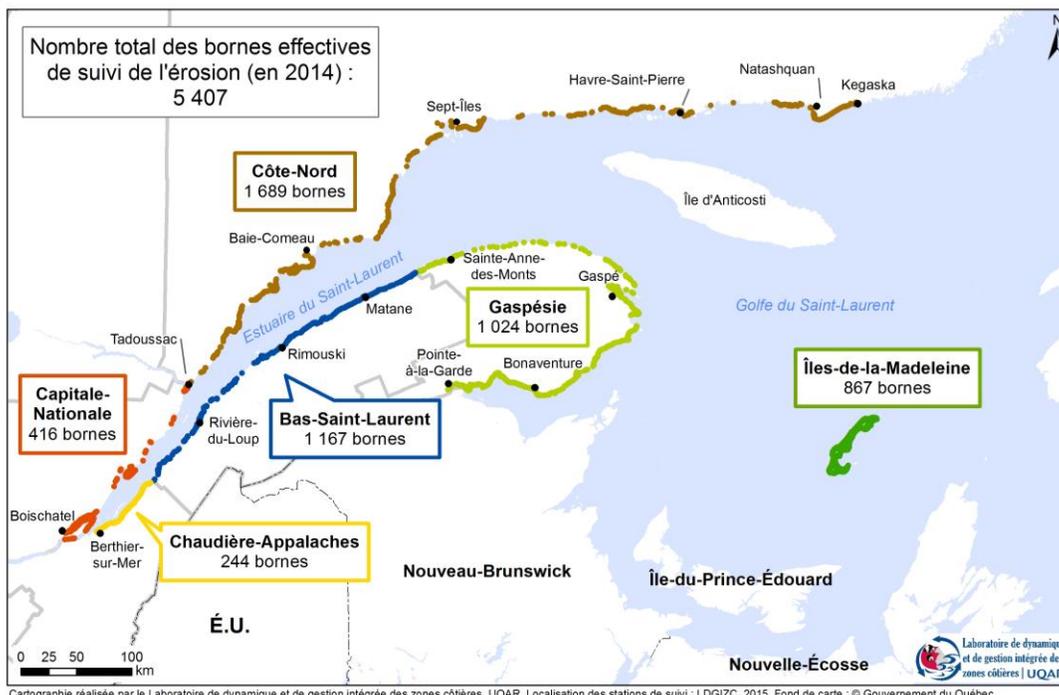
Le **Réseau de suivi de l'érosion côtière** a été mis en place par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'UQAR afin de connaître précisément l'avancée et/ou le recul des côtes du Québec maritime dans le but d'améliorer la compréhension du système côtier, mais aussi d'apporter une aide à la décision pour la gestion de la côte.

Le **territoire couvert** par le Réseau de suivi du LDGIZC comprend les régions administratives de la Capitale-Nationale (de Boischatel à la rivière Saguenay, en incluant l'Île-d'Orléans et L'Isle-aux-Coudres), de Chaudière-Appalaches (de Berthier-sur-Mer jusqu'à Saint-Roch-des-Aulnaies), du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie-Îles-de-la-

Madeleine (jusqu'à Pointe-à-la-Garde) et de la Côte-Nord (de Tadoussac jusqu'à Kegaska, excluant l'Île-d'Anticosti).

Depuis la création du Réseau de suivi, **6 200 bornes** ont déjà été installées. Cependant, 793 d'entre elles ont été annulées au cours des années pour différentes raisons. Ainsi, en 2014, le Réseau de suivi comprenait **5 407 bornes** effectives réparties sur les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent.

À NOTER : les informations présentées dans ce guide sont à jour par rapport au suivi réalisé à l'été 2014 (sauf mention contraire).



Localisation des bornes effectives par région administrative (2014)

Le Laboratoire en bref

Le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, ou LDGIZC, a été créé en 2003 par le professeur Pascal Bernatchez grâce au financement de la Fondation canadienne pour l'innovation et le ministère de l'Éducation du Québec. Il est basé à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR). Ce laboratoire est dédié à l'étude de l'évolution et de la dynamique des systèmes côtiers à l'échelle récente et actuelle, mais aussi à la reconstitution et l'évolution des niveaux marins et des littoraux sur une longue période historique couvrant les 100 000 dernières années.

Le programme de recherche vise ainsi à comprendre la **sensibilité des régions côtières froides aux changements environnementaux** afin d'**appréhender leur évolution future**. Les études pluridisciplinaires menées par le Laboratoire visent à développer des modèles et à appuyer des initiatives de gestion intégrée dans une perspective de développement durable de l'environnement maritime.

L'approche est basée sur des collaborations étroites entre les intervenants des différents paliers de gouvernements et des communautés côtières, ainsi que la compilation et l'intégration de bases de données géospatiales multisources.

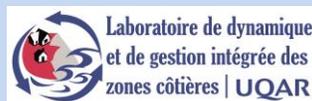
Ce Laboratoire abrite aussi la **Chaire de recherche en géoscience côtière** dont le programme de recherche est axé sur l'**analyse des risques côtiers**.

Le LDGIZC s'articule autour de trois grands axes de recherche :

1. Déglaciation et variations du niveau marin relatif;
2. Dynamique côtière récente et actuelle;
3. Gestion intégrée des zones côtières.

Nous contacter : sigec@uqar.ca

Site internet : <http://dgizc.uqar.ca/>



1.2 Objectifs du Réseau de suivi

Les principaux objectifs du Réseau de suivi de l'érosion côtière sont de :

- 1) **quantifier le déplacement du littoral** pour évaluer sa sensibilité;
- 2) quantifier le recul du littoral lors d'**événements extrêmes**;
- 3) déterminer la **variabilité spatiale** dans la vitesse de déplacement du littoral selon les caractéristiques géomorphologiques et marines;
- 4) déterminer la **variabilité temporelle** dans le rythme de déplacement du littoral et évaluer la présence de cycles dans les tendances d'évolution;
- 5) identifier les **processus** et les **causes** de l'érosion côtière et la sédimentation;
- 6) évaluer la **vulnérabilité des infrastructures** côtières aux aléas côtiers (cet aspect ne sera pas abordé ici, se référer plutôt au guide pour les utilisateurs du Réseau des infrastructures vulnérables);
- 7) quantifier et mettre à jour les reculs maximums événementiels pour la cartographie des marges de sécurité en érosion côtière.

Du point de vue de la recherche scientifique, à moyen terme, ce Réseau vise également à comprendre et à modéliser la réponse des systèmes côtiers en fonction :

- a) des changements climatiques;
- b) de la hausse appréhendée du niveau marin;
- c) de la réduction du couvert de glace;
- d) des événements météo-marins extrêmes;
- e) des perturbations anthropiques.



1.3 Historique du Réseau

En 1995, à la suite de recommandations effectuées à la MRC de Manicouagan concernant la problématique de l'érosion côtière (Bernatchez, 1995), des premières stations de mesure sont implantées sur la péninsule de Manicouagan par Pascal Bernatchez. En 1998, dans le cadre d'un projet de maîtrise de Stéphane Leblanc et de doctorat de Pascal Bernatchez, plus de 200 stations sont implantées couvrant le territoire de la péninsule de Manicouagan. En 2000, à la suite d'une entente spécifique sur l'érosion des berges signée par cinq ministères du gouvernement du Québec et le Conseil régional de développement de la Côte-Nord, le Réseau de suivi est largement bonifié pour s'étendre à l'ensemble de la Côte-Nord. Le Réseau sera par la suite étendu graduellement jusqu'à couvrir la majorité du Québec maritime en 2007.

Principaux faits saillants du développement

2000 :

- Implantation du Réseau de suivi sur l'ensemble des côtes de la Côte-Nord dans le cadre de l'entente spécifique sur l'érosion des berges (Dubois *et al.*, 2006).

2002 :

- Premières mesures au Bas-Saint-Laurent dans la région de Matane.

2003 :

- Création du LDGIZC;
- Ajout de stations de suivi sur la rive sud du Saint-Laurent entre Berthier-sur-Mer (Chaudière-Appalaches) et Cap-Madeleine (Gaspésie).

2004 : Mandat de la CRÉ de la Côte-Nord pour poursuivre le suivi de l'érosion sur la Côte-Nord.

2005 :

- Ajout d'un suivi des infrastructures vulnérables aux aléas côtiers.
- Ajout du suivi de l'érosion aux Îles-de-la-Madeleine et dans la Baie-des-Chaleurs pour couvrir la Gaspésie.
- Mandat du *ministère des Affaires municipales et des Régions du Québec* pour dresser un bilan de l'érosion côtière sur la Côte-Nord (2000-2005) et faire un bilan préliminaire de la situation de l'érosion côtière dans le Bas-Saint-Laurent, la Gaspésie et les Îles-de-la-Madeleine et pour bonifier le Réseau de suivi de l'érosion pour le Québec maritime laurentien.

2007 :

- Ajout du suivi de l'érosion dans la région de la Capitale-Nationale.

Depuis 2006, le ministère de la Sécurité publique du Québec finance le LDGIZC pour le maintien du Réseau de suivi et la réalisation des levés terrain. Le suivi est aussi effectué en collaboration avec le ministère des Transports du Québec depuis 2014 pour assurer une bonne couverture des infrastructures de transport. Le Réseau est évolutif et de nouvelles stations de mesure peuvent être ajoutées chaque année selon les besoins constatés sur le terrain. Certaines stations sont également enlevées (perte de droits d'accès, artificialisation de la côte, modification de l'environnement côtier...).

1.4 Utilisation des données du Réseau de suivi

Les données du Réseau de suivi peuvent être utilisées pour la recherche, mais elles ont également plusieurs applications concrètes pour les partenaires du LDGIZC. En effet, les taux de migrations locaux, les moyennes régionales, les reculs maximums observés, etc. peuvent être utiles pour plusieurs projets tels que :

- 1) Suivi des infrastructures par les conseillers en sécurité civile du MSP;
- 2) Élaboration des avis géomorphologiques ou techniques et des avis d'imminence pour le MSP;
- 3) Suivi des tronçons routiers pour le MTQ;
- 4) Analyse et mise en œuvre de solutions par des firmes privées, des consultants, des ministères (MTQ, MSP,...), les

Comités ZIP, des organismes environnementaux (Attention Fragîle,...), des tables de concertation régionale (TCR), des comités côtiers...;

- 5) Évaluation environnementale et analyse de projets en zone côtière (MDDELCC);
- 6) Évaluation de la vulnérabilité des infrastructures (MTQ, Hydro-Québec, AADNC, Parcs Canada);
- 7) Campagne de sensibilisation sur les risques côtiers et la dynamique côtière (Comité ZIP, Attention Fragîle);
- 8) Gestion des terres publiques et des baux de villégiature (MERN).

1.5 Avertissements

Il est important de connaître les limites de la base de données du Réseau de suivi de l'érosion côtière du LDGIZC :

1) Si les mesures des stations de suivi dans un secteur n'indiquent pas d'érosion depuis plusieurs années, cela ne veut pas dire que le terrain n'est pas soumis à un risque d'érosion graduelle (la tendance peut s'inverser, car la dynamique côtière peut se modifier) ou événementielle (même une côte stable peut connaître des épisodes d'érosion importants lors d'un événement exceptionnel). Ainsi, une mesure du Réseau de suivi de l'érosion côtière du LDGIZC ne remplace jamais une analyse par un géomorphologue côtier d'expérience;

2) Les mesures effectuées avec le Réseau de suivi de l'érosion côtière ne permettent que d'évaluer l'aléa d'érosion. Une analyse de risque devrait intégrer l'ensemble des aléas qui peuvent survenir en un lieu donné (avalanches, glissements fortement rétrogressifs, coulées argileuses, submersion...);

3) Les données de suivi ne devraient pas être extrapolées à un secteur adjacent sans en connaître la dynamique côtière;

4) Les données d'un secteur avec une faible densité de bornes ne devraient pas être utilisées pour des fins d'analyse de risque, ni pour l'analyse de solutions.



