

CAHIER DU PARTICIPANT

COMPRENDRE L'ÉROSION CÔTIÈRE

ATELIER DE FORMATION ET D'ÉCHANGES

Municipalités et Ministères



- » Pourquoi l'érosion s'est-elle accélérée ?
- » Quels seront les impacts des changements climatiques sur la côte ?
- » Est-il possible de freiner l'érosion ?

**17 avril 2008
Saint-Siméon**

Table des matières

Mot de bienvenue	1
Comité ZIP Baie-des-Chaleurs	1
UQAR	2
Animatrice de l’atelier	3
Pourquoi un atelier sur l’érosion côtière ?	4
L’érosion côtière est-elle un problème?	6
Horaire de la journée	9
La dynamique côtière	11
LES TYPES DE CÔTES ET LEUR ÉVOLUTION	14
Les côtes rocheuses.....	16
Les côtes à falaises meubles	18
Les côtes basses	20
LE TRANSPORT DES SÉDIMENTS.....	21
Le transit des sédiments	31
Le dépôt des sédiments	33
L’ARTIFICIALISATION DES BERGES	35
Les impacts locaux des ouvrages de protection.....	49
Les impacts globaux de l’intensification de l’artificialisation	54
Le forum-discussions	57
Lexique	60

Remerciements

Un grand merci à tous ceux et celles qui ont contribué à la réalisation de cet atelier et qui croient en une gestion intégrée des zones côtières en Gaspésie :

L'équipe du Comité ZIP Baie-des-Chaleurs
Louise-Anne Belzile, chargée de projet
Michel Chouinard, supervision
Claudette Leblanc, révision

L'équipe du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'UQAR
Pascal Bernatchez
Christian Fraser

Les membres du Comité côtier Carleton – Saint-Omer

Les membres du Comité des usagers de la baie de Cascapédia

Les membres de la Table de concertation du littoral de Bonaventure

Gaétan Bernatchez, MRC d'Avignon

Gaétan Bélair, MRC de Bonaventure

Rénald Méthot, ministère des Affaires municipales et des Régions – Direction régionale Gaspésie - Îles-de-la-Madeleine

Danielle Dorion, Pêches et Océans Canada

Avril 2008

Photographies page couverture : Claude Cyr et Christian Fraser



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada



Laboratoire de dynamique et de
gestion intégrée des zones côtières



MOT DE BIENVENUE

Comité ZIP Baie-des-Chaleurs



Michel Chouinard,
directeur



Le littoral de la Gaspésie est réputé pour sa beauté et son caractère unique. Il attire des visiteurs de partout dans le monde qui viennent découvrir un milieu naturel et un milieu humain uniques et inspirants. L'histoire de la région s'est bâtie en grande partie sur les usages maritimes et donc, le lien qui unit les Gaspésiens et la mer est très puissant.

Les gens d'ici qui côtoient la mer au quotidien savent très bien que la mer a ses humeurs. Elle peut aussi bien séduire au milieu de l'été accompagnée d'une brise douce et de soleil qu'imposer sa volonté en automne avec des vagues qui viennent rouler avec fracas et remplir l'air d'embruns salés.

L'érosion des côtes est en soi un phénomène naturel : la mer vient chercher du matériel à un endroit pour venir le redéposer ailleurs. C'est de cette façon que nos plages se sont formées et qu'elles se maintiennent au fil des années. Cette érosion devient un problème lorsque des propriétés, des bâtiments ou des infrastructures sont touchés et génèrent des désagréments aux individus et à leur portefeuille ainsi qu'aux autorités responsables de la gestion du territoire. Dans le contexte où non seulement le niveau de la mer est à la hausse, mais que cette tendance prend de l'ampleur en regard des changements climatiques, il devient judicieux pour chacun d'avoir une meilleure compréhension des facteurs responsables de l'érosion de nos côtes et des impacts potentiels qui y sont liés.

L'idée de base autour de cet Atelier sur l'érosion côtière est d'outiller les décideurs et les gestionnaires du milieu afin de développer des méthodes d'adaptation applicables qui tiendront compte des réalités économiques, sociales et environnementales du milieu. Cette première session de travail vise à informer les participants sur le « fonctionnement de la dynamique côtière », mais aussi à identifier les préoccupations et les besoins des gestionnaires pour mieux faire face à cette problématique.

Un 2e atelier, prévu en début d'automne, se penchera plus précisément sur l'état des côtes de la Baie-des-Chaleurs et sur les secteurs les plus à risque.

Merci de votre participation et bon travail !