Malgré toute l'attention que nous apportons à la base de données, il se peut que quelques erreurs se soient glissées à l'intérieur. Si vous en décelez une, merci de nous en faire part à sigec@uqar.ca pour que nous puissions la corriger au plus vite.

2. PRINCIPES GÉNÉRAUX DES MESURES

L'implantation des bornes s'est effectuée principalement en fonction du type de côte. C'est-à-dire que les côtes rocheuses plus résistantes ont une plus faible densité de stations que celles qui sont plus friables. Les côtes qui ne connaissent pas d'érosion à l'échelle humaine (c'est-à-dire les côtes rocheuses ignées) ne sont pas suivies. Par le fait même, les côtes de dépôts meubles, plus sensibles à l'érosion, vont posséder une plus grande densité de stations de mesure que les côtes de roches consolidées.

2.1 Qu'est-ce qui est mesuré ?

Les stations de suivi de l'érosion côtière sont implantées sur les côtes du Québec maritime afin de mesurer l'évolution horizontale de la côte. Toutes les mesures effectuées sont exprimées en mètres. Sont mesurés autant les pertes de terrain au profit de la mer (érosion) que les gains de terrain sur la mer (accumulation, avancée).

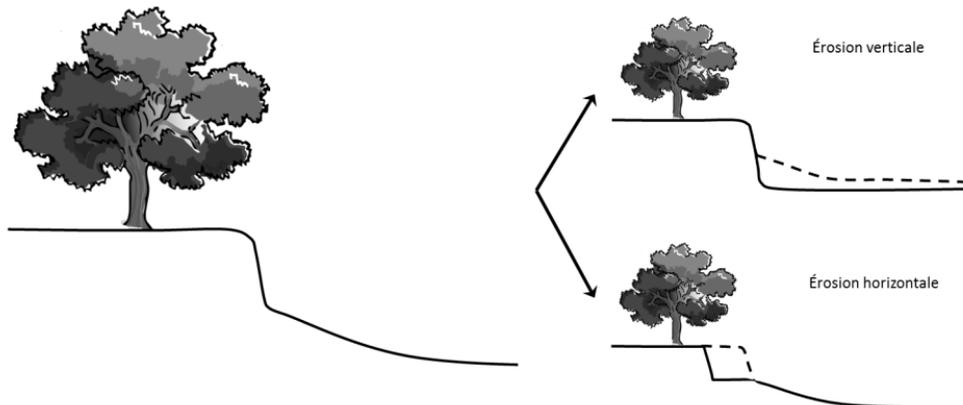
L'**érosion horizontale** (ou latérale) s'observe aisément, car il est possible de voir des microfalaises ou des falaises qui reculent et font disparaître des parcelles de terrains côtiers. L'**érosion verticale**, qui consiste en l'abaissement de la plage, est plus difficilement observable, mais elle a aussi un impact sur les côtes. En effet, l'érosion verticale permet aux vagues de frapper la côte avec une plus grande force. Celles-ci

sont également susceptibles d'atteindre plus souvent le pied du talus.

Migration : déplacement de la ligne géomorphologique marquant la limite entre le système terrestre et le système marin (c'est-à-dire de la côte), que ce soit vers la terre ou vers la mer. La migration moyenne inclut autant les mesures d'érosion que d'accumulation (avancée).

Érosion : Perte de terrain au profit de la mer. Recul de la côte vers les terres.

Accumulation (progradation) : Avancée de la côte vers la mer. Gain de terrain sur la mer.



Érosion verticale et érosion horizontale

2.2 Comment les mesures sont-elles effectuées ?

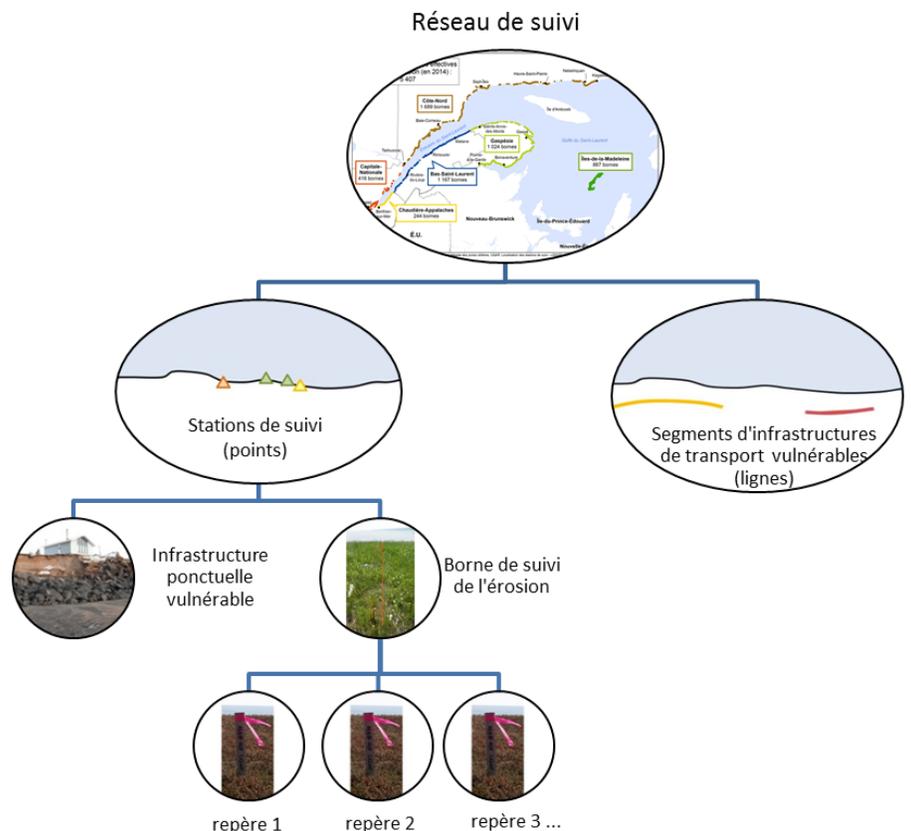
Les bornes sont des **points fixes** qui permettent de réaliser une mesure directe avec un galon à mesurer millimétrique entre le point fixe et la côte (voir section 3. pour les précisions des limites utilisées pour les mesures). La **différence entre les mesures** réalisées à deux dates (T0 et T+1) permet de quantifier le recul ou l'avancée de la côte avec une précision inférieure à 0,05 m. Les repères utilisés correspondent soit à des éléments permanents déjà présents (coin de bâtiments, poteaux, arbres...), soit à des piquets de bois installés spécifiquement pour le Réseau de suivi. Les relevés sont habituellement réalisés une fois par année. Cependant, des mesures supplémentaires peuvent être prises suite à une tempête importante ou pour des besoins spécifiques dans le cadre de projets de recherche.

Les mesures sont effectuées à la main par plusieurs équipes de deux géographes / géomorphologues côtiers. La **mesure est prise perpendiculairement à la côte**, c'est pourquoi plusieurs piquets sont implantés (généralement 3 ou 4) afin que l'alignement demeure le même au cours des années. De plus, cela permet de diminuer les risques de perte de la station de suivi si un piquet venait à être arraché ou endommagé. Chaque station est localisée à l'aide d'un GPS.

L'implantation d'une borne sur un terrain privé se fait avec l'autorisation du propriétaire qui est informé verbalement de la nature du projet. Si un propriétaire est absent lors du suivi annuel, une lettre l'informant du passage de l'équipe est laissée à sa résidence.

QUESTION DE VOCABULAIRE

Le Réseau de suivi de l'érosion côtière comprend le suivi d'éléments ponctuels (les **stations de suivi**) et d'éléments linéaires (les **segments d'infrastructures de transport vulnérables**). Les stations de suivi peuvent être des **bornes de suivi de l'érosion côtière** (ou bornes), des **infrastructures ponctuelles vulnérables** ou les deux à la fois. Une infrastructure qui est suivie quant à sa vulnérabilité face aux risques côtiers peut ainsi servir également de borne pour mesurer l'érosion côtière. Chaque borne comprend un ou plusieurs **repères** qui sont alignés pour une mesure précise année après année.



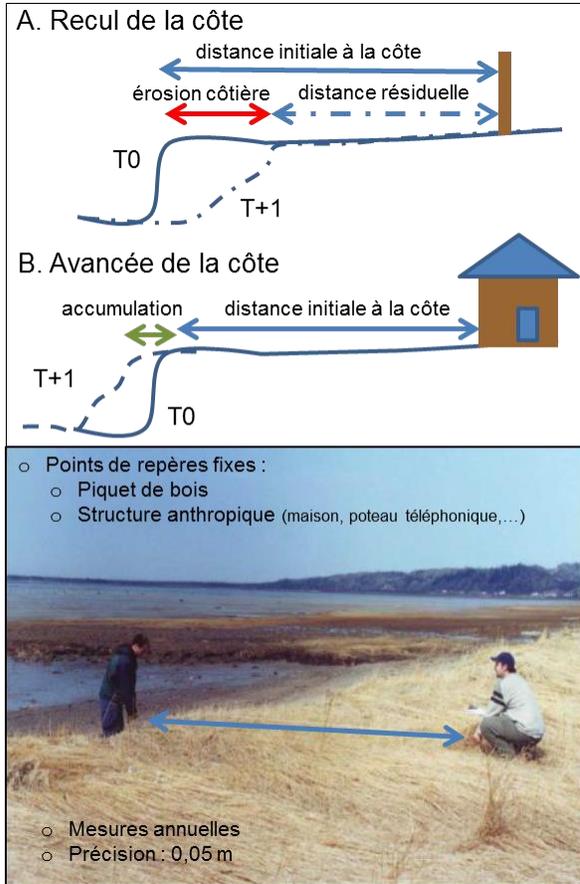
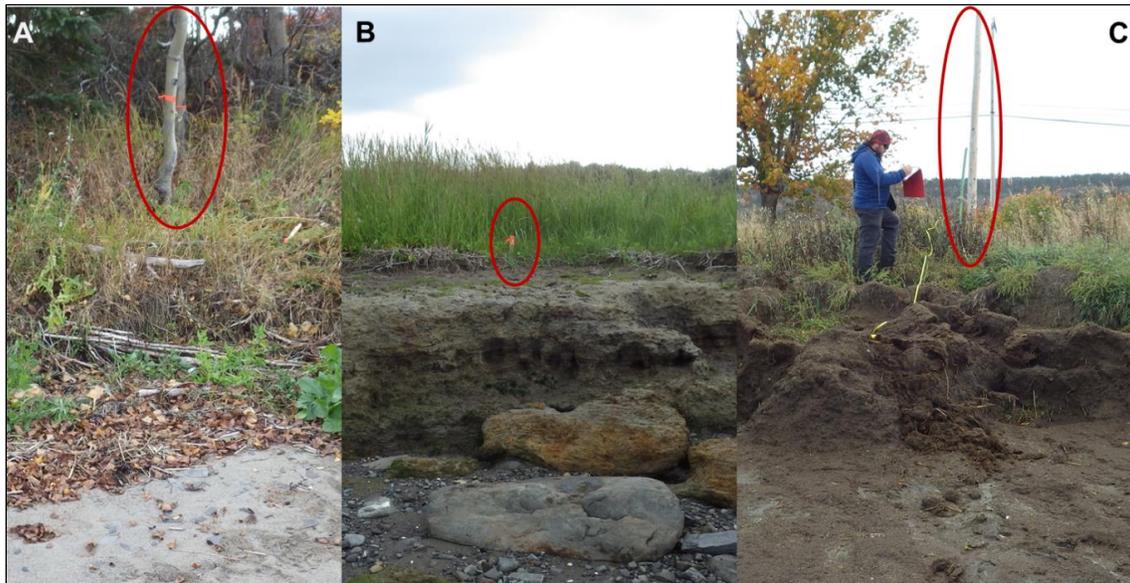


Schéma méthodologique du suivi de l'érosion côtière

Plusieurs repères sont implantés et alignés pour une mesure précise et constante



Différents types de repères

A : une borne dont les deux repères sont des arbres; **B** : une borne dont le repère est un piquet de bois du LDGIZC; **C** : une borne dont le repère est un poteau du réseau de distribution électrique

2.3 Quelles sont les données disponibles pour chaque borne ?

Pour chaque station de suivi (borne et/ou infrastructure), différentes informations sont disponibles dans la base de données sous format de fichier de forme (shapefile). Ne sont présentées ici que les informations relatives aux bornes (pour les infrastructures, voir le guide pour les utilisateurs du Réseau de suivi des infrastructures vulnérables). La description détaillée de la table d'attribut est présentée au point 5.4.