Michel Chouinard, directeur

MOT DE BIENVENUE

UQAR



Christian Fraser,
géomorphologue côtier



Laboratoire de dynamique et de gestion
intégrée des zones côtières

L'équipe du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) est heureuse de s'associer au Comité ZIP Baie-des-Chaleurs dans l'organisation de cet Atelier de formation et d'échanges sur la problématique de l'érosion côtière. Le transfert des connaissances est un objectif fondamental à l'UQAR en tant qu'institution d'enseignement et de recherche.

Notre équipe travaille depuis plusieurs années à acquérir de l'information sur la zone côtière de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Nos recherches visent dans un premier temps à mieux comprendre les phénomènes naturels et les perturbations des activités humaines qui sont responsables de l'évolution des écosystèmes côtiers. L'utilisation d'imagerie aéroportée de haute résolution jumelée à des relevés terrain réguliers nous permet de réaliser une cartographie précise de l'évolution côtière de certains secteurs problématiques. Nous visons à effectuer ce travail éventuellement pour l'ensemble des côtes du Québec maritime. La réalisation de plusieurs études pointues en géomorphologie et en écologie côtière permettent aussi de préciser les connaissances fondamentales dans le domaine.

En parallèle à ces études, nous travaillons également à définir les impacts et la vulnérabilité des communautés côtières face aux phénomènes d'érosion et de submersion et à identifier les enjeux associés à cette problématique. Par l'ensemble de nos travaux, nous souhaitons contribuer à l'identification de solutions d'adaptation durables et ainsi participer à la réalisation de plans de gestion de la zone côtière. Ces outils serviront à bien planifier le développement du territoire côtier ainsi que les activités qui s'y déroulent en considérant les risques d'érosion et de submersion.

Lors de cet atelier, nous désirons partager le fruit de nos recherches actuelles, mais nous souhaitons aussi identifier toutes les sources d'information locales et régionales potentielles qui pourraient contribuer à nos études. La connaissance actuelle et historique de la côte par les gens du milieu est selon nous très importante afin de rendre un portrait juste de l'évolution côtière et de la vulnérabilité.

Nous souhaitons ainsi que cet atelier permette un échange fructueux des connaissances de tous les participants sur la problématique générale de l'érosion côtière et nous espérons pouvoir orienter nos travaux futurs en fonction des besoins locaux et régionaux exprimés.

Bon atelier...

Christian Fraser

Mot de bienvenue

Animatrice de l'atelier



Louise-Anne Belzile, géographe
chargée de projet en érosion côtière



Depuis quelques années, les citoyens et les gestionnaires nous font part de leurs observations, mais aussi de leur inquiétude face à la problématique de l'érosion côtière. Nous constatons tous que l'érosion est de plus en plus présente dans la Baie-des-Chaleurs et que le comportement de la mer n'est plus ce qu'il était il y a 30 ans. Tant les résidents inquiets que les gestionnaires municipaux et gouvernementaux tentent de trouver de l'information claire et concrète afin de comprendre ce processus naturel et de cibler les solutions les plus efficaces.

L'atelier d'aujourd'hui vise précisément à répondre à ce besoin d'information. Cette journée a été conçue sur mesure pour les gestionnaires municipaux afin qu'ils soient mieux outillés pour transmettre aux citoyens des réponses claires. Les directions régionales des ministères concernés par l'érosion côtière ont également été invitées afin de leur permettre de bien cerner les risques liés à l'érosion des côtes et d'entrevoir les décisions qui devront être prises face aux infrastructures actuellement en bordure de la mer.

Nous ne visons pas à faire de vous des experts en géomorphologie côtière, mais la compréhension de la dynamique côtière constitue un outil précieux pour expliquer et anticiper les risques d'érosion et de submersion. Nous examinerons ensemble dans un premier temps les facteurs qui influencent l'érosion dans notre région et les impacts des changements climatiques sur nos côtes. Dans un deuxième temps, nous échangerons sur les préoccupations des différents intervenants face à cette problématique et nous tenterons ensemble de faire ressortir les besoins de ces intervenants pour gérer le mieux possible les risques actuels et prévisibles pour la Baie-des-Chaleurs.

À la fin de cette journée, vous aurez une compréhension globale du phénomène d'érosion côtière et de ses impacts sur la Baie-des-Chaleurs. Vous serez en mesure d'observer et de mieux comprendre l'évolution de votre territoire ainsi que de diffuser cette information aux décideurs de votre municipalité ou de votre ministère. Pour vous aider à diffuser cette information, le présent cahier du participant a été conçu comme un ouvrage de référence pour les intervenants de la Baie-des-Chaleurs. Nous souhaitons qu'il soit un outil de diffusion des connaissances acquises sur les zones côtières de la région afin d'aider les gestionnaires dans leurs prises de décision.