16

2.3.1 Nom de la borne

Le nom de la borne est composé de deux à quatre lettres en majuscule selon le nom de la municipalité suivi d'un tiret et d'un numéro séquentiel de deux ou trois chiffres. Par exemple :

- ESCU-01 → la première station de suivi implantée dans la municipalité d'Escuminac;
- PER-75 → la 75^{ème} station de suivi implantée dans la municipalité de Percé.

Plusieurs acronymes peuvent être utilisés à l'intérieur d'une même municipalité si celle-ci est le résultat d'une fusion de plusieurs municipalités ou si elle comporte des secteurs ayant une identité propre. Par exemple en Gaspésie, dans la municipalité de Chandler, plusieurs noms sont utilisés selon les secteurs : PABM (Pabos Mills), PAB (Pabos), NP (Newport) et CHAN (Chandler). Autre exemple sur la Côte-Nord où l'on retrouve PORC (Port-Cartier) ou PEN (Pentecôte) selon le secteur de la municipalité de Port-Cartier dans lequel on se trouve.

Localement, des bornes peuvent être nommées avec le nom de la municipalité voisine, car il est parfois difficile de bien identifier la limite municipale lors des relevés sur le terrain.

Il est à noter que les numéros ne se suivent pas forcément le long de la côte d'est en ouest ou du nord au sud. En effet, des bornes ont pu être rajoutées au cours des années pour couvrir de nouveaux secteurs ou pour densifier le Réseau de suivi.

Lorsque les bornes sont des piquets de bois, elles sont identifiées au marqueur noir directement sur le piquet ou sur une plaquette d'aluminium. Leur nom, leur distance originale d'implantation par rapport à la côte ainsi que l'acronyme « UQAR » sont les renseignements inscrits. Un ruban d'arpentage est également ajouté (tout comme sur les arbres) pour faciliter le repérage lors des suivis subséquents.



**Exemple de la borne HAB-105
(Îles-de-la-Madeleine)**

À NOTER : si le nom d'une borne est suivi par un suffixe (une lettre : A, B...) c'est que le repère qui était utilisé au début pour les mesures a dû être remplacé au cours des années. Cela peut par exemple être lié au fait que le piquet a été arraché, perdu, que la résidence a été déplacée, la clôture refaite, etc. Dans la base de données, l'ensemble des mesures est présenté comme étant une seule borne de suivi de l'érosion côtière (donc les données seront sur la même ligne). En effet tant les données mesurées par rapport à l'ancien repère que celles prises par rapport au nouveau repère représentent l'évolution de la côte à un même endroit (à quelques mètres près). Il est cependant possible qu'il manque une année de mesure lors de la transition entre les deux points fixes servant de référence.

2.3.2 Précisions si des données sont manquantes

Les données peuvent ne pas exister pour des stations durant certaines périodes. Plusieurs raisons peuvent expliquer cela, tel que le fait que la borne soit nouvellement implantée, qu'elle ait été perdue et vienne d'être réimplantée, que la borne soit maintenant

perdue ou annulée, qu'un ouvrage de protection ait été installé, que la borne n'était pas encore suivie à cette période. Les codes faisant référence à ces différentes situations, en format texte ou numérique, sont présentés ci-dessous.

Codes numériques pour les données manquantes (pour les déplacements annuels et le taux moyen)

Définition	Code texte	Code numérique
Nouvelle implantation : la station a été implantée à la fin de la période considérée. Il n'est donc pas encore possible d'avoir une mesure de migration de la côte à cet endroit.	imp	333
Réimplantation : la station a été perdue ou endommagée au cours de la période considérée. Cela signale un manque de données pour la période considérée. Cependant pour les périodes subséquentes, de nouvelles mesures seront prises, presque au même endroit (à quelques mètres près).	rimp	444
Station annulée : à partir de la période considérée, plus aucune mesure ne sera disponible. La raison n'est pas déterminée, cela peut être : interdiction d'accès à ce terrain, perte de la station, modification de l'environnement côtier...	an	555
Station annulée dû à un ouvrage de protection : à partir de la période considérée, plus aucune mesure ne sera disponible. La raison est qu'un ouvrage de protection a été mis en place et qu'il empêche l'évolution côtière naturelle.	op	666
Station annulée dû au déplacement de l'infrastructure servant de repère : à partir de la période considérée, plus aucune mesure ne sera disponible. La raison est que l'infrastructure qui constituait le repère a été déplacée.	dep	777
Non applicable : la station n'était pas encore suivie pour la période considérée (elle n'a été implantée que subséquentement).	na	888
Mesure non disponible : Pour la période considérée. De nouvelles mesures pourront être prises pour des périodes subséquentes.	nd	999

2.3.3 Mesures annuelles

Les mesures annuelles de déplacement de la côte sont présentées en mètres selon un intervalle de un an. Comme les mesures sont effectuées habituellement en période estivale, l'évolution de la côte montre le déplacement de celle-ci entre deux étés.

La période totale pour laquelle des mesures ont été faites est également indiquée dans le champ « Période ».

Exemples :

- 2000 à 2001 → évolution de la côte entre l'été 2000 et l'été 2001.
- -1,00 → désigne une perte de terrain de un mètre, soit une érosion.
- 1,00 → désigne un gain de terrain de un mètre, soit une avancée.

18

2.3.4 Taux de migration moyen

Il s'agit de la moyenne des différentes mesures annuelles de déplacement de la côte (c'est-à-dire en incluant tant les mesures d'érosion que d'avancée, voir définition à la page 13). Une colonne présente aussi l'information mise en classes pour faciliter la consultation et la cartographie. Les différentes classes sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Si seulement une ou deux années de mesures existent, aucune moyenne n'est calculée. De plus, à la première année d'implantation d'une borne, aucune mesure

n'existe encore. Dans ces deux cas, le code utilisé est « A » (tableau ci-dessous).

À NOTER : Même si un taux de déplacement moyen est indiqué, celui-ci n'est pas forcément représentatif des conditions actuelles sur la côte. Veuillez vous référer à la période de mesures et à l'état de la borne avant d'interpréter la donnée.

Par exemple, une borne peut avoir un taux moyen de 0,34 m/an mais être annulée depuis 5 ans. La côte peut donc être en érosion ou en accumulation depuis plusieurs années à cet endroit.

Classes de déplacement moyen et codes associés

Classes de déplacement	Code utilisé
Taux de déplacement moyen non déterminé (deux ans ou moins de mesures, nouvelle implantation)	A
Taux de déplacement moyen supérieur à 0,01 mètre/an (c'est-à-dire une accumulation moyenne)	B
Taux de déplacement moyen nul (0 mètre/an)	C
Taux de déplacement moyen entre -0,01 et -0,10 mètre/an	D
Taux de déplacement moyen entre -0,11 et -0,49 mètre/an	E
Taux de déplacement moyen entre -0,50 et -0,99 mètre/an	F
Taux de déplacement moyen inférieur ou égal à -1,00 mètre/an	G

2.3.5 *Recul maximum*

Le recul maximum de la côte permet de connaître la potentialité de réponse de ce type de côte en cas d'événement majeur d'érosion. C'est pourquoi cette valeur est

indiquée pour chaque station. De plus, l'année durant laquelle s'est produit ce recul est également renseignée.

2.3.6 *État de la borne*

Pour chaque station de suivi, il est indiqué si elle est effective ou non. Depuis le début du Réseau de suivi de l'érosion côtière, il y a déjà eu 6 200 stations. Cependant, au cours des années, certaines ont dû être annulées. Il reste donc en 2014 un total de 5 407 stations effectives. L'information est indiquée dans le champ « Etat_Borne ».

Les stations de suivi qui ne sont plus effectives restent présentes dans la base de données car elles fournissent des renseignements intéressants sur la dynamique côtière récente.

2.3.7 *Photographies*

Au moins trois photographies de l'environnement de la station de suivi sont prises annuellement. L'une vers la droite, une autre de face et la dernière vers la gauche. Au besoin, d'autres photographies peuvent s'ajouter pour permettre une meilleure compréhension de la situation. Elles sont nommées selon le nom de la borne, puis un tiret bas (_) puis la date (jour-mois-année) puis un tiret bas (_) puis une lettre (A, puis B, puis C, etc.).

Exemples ci-dessous :

- NC-10A_20-11-2013_A → vers la droite
- NC-10A_20-11-2013_B → vers la gauche
- NC-10A_20-11-2013_C → de face



Photographies prises au niveau d'une borne (NC-10A en 2013)

2.3.8 Description du système côtier

Type de côte

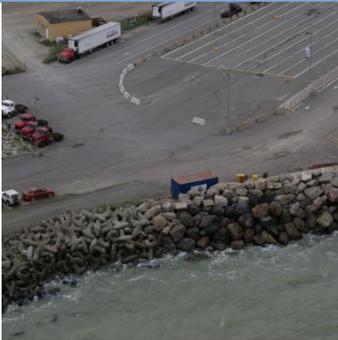
La base de données comprend également l'information sur le type de côte sur lequel se situe la station de suivi. Les définitions des principaux types de côtes sont présentées au tableau ci-après.

À NOTER : la réalité du terrain peut être plus complexe et être une combinaison de plusieurs types de côtes (par exemple, un marais maritime peut se développer sur le bas estran devant une terrasse de plage). De plus, les zones de transitions entre deux environnements comportent des caractéristiques progressives de deux environnements côtiers, ce qui peut complexifier l'analyse.

Définition des principaux types de côtes

Type de côte*	Exemple photographique	Définition
Marais maritime		Les marais maritimes sont des zones d'accumulation de sédiments fins colonisées par de la végétation herbacée.
Terrasse de plage		Accumulation de sable ou de gravier littoral formée d'un replat généralement végétalisé qui est très rarement submergé par les marées. Le replat est parfois bordé sur sa partie inférieure par un talus d'érosion (microfalaise) de moins de 2 m de hauteur et sa surface est parfois affectée par l'activité éolienne. La terrasse de plage peut être suivie à l'arrière-plage ou l'arrière-côte d'une falaise morte ou d'une surface plane.
Tombolo et cordon littoral		Accumulation basse de sable ou de gravier qui relie la côte à un îlot souvent rocheux ou deux îlots rocheux entre eux. Ce type de côte est souvent bordé d'une lagune. Le cordon littoral peut ne pas être attaché à la côte et est souvent parallèle à celle-ci. Dans la région des Îles-de-la-Madeleine, ces systèmes sont dunifiés.
Flèche littorale		Accumulation de sable ou de gravier qui s'attache d'un côté à la côte et qui s'étire généralement parallèlement à celle-ci; l'extrémité est libre.
Côte dunaire		Une côte dunaire est une côte qui se forme où une importante quantité de sable est disponible. Elle est principalement formée de sable qui s'est accumulé au fil du temps par des processus éoliens. Elle forme des falaises sableuses lorsqu'elle est en érosion et peut aussi être végétalisée.

Type de côte*	Exemple photographique	Définition
Côte morainique		Une côte morainique est composée de dépôts glaciaires laissés par le passage de l'inlandsis Laurentidien ou d'une calotte glaciaire qui a érodé le socle rocheux. Les dépôts peuvent aussi être fluvioglaciaires. Les dépôts de blocs et de galets sont maintenant soumis à l'action des vagues qui a souvent lessivé les sédiments plus fins.
Falaise meuble		Escarpement de dépôts non consolidés (argiles, limons, sables, graviers, galets, blocs). Les escarpements de moins de 5 m de hauteur sont classifiés comme basse falaise meuble.
Falaise meuble à base rocheuse		Escarpement de dépôts non consolidés (argiles, limons, sables, graviers, galets, blocs) dont la base est constituée de roche consolidée. Les escarpements de moins de 5 mètres sont classifiés comme des basses falaises meubles à base rocheuse.
Falaise rocheuse		Escarpement de roche consolidée. On retrouve des roches sédimentaires, métamorphiques et ignées. Les escarpements de moins de 5 m de hauteur sont classifiés comme basse falaise rocheuse.
Falaise rocheuse à sommet meuble		Escarpement rocheux surmonté d'un dépôt meuble sur moins de la moitié de la hauteur, mais qui influence le mode de recul de la falaise. Les escarpements de moins de 5 m de hauteur sont parfois classifiés comme basses falaises rocheuses à sommet meuble.

Type de côte*	Exemple photographique	Définition
Côte rocheuse sans falaise		Côte rocheuse sans falaise, à pente douce possédant parfois des écueils rocheux. Elle peut être constituée de roches sédimentaires résistantes (Bas-Saint-Laurent et Gaspésie), métamorphiques ou ignées (Côte-Nord) et être stable à moyen terme (roches sédimentaires résistantes) ou à long terme (roches ignées).
Artificielle		Une côte est qualifiée comme artificielle seulement lorsqu'il n'est plus possible de déterminer quel est le type de côte qui était présent avant les modifications anthropiques.
Remblai		Lorsqu'un remblai important a été effectué en direction de la mer et que le type de côte original n'est plus discernable. Ces côtes sont toujours artificialisées pour maintenir le remblai en place.

* Il est à noter qu'en présence d'un ouvrage de protection côtière, le type de côte d'origine est attribué au segment de côte lorsque cela est possible. La présence et le type d'ouvrage sont alors indiqués ailleurs dans la base de données. Lorsqu'il n'est pas possible de déterminer le type de côte original (qui était présent avant l'action anthropique), et seulement dans ces situations, la côte est considérée comme artificielle.

État de la côte

L'état de la côte au moment où la mesure est effectuée est noté dans la base de données.

Il est important de noter que des côtes peuvent être en progradation sur le long terme, mais sans que cela ne soit identifiable actuellement sur le terrain. Elles sont alors souvent considérées comme végétalisées. Les côtes désignées en accumulation sont celles qui présentent des signes d'accumulation identifiables sur le terrain.

Lorsqu'une côte présente un ouvrage de protection, elle est considérée comme étant d'un état stable/végétalisé tant que l'ouvrage de protection limite le processus d'érosion. Cependant, 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, voire même active, si l'ouvrage de protection n'est pas du tout efficace.

Définition des états possibles de la côte

État de la côte	Définition
Accumulation	Processus d'accumulation actifs.
Stable ou végétalisée	Pas de processus d'érosion actifs. Végétalisée à plus de 75 %
Semi-végétalisé	25 à 75 % de végétation, processus d'érosion actifs.
Actif/vif	Moins de 25 % de végétation. Processus d'érosion actifs. La falaise est vive.



Côte active/vive



Côte semi-végétalisée



Côte végétalisée



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

Hauteur de la côte

La **hauteur de la côte** est également indiquée. Cela correspond à la hauteur de la côte à l'endroit où la mesure a été prise.

Le terrain situé en arrière peut être plat ou en pente. La mesure reflète donc uniquement la hauteur de la côte à l'endroit où la mesure a été prise.

Définition des classes de hauteurs possibles de la côte

Classes de hauteur de talus côtiers	Définition
Aucune	Pas de rupture de pente
Microfalaise	moins de 1,5 m
Basse falaise	1,5 à 5 m
Moyenne falaise	5 à 10 m
Haute falaise	10 à 20 m
Très haute falaise	plus de 20 m

Artificialité - Type de l'ouvrage de protection - État de l'ouvrage

L'information sur l'artificialisation de la côte est également recueillie. Si un ouvrage est présent, alors le type d'ouvrage est décrit et son état est indiqué (tableau ci-dessous).

L'appréciation de l'état des ouvrages de protection (artificialité) présents sur les côtes se fait seulement de manière visuelle. 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. Un ouvrage de protection considéré comme en bon état pourrait être complètement détruit par une tempête importante.

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

État de l'ouvrage de protection	Définition
Bon	> 75 %. Pas de signes apparents d'altération de l'ouvrage.
Partiellement endommagé	50 à 75 %. L'ouvrage est ponctuellement altéré (affaissement).
Très endommagé	25 à 50 %. L'ouvrage est altéré sur 50 à 75 % de sa surface et ne protège plus la côte.
Complètement endommagé	Moins de 25 %. L'ouvrage est complètement affaîssé. Ne protège plus la côte.



Ouvrage en bon état



Très endommagé



Complètement endommagé

3. LIMITES UTILISÉES POUR MESURER LE DÉPLACEMENT DU LITTORAL

Les zones côtières sont des milieux de transition entre le domaine maritime et le domaine terrestre. La transition se fait graduellement et de manière variable selon les environnements côtiers. Cependant, il est possible de déterminer différentes lignes géomorphologiques qui marquent des transitions.

La ligne de base utilisée pour les mesures d'évolution côtière historiques ou récentes ainsi que pour la caractérisation des côtes dépend du type de côte. Pour les **côtes à falaises meubles ou rocheuses**, le sommet du talus est utilisé (trait de côte). Pour les **côtes sans falaise** ou les **côtes basses**, la limite de la végétation herbacée dense est utilisée (ligne de rivage). Cette ligne est

assez constante et constitue généralement la meilleure limite à utiliser pour les côtes sans falaise telles que les plages, dunes, flèches littorales et tombolos (Grenier, 1993; Grenier et Dubois, 1992; Jolicoeur et O'Carroll, 2007; Forbes *et al.*, 2004; Robin *et al.*, 2013). Si les dunes sont en érosion, c'est le sommet de la falaise dunaire qui est utilisée comme pour les côtes à falaise (Forbes *et al.*, 2004). Pour les **côtes qui sont artificialisées**, la limite supérieure des ouvrages de protection est utilisée bien que ce ne soit pas le trait de côte au sens strict. Ces lignes correspondent à une définition géomorphologique (voir encadré ci-dessous) et non à un niveau d'eau ou une politique (bien qu'une certaine correspondance puisse être établie).

Ligne de rivage : Cette limite géomorphologique correspond à la limite de 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 hautes mers maximales/pleines mers supérieures de grandes marées. Pour les marais maritimes, la ligne de rivage correspond à la limite entre le schorre supérieur et inférieur, soit approximativement le niveau moyen des hautes mers /pleines mers supérieures de marées moyennes.

Trait de côte : Cette limite géomorphologique correspond au sommet du talus côtier. C'est la limite de la zone d'influence des processus côtiers, la limite entre la côte et l'arrière côte. Dans les marais maritimes, il s'agit de l'arrière du schorre supérieur, soit lorsque la végétation devient terrestre. Pour les besoins des mesures d'évolution et pour la caractérisation des côtes, cela correspond également au sommet d'un ouvrage de protection rigide, bien que dans ce dernier cas, les processus côtiers puissent affecter les terrains situés en arrière de l'ouvrage anthropique lors des tempêtes.

- FORBES D. L., PARKES, G.S. MANSON, G. K. et KETCH L. A. (2004) *Storms and shoreline retreat in the southern Gulf of St. Lawrence*, Marine Geology, vol. 210, pp. 169-204
- GRENIER, A., DUBOIS, J.-M.M. (1992) *L'évolution des côtes aux Îles-de-la-Madeleine*, Info Géo Graphes, n°1, avril 1992, pp. 59-64.
- GRENIER, A. (1993) *Évolution littorale récente et impact des structures artificielles aux Îles de la Madeleine, golfe du Saint-Laurent, Québec*. Mémoire de maîtrise, Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke, 275 p.
- JOLICOEUR, S. et O'CARROLL, S. (2007) *Sandy barriers, climate change and long-term planning of strategic coastal infrastructures, Îles-de-la-Madeleine, Gulf of St. Lawrence (Québec, Canada)*. Landscape and urban planning, vol. 81, pp. 287-298.
- ROBIN N., BARTHE P., BARUSSEAU J.P., BILLY J., CARVALHO E., CERTAIN R., CHAOUNÉ M.F., FITZGERALD D., HEIN C., MICHEL C., MILLESCAMPS B., RAYNAL O., WILSON C. et WRIGHT S. (2013) *Étude Globale de l'Isthme de Miquelon-Langlade*, rapport final, Université de Perpignan Via-Domitia, 282 p.

La limite utilisée peut également varier selon l'état des côtes. Les différentes configurations sont synthétisées dans le tableau ci-dessous et détaillées dans les

sections suivantes selon les grands types d'environnements côtiers.