Je vous souhaite de trouver aujourd'hui réponses à vos questions,

Louise-Anne Belzile

Pourquoi un atelier sur l'érosion côtière ?

Le Québec maritime est de plus en plus touché par la problématique de l'érosion côtière et de la **submersion**. Des taux de recul moyens variant généralement entre 0,5 et 2 m/an sont enregistrés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. En Gaspésie, le phénomène devient de plus en plus préoccupant : en 2005, il a été estimé que 54 % du littoral était en érosion. Selon les scénarios climatiques prévus, les **risques** associés à l'érosion côtière et à la submersion sont appelés à s'accroître. La hausse du niveau de la mer, les redoux hivernaux plus fréquents ainsi que la diminution de la couverture de la **glace marine** et de la période d'englacement impliquent que l'érosion des côtes va, de façon prévisible, s'accroître et se généraliser dans le Québec maritime.

L'érosion côtière représente avant tout un processus naturel qui existe depuis toujours. Dans la région, jusqu'à un passé récent, une large bande en bordure de la côte était occupée soit par des terres agricoles ou par des résidences. L'érosion était quand même active dans plusieurs secteurs, mais sans toutefois engendrer des dégâts majeurs, jusqu'à ce que peu à peu elle vienne atteindre de plus en plus



Collection Écumnésie Tracadèche

Quai de Saint-Omer

La côte était surtout occupée par des terres agricoles et quelques résidences.

d'infrastructures telles que des routes, des résidences, des bâtiments commerciaux, le réseau ferroviaire, etc. Les côtes sont donc en constante évolution selon leur **sensibilité** aux courants, aux vagues, aux marées et aux facteurs climatiques et ce, depuis des millénaires. Cependant, tous ces processus naturels combinés aux interventions humaines ont entraîné d'importantes problématiques d'occupation du territoire et une dégradation majeure des milieux côtiers. L'utilisation et l'aménagement de ces espaces en bordure de

mer ne peuvent donc s'effectuer de la même façon qu'en milieu terrestre, lequel est beaucoup plus stable.

C'est ainsi que les **ouvrages de protection** (muret de bois ou de béton, enrochement, etc.) se sont multipliés au Québec, impliquant des investissements considérables et de nombreux impacts environnementaux. En 2001, le ministère des Transports du Québec estimait que près de 20% des côtes gaspésiennes étaient dénaturées par des murs de bois, de béton ou par des empierrements alors qu'en 1975, la proportion des côtes **artificialisées** ne représentait que 6 %. On assiste ainsi à une croissance de l'**artificialité** du littoral, ce qui entraîne inmanquablement l'accélération du phénomène d'érosion et de **submersion**. Les dépenses associées à la protection n'iront qu'en augmentant dans les prochaines années sans apporter pour autant de solutions définitives au problème.



Christian Fraser

Bonaventure, octobre 2005

Exemple d'artificialisation de la côte pour protéger la route 132

La **protection** des berges constitue d'emblée la première intervention envisagée par les citoyens et les gestionnaires. Au cours des dernières années, plusieurs nouvelles connaissances sur l'érosion côtière ont été acquises par des travaux de recherche et différentes leçons peuvent être tirées des expériences en Europe, aux États-Unis et ici au Québec. Ces nouvelles connaissances auraient tout intérêt à être intégrées dans nos processus de décision.

L'atelier d'aujourd'hui vise donc à présenter ces connaissances afin de mieux comprendre les **processus** responsables de l'érosion côtière et d'en saisir les enjeux. Cet échange permettra à la fois de développer une plus grande capacité d'adaptation des communautés côtières face à cette problématique, mais aussi d'établir une meilleure cohérence entre les besoins réels des gestionnaires du territoire et les études qui sont menées sur les zones côtières de la région.

Suite à cet atelier, nous serons mieux outillés pour surveiller et comprendre le phénomène d'érosion et pour transmettre des informations aux citoyens touchés ou préoccupés.

L'érosion côtière est-elle un problème?

L'érosion côtière est perçue depuis quelques années comme le recul accéléré des côtes, en grande partie dû aux **changements climatiques** récents. Toutefois, plusieurs témoignages et des photos historiques nous rappellent que le recul des côtes ne date pas des récentes années. Les environnements terrestre et marin sont en constante évolution et les côtes qui sont une zone d'interface, s'adaptent constamment à ces modifications de façon à établir un équilibre.