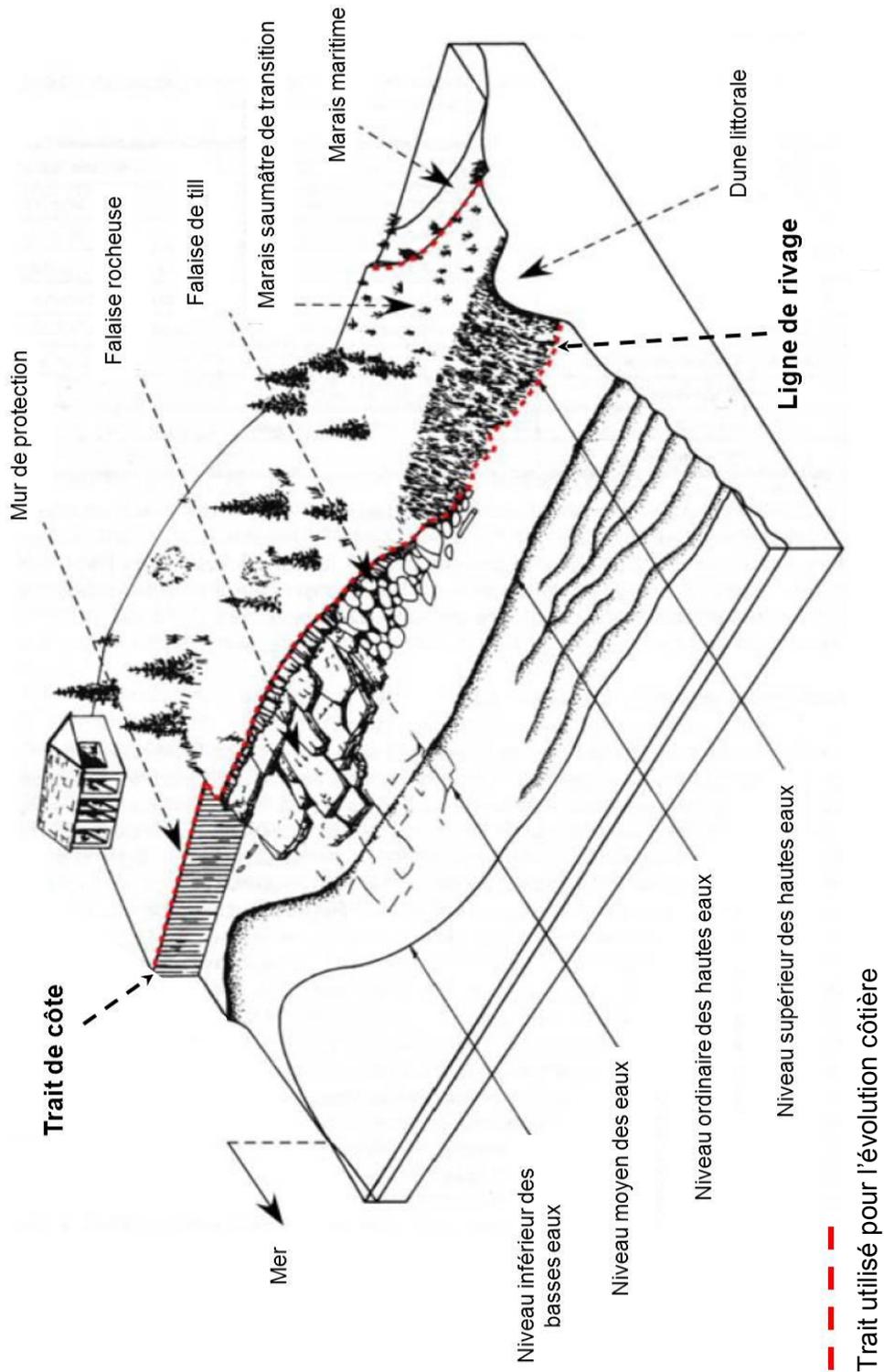
Synthèse de la localisation des limites utilisées pour mesurer le déplacement de la côte

Type de côte	État de la côte	Limite utilisée	Dénomination de la limite
Terrasse de plage, flèche littorale ou tombolo	Végétalisée	Limite de la végétation dense	Ligne de rivage
	En érosion	Sommet de la microfalaise	- *
Falaise meuble ou rocheuse	Végétalisée	Sommet de la falaise Rupture de pente	Trait de côte
	En érosion		
Marais maritime	Végétalisée	Changement de type de marais (entre le schorre supérieur et inférieur)	Limite entre le schorre supérieur et inférieur = ligne de rivage
	En érosion	Sommet de la microfalaise	
Côte dunifiée ou dunes	Végétalisée	Limite de la végétation dense	Ligne de rivage
	En érosion	Sommet de la falaise dunaire	Moins de 5 m : - * Plus de 5 m : Trait de côte
Côte artificialisée**	Stable	Sommet de l'ouvrage de protection	Moins de 5 m : - * Plus de 5 m : Trait de côte
	En érosion	Limite de la microfalaise ou de la falaise en érosion	Moins de 5 m : - * Plus de 5 m : Trait de côte

* si le talus a moins de 5 m de hauteur, son sommet ne peut pas constituer un trait de côte au sens strict, car les terrains situés au sommet de celui-ci sont encore potentiellement soumis à l'influence des vagues et des processus côtiers. Ils ne peuvent pas non plus être considérés comme la ligne de rivage qui se situe au pied de ces talus. Cette limite constitue cependant un choix de marqueur précis et représentatif de l'évolution de la côte dans le temps.

** Si l'ouvrage de protection n'est présent que sur la partie inférieure d'un talus, alors la mesure sera prise au niveau de la rupture de pente au sommet du talus (voir photo ci-contre).



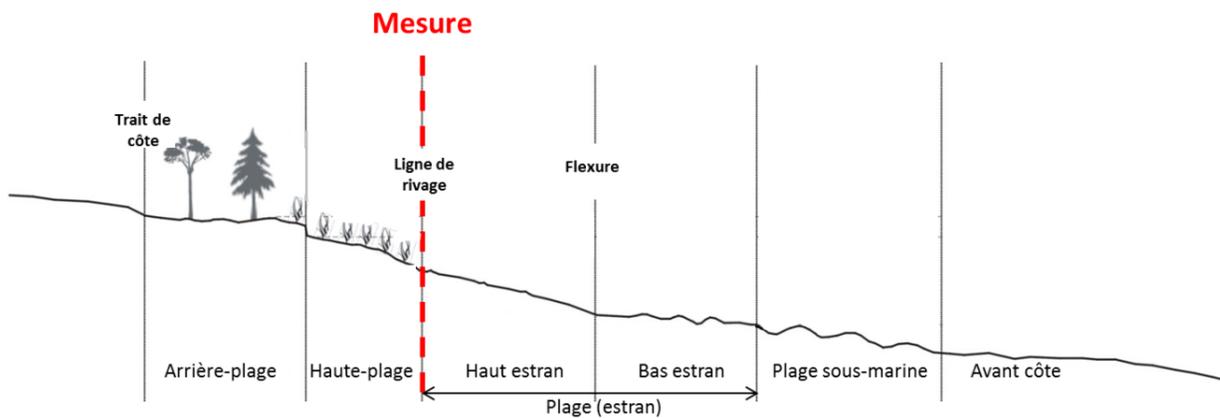


Différentes lignes utilisées pour mesurer l'évolution des côtes selon différentes configurations de côte
(modifié de Daigle et al., 2006)

3.1 Côtes basses sableuses

Dans les environnements de côtes basses sableuses (terrasses de plage, flèches littorales, cordons et tombolos), c'est la ligne de rivage qui est suivie, car il s'agit de l'élément le plus adéquat pour suivre l'évolution de ces types de côtes. Lorsque la côte est végétalisée, la mesure est prise à la limite de la végétation dense comme cela est illustré sur la coupe ci-dessous et sur une photographie à la page suivante. Lorsque la côte est active, il se forme alors une microfalaise. Dans ces situations, la mesure de suivi de la côte est effectuée au sommet de la microfalaise, car c'est le meilleur indicateur de l'évolution de la côte.

Ce type d'environnement connaît à la fois des périodes d'accumulation (avancée) durant lesquelles les mesures indiquent un chiffre positif, et des périodes d'érosion durant lesquelles les mesures indiquent un chiffre négatif. Ainsi, il est possible qu'une microfalaise soit présente sur la côte, en arrière de la ligne de rivage (c.-à-d. vers la terre). Elle témoigne d'une période d'érosion passée. Comme ce n'est plus la ligne de rivage actuelle, ce n'est pas là que la mesure est prise, mais plutôt à la limite de la végétation dense en avant (c.-à-d. vers la mer). Sur la figure ci-dessous, on peut voir une ancienne forme d'érosion entre la haute plage et l'arrière-plage. Il est possible que l'érosion se réactive lors d'un événement majeur (tempête) ou si la tendance à l'accumulation cessait. Si l'érosion ne se réactive pas, la microfalaise ancienne va complètement se végétaliser, adoucir sa pente et devenir presque invisible dans le paysage.



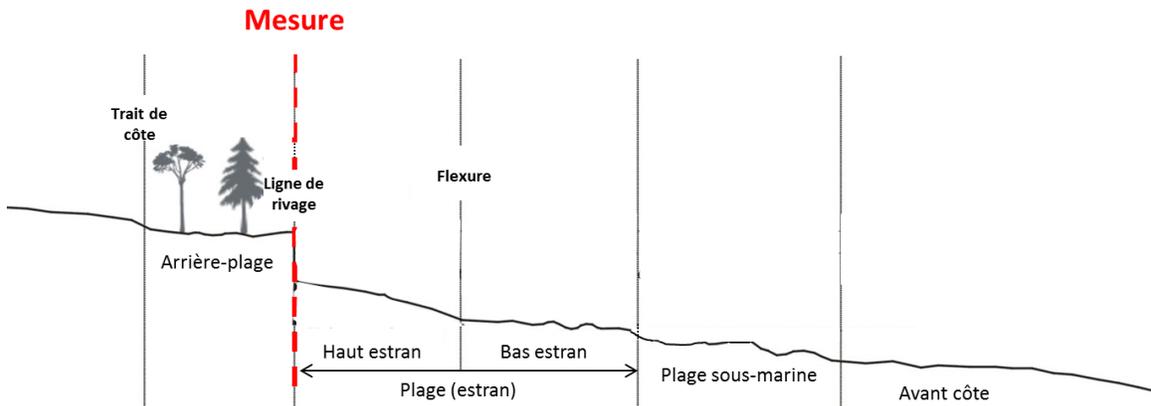
Profil d'un environnement côtier bas, secteur végétalisé



Limites géomorphologiques observées sur une côte basse végétalisée (exemple de Saint-Ulric)



Limites géomorphologiques observées sur une côte dunifiée végétalisée
(exemple îles-de-la-Madeleine)



Profil d'un environnement côtier bas, secteur en érosion

3.2 Côtes à falaise

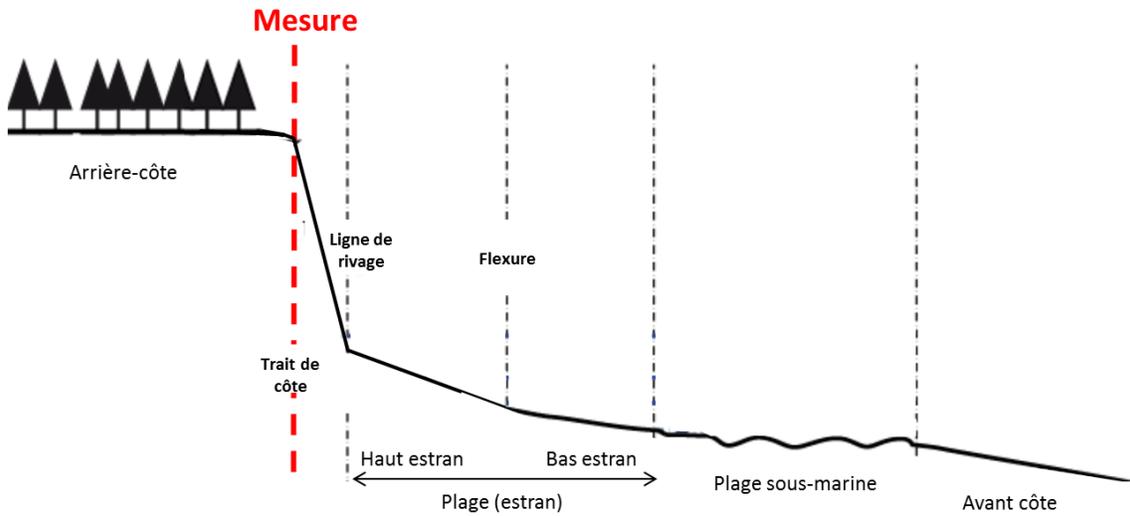
Dans les environnements de falaises (rocheuses ou meubles), c'est le trait de côte, soit le sommet de la falaise, qui est mesuré. Cela est également le cas pour les falaises dunaires (c'est-à-dire lorsqu'une dune est en érosion et qu'il se crée un abrupt pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur). Le sommet est mesuré que la falaise soit active (aucune végétation dans la pente) ou végétalisée. La mesure est prise à la rupture de pente.



Ce type d'environnement côtier ne peut pas connaître d'avancée, les mesures sont donc toujours nulles ou négatives.

Si de l'accumulation a lieu au pied du talus et qu'une terrasse de plage venait à se développer suffisamment, une nouvelle station de suivi sera alors implantée pour en suivre l'évolution. Un code indiquant que la falaise est désormais morte est alors indiqué dans la base de données. La maintenance des bornes est toutefois assurée au cas où la falaise se réactiverait.

L'endroit précis où est prise la mesure de suivi des côtes est indiqué sur une coupe, sur une photographie d'une falaise rocheuse, d'une falaise dunaire et d'une falaise meuble aux pages suivantes.



Profil dans un environnement de côte à falaise



Limites géomorphologiques observées dans une côte à falaise rocheuse (exemple de Chandler)



Limites géomorphologiques observées dans une falaise dunaire (exemple des Îles-de-la-Madeleine)



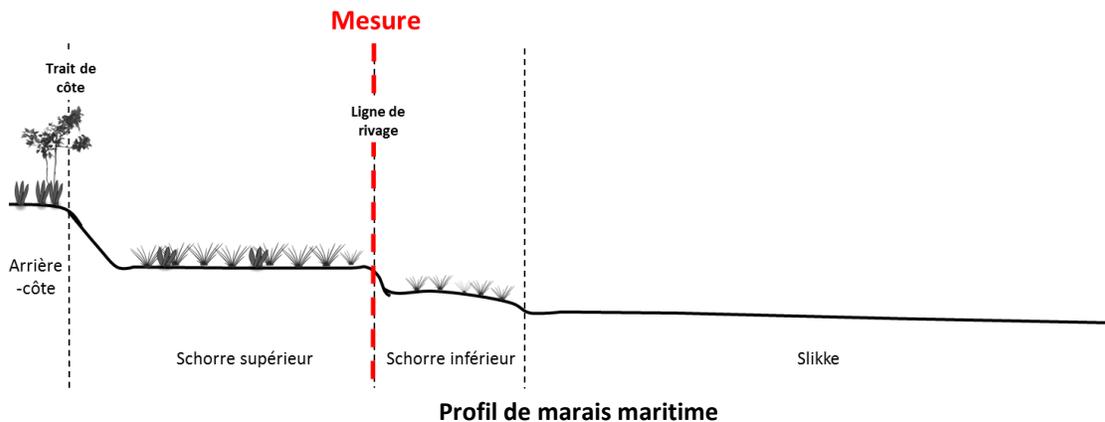
Limites géomorphologiques observées dans une côte à falaise meuble (exemple de Rivière-Saint-Jean)

3.3 Côtes à marais maritime

Dans les environnements de marais maritime, la limite qui est suivie est la démarcation entre le schorre supérieur et le schorre inférieur, c'est-à-dire la ligne de rivage. Lorsqu'un marais est en érosion, c'est à cet endroit que se développe une microfalaise active. Cela correspond environ au niveau moyen des hautes mers. L'endroit précis où est prise la mesure est indiqué sur un profil type de marais ci-dessous et sur des photographies à la page suivante.

Le trait de côte est, dans ces environnements, la limite arrière du marais (limite atteinte par le jet de rive lors des hautes mers supérieures, base d'un talus, limite de végétation terrestre).

Dans certains marais en érosion sévère, les microfalaises qui se développent peuvent mesurer plus de 1 m de hauteur. Dans ces situations, il est possible qu'il n'y ait plus de schorre inférieur.



Profil de marais maritime



Microfalaise de plus de 1 m de hauteur dans un marais maritime (LOU-14A)



Marais maritime avec limite mesurée entre le schorre supérieur et inférieur



Marais maritime avec microfalaise d'érosion (limite mesurée au sommet de la microfalaise)

3.4 Côtes artificialisées

Dans les secteurs artificialisés, les mesures de migration de la côte sont rares, car la côte est généralement stabilisée. Cependant, il arrive qu'entre deux campagnes de terrain un environnement naturel soit anthropisé. La « nouvelle » limite utilisée à partir de ce relevé devient donc la limite supérieure de l'ouvrage de protection (muret, enrochement, etc.). Comme il n'est pas possible d'utiliser la limite originale en raison de l'intervention, la donnée n'est pas comptabilisée dans le calcul du déplacement de la côte, mais est intégrée dans la base de données pour indiquer la nouvelle limite pour les mesures ultérieures. Cependant, un ouvrage de protection ne garantit pas l'arrêt des processus d'érosion sur les côtes situées en arrière. Il arrive ainsi que l'érosion se

poursuive malgré la présence d'un ouvrage de protection et des mesures d'érosion peuvent alors être prises. Dans ces situations, c'est la limite du sommet de la falaise ou de la microfalaise d'érosion derrière l'ouvrage qui est mesurée. Deux situations peuvent se produire :

- Une érosion graduelle en arrière de l'ouvrage lorsque celui-ci est désuet ou non adapté au type de côte et aux processus qui y sont présents;
- Même si l'ouvrage limite l'érosion graduelle, il est possible qu'un événement important cause son endommagement et permette une érosion du terrain. Il est également possible que l'ouvrage reste en place, mais que l'érosion « vide » le terrain situé en arrière.



Érosion graduelle malgré la présence d'un enrochement (Sept-Îles), septembre 2010

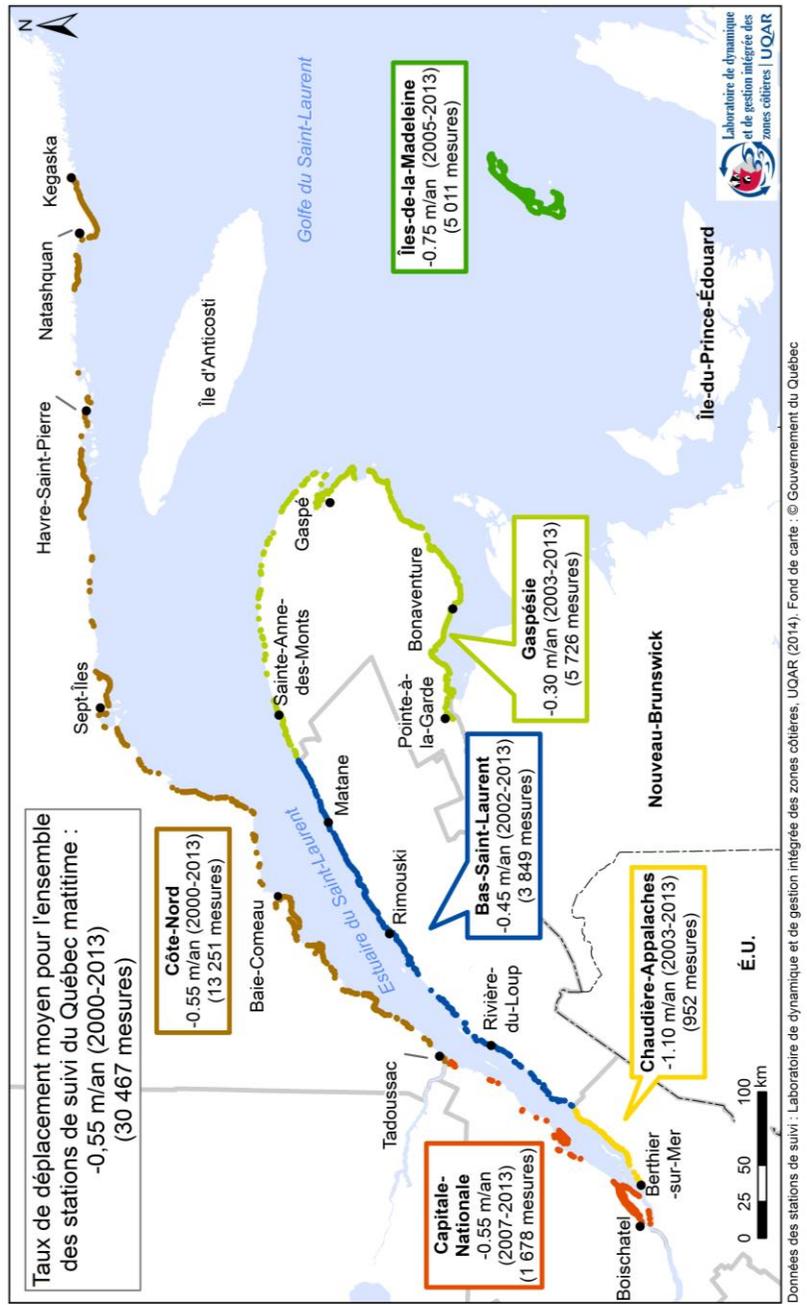


Érosion événementielle malgré la présence d'ouvrages de protection
(gauche : Sept-Îles; droite : Sainte-Luce, décembre 2010)

4. PORTRAITS RÉGIONAUX

Les bornes de suivi de l'érosion côtière du LDGIZC permettent de dresser un portrait de la migration des côtes du Québec maritime. Ainsi, la migration moyenne qui a été

mesurée est de -0,55 m/an pour les 30 467 mesures qui ont été effectuées entre 2000 et 2013.



Déplacement moyen du littoral par région administrative (2013)

4.1 Chaudière-Appalaches

Pour les bornes de la région de Chaudière-Appalaches (soit entre Berthier-sur-Mer à l'ouest et Saint-Roch-des-Aulnaies à l'est), le taux de migration moyen est de -1,1 m/an. Durant la période couverte entre 2003 et 2013, 952 mesures ont été recueillies sur les 244 bornes déjà implantées (qu'elles soient encore effectives ou non).

4.2 Bas-Saint-Laurent

Pour les bornes de la région du Bas-Saint-Laurent (soit entre Sainte-Anne-de-la-Pocatière à l'ouest et Les Méchins à l'est), le taux de migration moyen est de -0,45 m/an. Durant la période couverte entre 2002 et 2013, 3 849 mesures ont été recueillies sur les 1 243 bornes déjà implantées.

4.3 Gaspésie

Pour les bornes de la région de la Gaspésie (soit entre Cap-Chat à l'ouest et Pointe-à-la-Garde dans la Baie-des-Chaleurs), le taux de migration moyen est de -0,3 m/an. Durant la période couverte entre 2003 et 2013, 5 726 mesures ont été recueillies sur les 1 035 bornes déjà implantées.

4.4 Îles-de-la-Madeleine

L'évolution côtière récente est mesurée sur l'ensemble des côtes de l'archipel depuis 2005 et 884 bornes ont déjà été implantées tant à l'extérieur de l'archipel qu'à l'intérieur des lagunes ayant permis de réaliser 5 011 mesures. Le taux de migration moyen enregistré est de -0,75 m/an (2000-2013).

4.5 Capitale-Nationale

Pour les bornes de la région de la Capitale-Nationale (soit entre Boischatel à l'ouest et Baie-Sainte-Catherine à l'est), le taux de migration moyen est de -0,55 m/an. Durant la période couverte entre 2007 et 2013, 1 678 mesures ont été recueillies sur les 407 bornes déjà implantées.

4.6 Côte-Nord

Pour les bornes de la région de la Côte-Nord (soit entre Tadoussac à l'ouest et Kegaska à l'est en excluant l'Île-d'Anticosti), le taux de migration moyen est de -0,55 m/an. Durant la période couverte entre 2000 et 2013, 13 251 mesures ont été recueillies sur les 1 807 bornes déjà implantées.

5. UTILISATION DES DONNÉES

5.1 Présentation des données disponibles

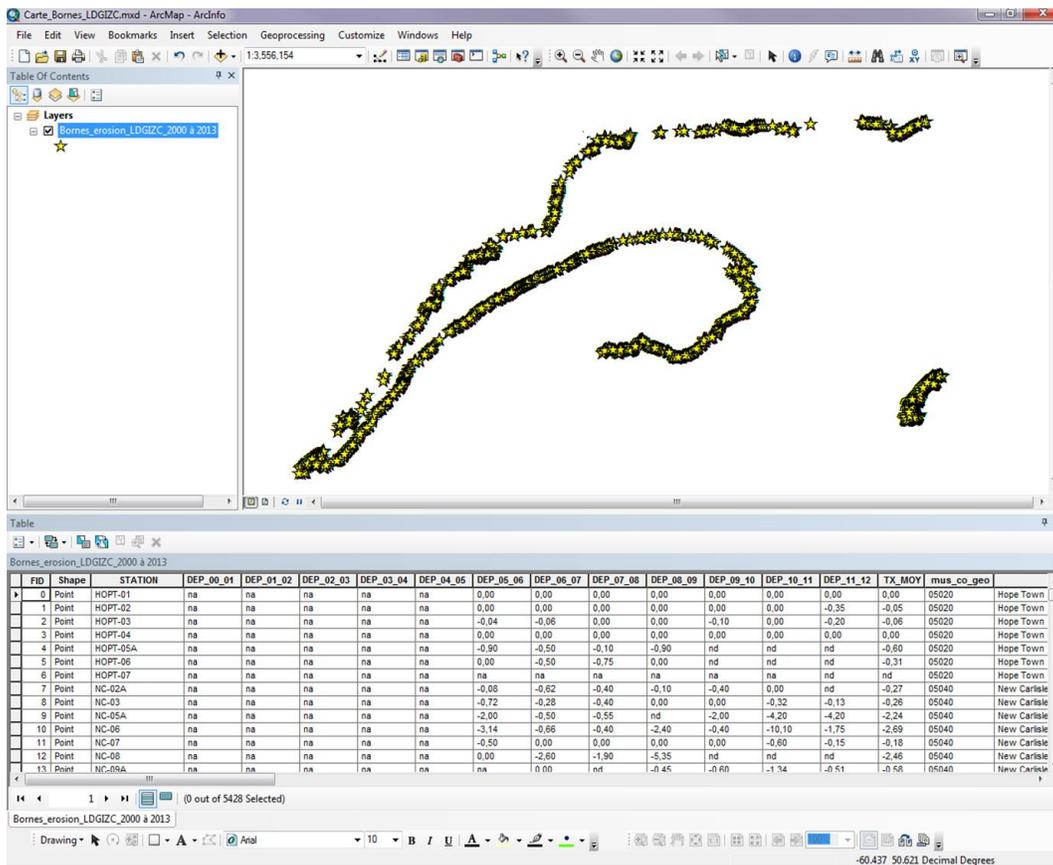
Chaque ligne de la base de données représente une borne de mesure de l'érosion côtière. Les informations qui sont disponibles sont :

- le nom de la borne;
- ses coordonnées précises;
- les mesures des déplacements annuels;
- le taux moyen de migration pour l'ensemble de la période de mesure;
- le type de côte dans lequel est située cette station;
- la municipalité, la MRC et la région administrative dans laquelle elle se situe.

Le nom des colonnes et les champs de valeurs possibles sont détaillés dans un tableau à partir de la page 45.

Il est possible de connaître l'évolution de la côte pour chaque borne en consultant la base de données.

Étant donné que la base de données est spatialisée, il est possible de connaître la station la plus proche de l'endroit que vous désirez étudier ainsi que la répartition spatiale des stations environnantes.



Exemple de la base de données dans ArcGIS

5.2 Interprétation géomorphologique des données

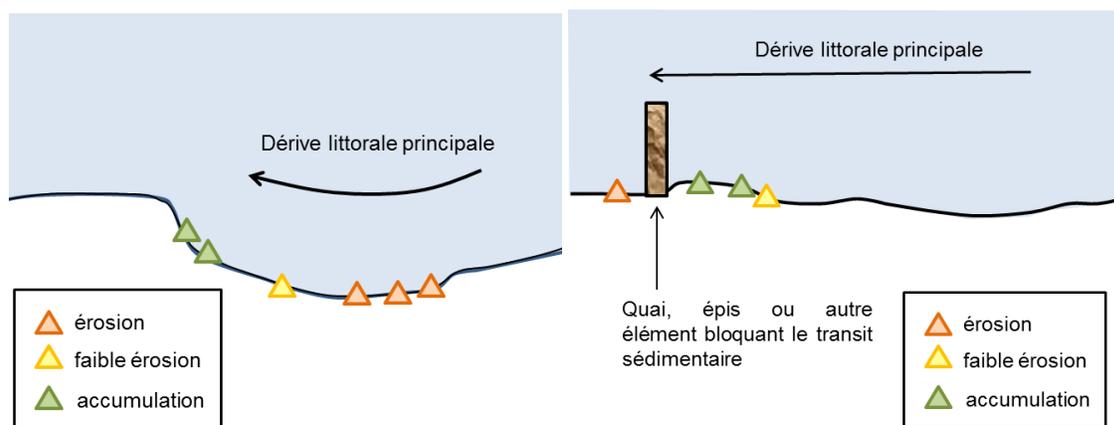
Les données du Réseau de suivi peuvent présenter une grande variabilité à la fois temporelle et spatiale. Ainsi, il est important d'en tenir compte lors de l'utilisation des mesures de migration des côtes du Québec maritime réalisées par le LDGIZC.

5.2.1 Variabilité spatiale

Il est important de prendre en compte la variabilité spatiale des mesures de migration de la côte qui sont le reflet de la variabilité des environnements côtiers, de la dynamique géomorphologique et hydrosédimentaire lors des analyses qui sont effectuées avec les données du Réseau de suivi du LDGIZC.

Ainsi l'analyse doit prendre en compte le type de côte dans lequel les mesures ont été effectuées et l'environnement, mais aussi la dynamique hydrosédimentaire. Ainsi la position du segment de côte étudié au sein d'une cellule hydrosédimentaire est importante, tout comme le sens de la dérive littorale principale et secondaire (voir encadré à la page suivante pour les définitions utiles). Les sources sédimentaires

(côtes en érosion, cours d'eau, bancs sableux...) sont également à considérer tout comme le transit sédimentaire (se situe-t-on en amont ou en aval de la cellule, d'un obstacle au transit...?). La compréhension de la situation, et d'autant plus l'extrapolation des données, ne peuvent pas être faites sans regard à une analyse complète de la situation géomorphologique, hydrosédimentaire et des modifications anthropiques passées, actuelles et appréhendées. Deux exemples présentés ci-dessous illustrent le fait que selon la localisation d'une station sur la côte, celle-ci peut enregistrer une migration différente. Dans ces situations, une moyenne de l'ensemble des mesures ne serait pas représentative de la réalité terrain.



Exemples de variabilité spatiale de mesures de migration de la côte



Les données du Réseau de suivi du LDGIZC doivent être utilisées en regard du contexte géomorphologique et hydrosédimentaire dans lequel elles ont été mesurées. Toute interprétation ou extrapolation qui n'est pas effectuée en respectant ce contexte pourrait ne pas refléter la réalité du terrain.

Termes utiles pour la dynamique hydrosédimentaire

Unité hydrosédimentaire :

- Secteur de côte dans lequel le transit sédimentaire est limité entre deux éléments morphologiques (cap rocheux, pointe, rivière, bathymétrie...) infranchissables.
- Les unités sont indépendantes du point de vue du transport sédimentaire, c'est-à-dire que toute modification du mouvement de sédiments dans une unité est sans conséquence directe sur les unités voisines.
- Une unité peut être subdivisée en plusieurs cellules hydrosédimentaires.

Cellule hydrosédimentaire :

- Les cellules peuvent parfois être appelées sous-unités hydrosédimentaires.
- Il s'agit de compartiments de côte ayant un fonctionnement relativement autonome par rapport aux compartiments voisins (SDAGE, 2005), mais leur limite peut parfois se déplacer ou encore la cellule peut recevoir ou perdre des sédiments au profit des cellules adjacentes selon les conditions environnementales.
- Du point de vue du transport sédimentaire, les limites de la cellule sont donc perméables par rapport à l'unité hydrosédimentaire qui est imperméable.
- Les limites correspondent généralement à une inversion des dérives littorales ou encore à un cap rocheux.

Dérive littorale principale :

- Les houles obliques, les courants (de marée et autres), les vents et le déferlement des vagues causent un courant parallèle à la côte qui déplace les sédiments côtiers (sable, gravier, galets) dans une direction privilégiée.
- Le terme désigne à la fois le *courant parallèle* à la côte et le *déplacement des sédiments* qui est causé par ce courant.

Dérive littorale secondaire :

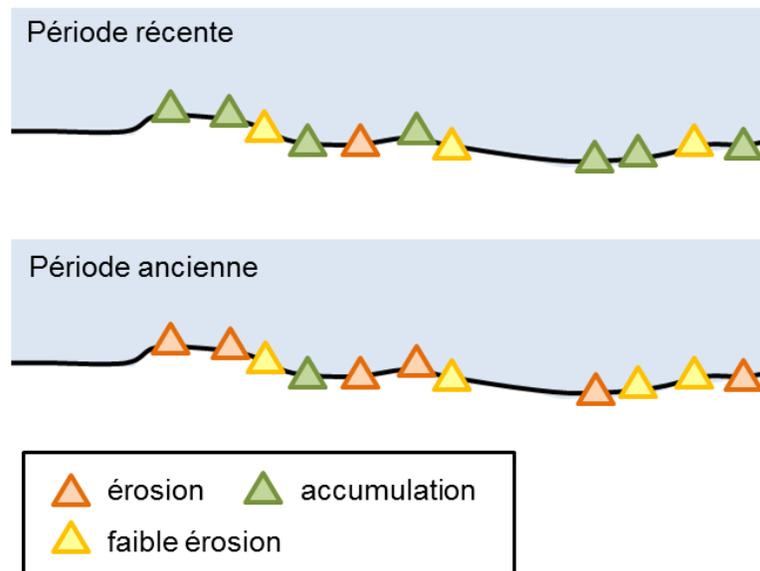
- Générée par les mêmes facteurs que la dérive littorale principale, la dérive secondaire résulte de conditions environnementales minoritaires dans leur durée ou leur intensité.
- Les conditions de vent, de marées et de courants peuvent changer selon la saison ou les conditions météorologiques (tempête notamment).

SDAGE (2005), Guide technique n°9, Connaissance et gestion de l'érosion du littoral, 51 p.

5.2.2 Variabilité temporelle

Il peut également exister une variabilité temporelle dans les mesures de migration de la côte, voire des cycles d'érosion puis d'accumulation pour un même secteur. La moyenne n'est donc pas toujours représentative de ce qui peut survenir sur la côte. Comme cela est illustré sur la figure ci-dessous, certaines périodes peuvent connaître une érosion très faible, voire de l'accumulation, alors qu'à d'autres périodes, c'est l'érosion qui est plus importante.

D'un point de vue de gestion, il peut être intéressant de savoir quelle est la migration possible lorsque l'on se situe dans une période d'érosion plus marquée. En effet, cela permet de savoir si des infrastructures pourraient être affectées par l'érosion lorsqu'elle se produit. Si la moyenne est nulle (autant d'érosion que d'accumulation), mais que les infrastructures peuvent être touchées durant les phases d'érosion, cela doit être pris en compte.



Exemple de variabilité temporelle de mesures de migration de la côte

5.3. Calculs possibles

44

Plusieurs types de calculs sont possibles avec les données mesurées par le Réseau de suivi du LDGIZC selon ce que l'on cherche à connaître. Ainsi, il est possible de calculer l'érosion moyenne (c'est-à-dire que seules les mesures négatives sont utilisées) ou le **déplacement / migration moyen** (c'est-à-dire que toutes les mesures sont incluses). Il est également possible de se renseigner sur les mesures maximales et minimales qui ont été enregistrées. Le **recul événementiel** est important à connaître, car il marque la distance en deçà de laquelle une résidence ou une infrastructure pourrait être affectée par un seul événement soudain d'érosion.

Plusieurs indicateurs statistiques peuvent être utilisés tels que la moyenne, la médiane, l'écart-type... Ces différentes statistiques peuvent être calculées, tout en tenant compte de la variabilité temporelle et spatiale que peuvent connaître les côtes, pour :

- une station de suivi;
- un secteur donné : région, MRC, municipalité, cellule hydrosédimentaire, unité hydrosédimentaire, unité géomorphologique homogène... ;
- un même type d'environnement côtier : terrasse de plage, falaise de sable, flèche littorale...;
- une année ou une période (par exemple pour déceler l'impact qu'un événement majeur aurait eu sur les côtes);
- une combinaison de paramètres : « type de côte d'une région », « une année pour un type de côte »...

À NOTER : pour des raisons statistiques, faire une moyenne des moyennes n'est pas à privilégier. C'est-à-dire qu'il est préférable de ne pas faire la moyenne des valeurs de la colonne « TXN_MOY » de plusieurs stations.

5.4. Description des données numériques

La base de données générée dans le cadre de cette étude se présente sous forme de fichiers de forme (shapefiles), conçus pour le logiciel ArcGIS, mais qui sont utilisables par d'autres logiciels de cartographie (ex. Quantum GIS, MapInfo...). La description détaillée de la table d'attribut est présentée dans le tableau ci-après.



Les données sont fournies « telles quelles » et, malgré une amélioration constante de la qualité de ses produits, le LDGIZC n'en garantit pas l'intégrité, l'intégralité, l'exactitude ou la perfection.

Le LDGIZC ne peut être tenu pour responsable des conséquences liées à des erreurs, des imprécisions ou des omissions dans la base de données. De plus, une mauvaise utilisation ou une interprétation fautive ou biaisée des données en cause n'engage pas la responsabilité du Laboratoire.

Le LDGIZC demeure propriétaire des données et les droits d'auteurs se doivent d'être respectés. La source des données, qu'elles soient brutes, traitées (statistique, cartographie,...), transformées ou à valeur ajoutée doit toujours être mentionnée.

Pour toute utilisation, prière d'indiquer la source adéquatement : © LDGIZC - UQAR

Description des champs du fichier de forme « BORNES_QC_00_14 »

Champ	Description du champ	Type de champ (longueur)	Contenu / Domaines de valeurs utilisées	Précision
Shape		Geometry	• Point	
LAT	Latitude de la station de suivi	Double	Exprimé en degré décimal	WGS84
LONG	Longitude de la station de suivi	Double	Exprimé en degré décimal	WGS84
BORNE	Nom de la borne	Texte (50)	3 ou 4 lettres - 2 ou 3 chiffres - 1 lettre (éventuellement)	Voir section 2.3.1 pour la nomenclature

RÉSEAU DE SUIVI DE L'ÉROSION CÔTIÈRE DU QUÉBEC MARITIME
GUIDE POUR LES UTILISATEURS

INFRA	Nom de l'infrastructure vulnérable suivie	Texte (50)	<p>I - 3 ou 4 lettres - 2 ou 3 chiffres</p>	Une borne peut également être une infrastructure vulnérable. Cette colonne donne, si c'est le cas, le nom de l'infrastructure voir « Réseau de suivi des infrastructures vulnérables à l'érosion côtière du Québec maritime – Guide pour les utilisateurs »
Etat_Borne	État de la borne	Texte (25)	<ul style="list-style-type: none"> • Effective • Annulée 	Voir section 2.3.5
Periode	Période durant laquelle des mesures de migration de la côte existent	Texte (25)		Année la plus ancienne avec une mesure – année la plus récente avec une mesure
DEP_00_01	Déplacement mesuré entre 2000 et 2001	Texte (25)	<p>Mesure de déplacement en mètres</p> <p>ou</p> <p>Code texte (en l'absence de mesure)</p>	<p>Il s'agit de texte pour permettre de faire des légendes sur les cartes qui présentent les taux de différentes années</p> <p>Voir section 2.3.2</p>
DEP_01_02	Déplacement mesuré entre 2001 et 2002	Texte (25)		
DEP_02_03	Déplacement mesuré entre 2002 et 2003	Texte (25)		
DEP_03_04	Déplacement mesuré entre 2003 et 2004	Texte (25)		
DEP_04_05	Déplacement mesuré entre 2004 et 2005	Texte (25)		
DEP_05_06	Déplacement mesuré entre 2005 et 2006	Texte (25)		
DEP_06_07	Déplacement mesuré entre 2006 et 2007	Texte (25)		
DEP_07_08	Déplacement mesuré entre 2007 et 2008	Texte (25)		
DEP_08_09	Déplacement mesuré entre 2008 et 2009	Texte (25)		
DEP_09_10	Déplacement mesuré entre 2009 et 2010	Texte (25)		

RÉSEAU DE SUIVI DE L'ÉROSION CÔTIÈRE DU QUÉBEC MARITIME
GUIDE POUR LES UTILISATEURS

DEP_10_11	Déplacement mesuré entre 2010 et 2011	Texte (25)		
DEP_11_12	Déplacement mesuré entre 2011 et 2012	Texte (25)		
DEP_12_13	Déplacement mesuré entre 2012 et 2013	Texte (25)		
DEP_13_14	Déplacement mesuré entre 2013 et 2014	Texte (25)		
TX_MOY	Taux de migration moyen de toutes les mesures annuelles effectuées pour cette station	Texte (25)	<ul style="list-style-type: none"> En m/an ou Code texte (en l'absence de mesure) 	Il s'agit de texte pour permettre de faire des légendes sur les cartes
REC_Max	Recul maximum mesuré en une année	Double	<ul style="list-style-type: none"> En mètre 	Voir section 2.3.5
Period_Max	Période durant laquelle a été mesuré le recul maximum	Texte (25)		Voir section 2.3.5
LEGENDE	Classe de déplacement, légende pour la cartographie	Texte (254)	<ul style="list-style-type: none"> Taux de déplacement moyen non déterminé (2 ans ou moins de mesures, nouvelle implantation) Taux de déplacement moyen supérieur à 0,01 mètre/an Taux de déplacement moyen nul Taux de déplacement moyen entre -0,01 et -0,10 mètre/an Taux de déplacement moyen entre -0,11 et -0,49 mètre/an Taux de déplacement moyen entre -0,50 et -0,99 mètre/an Taux de déplacement moyen inférieur ou égal à -1,00 mètre/an 	Voir description à la section 2.3.4
S_LEG	Code texte de la classe de déplacement	Texte (15)	<ul style="list-style-type: none"> A B C D E F G 	Voir description à la section 2.3.4

RÉSEAU DE SUIVI DE L'ÉROSION CÔTIÈRE DU QUÉBEC MARITIME
GUIDE POUR LES UTILISATEURS

TYPE_COTE	Type de côte dans lequel se trouve la station de suivi	Texte (254)	<ul style="list-style-type: none"> • Marais maritime • Flèche littorale • Terrasse de plage • Tombolo et cordon littoral • Côte rocheuse/rocheuse sans falaise • Falaise meuble • Falaise meuble à base rocheuse • Falaise rocheuse • Falaise rocheuse à sommet meuble • Falaise nd • Côte dunaire • Côte morainique • Artificielle • Remblai 	Voir section 2.3.6 pour les définitions
Etat_Cote	État de la côte à l'endroit de la borne	Texte (50)	<ul style="list-style-type: none"> • Accumulation • Stable ou végétalisé • Semi-végétalisé • Actif/vif 	Voir section 2.3.8
Artif	Présence d'un ouvrage de protection ?	Texte (15)	<ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non 	Voir section 2.3.8
Ouvrage	Type d'ouvrage de protection si présent	Texte (250)		Voir section 2.3.8
Etat_Artif	État de l'ouvrage de protection si présent	Texte (50)	<ul style="list-style-type: none"> • Bon • Partiellement endommagé • Très endommagé • Complètement endommagé 	Voir section 2.3.8
Haut_Cote	Hauteur de la côte	Texte (50)	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune • Microfalaise • Basse falaise • Moyenne falaise • Haute falaise • Très haute falaise 	Voir section 2.3.8
DEPN_00_01	Déplacement mesuré entre 2000 et 2001	Double	Déplacement mesuré en mètres ou Code pour les données manquantes	Voir description des codes à la section 2.3.4
DEPN_01_02	Déplacement mesuré entre 2001 et 2002	Double		
DEPN_02_03	Déplacement mesuré entre 2002 et 2003	Double		
DEPN_03_04	Déplacement mesuré entre 2003 et 2004	Double		
DEPN_04_05	Déplacement mesuré entre 2004 et 2005	Double		

RÉSEAU DE SUIVI DE L'ÉROSION CÔTIÈRE DU QUÉBEC MARITIME
GUIDE POUR LES UTILISATEURS

DEPN_05_06	Déplacement mesuré entre 2005 et 2006	Double		
DEPN_06_07	Déplacement mesuré entre 2006 et 2007	Double		
DEPN_07_08	Déplacement mesuré entre 2007 et 2008	Double		
DEPN_08_09	Déplacement mesuré entre 2008 et 2009	Double		
DEPN_09_10	Déplacement mesuré entre 2009 et 2010	Double		
DEPN_10_11	Déplacement mesuré entre 2010 et 2011	Double		
DEPN_11_12	Déplacement mesuré entre 2011 et 2012	Double		
DEPN_12_13	Déplacement mesuré entre 2012 et 2013	Double		
DEPN_13_14	Déplacement mesuré entre 2013 et 2014	Double		
TXN_MOY	Taux de migration moyen annuel de toutes les mesures annuelles effectuées pour cette station	Double	<ul style="list-style-type: none"> • En m/an ou • Code pour les données manquantes 	
mus_co_geo	Codification ministérielle numérique des municipalités	Texte (254)		
mus_nm_mun	Nom de la municipalité	Texte (254)		
mus_co_mrc	Codification ministérielle numérique des MRC	Texte (254)		
mus_nm_mrc	Nom de la MRC	Texte (254)		
mus_co_reg	Codification ministérielle numérique des régions administratives	Texte (254)		
mus_nm_reg	Nom de la région administrative	Texte (254)		

RÉSEAU DE SUIVI DE L'ÉROSION CÔTIÈRE DU QUÉBEC MARITIME
GUIDE POUR LES UTILISATEURS

ELEMENT	De quel élément s'agit-il ?	Texte (125)	<ul style="list-style-type: none"> Réseau de suivi de l'érosion côtière du Québec maritime 2014 : LDGIZC-UQAR (2014) 	
DONNEES	Qui a produit la donnée ?	Texte (125)	<ul style="list-style-type: none"> Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières : LDGIZC-UQAR (2014) 	
AUTEUR	Auteur du fichier de forme	Texte (50)	<ul style="list-style-type: none"> Roch Guèvremont : LDGIZC-UQAR (2015) 	

Ce **guide pour les utilisateurs** a été conçu pour les personnes et organismes qui désirent utiliser les données du **Réseau de suivi de l'érosion côtière** du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'UQAR.

Si vous vous intéressez aux côtes du Québec maritime et à leur évolution récente, ce guide vous présente les données qui sont récoltées lors des suivis annuels de l'érosion, comment elles ont été récoltées, ainsi que les utilisations qui peuvent en être faites.