Cette évolution dynamique, qui a cours depuis des millions d'années, pose désormais aux communautés côtières d'importants défis d'adaptation. Depuis environ dix ans, cette évolution naturelle s'accélère et devient une problématique sérieuse au Québec. La situation actuelle s'explique par différents phénomènes.

Les grands cycles du climat

Depuis que le Québec vit une période de transition entre une époque glaciaire et une époque de réchauffement, l'action abrasive des glaciers a causé l'érosion des montagnes et un creusement des vallées. Leur fonte a laissé sur le territoire québécois une épaisse couverture de **sédiments**. Les sédiments sont des fragments de roche de grosseur variable (bloc, gravier, sable, argile) qui peuvent être déplacés par divers **agents de transport**. Ainsi, le vent, la pluie et l'eau de fonte ont par la suite lentement transporté ces sédiments vers les rivières. Celles-ci, sur leur long trajet, ont fait voyager de nombreux grains de sable vers la mer, lesquels ont été transportés puis déposés sur les bancs, les plages et dans les barachois. Ce grand voyage dure depuis plus de 14 000 ans et la couverture de sédiments laissée par les glaciers est à son tour soumise à l'érosion. Les hauts et les bas du climat expliquent qu'aujourd'hui, d'une manière tout à fait naturelle, notre décor change et s'adapte à ces nouvelles conditions. Nous acceptons difficilement que



Bernard Héu, UQAR

Sommet du mont Hog's Back, Parc national de la Gaspésie

Dépôt de blocs et de gravier, exemple de sources de sédiments.

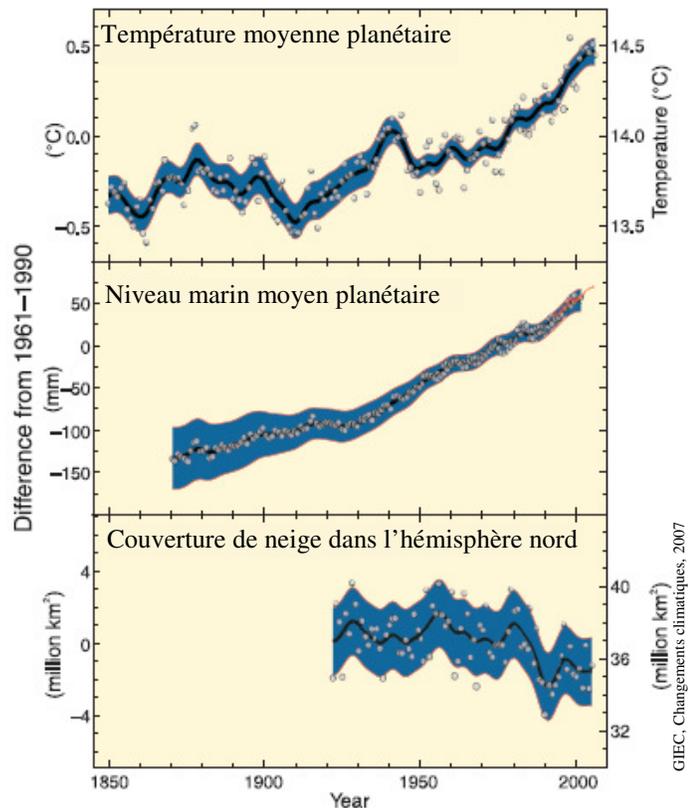
l'environnement qu'on connaît actuellement se transforme au point d'avoir des impacts sur notre mode de vie. Depuis quelques millions d'années, les humains se sont adaptés à ces variations du climat en se déplaçant, en modifiant leur alimentation et leur mode d'utilisation des ressources. Aujourd'hui, nous sommes une fois de plus confrontés à ce défi. L'érosion des berges est une des expressions des variations naturelles du climat qui nous obligera à mettre en commun toutes nos connaissances et notre débrouillardise pour s'adapter aux changements.

Les changements climatiques récents

Les changements climatiques récents viennent s'ajouter aux variations naturelles du climat. L'augmentation récente du réchauffement que l'on observe depuis quelques années s'explique surtout par les activités humaines. Ces changements climatiques se caractériseront dans la région par une hausse du niveau marin, une augmentation des températures, une diminution de la couverture de glace et des redoux hivernaux plus fréquents. Suite à ces modifications du climat, le phénomène d'érosion côtière est appelé à s'accroître, comme il est déjà perceptible depuis quelques années.

Les impacts sur l'érosion côtière

Même si l'érosion des berges représente à la base un processus naturel d'ajustement des côtes, récemment ce processus s'est transformé en un **risque** puisqu'il menace des infrastructures humaines et des aménagements qu'on croyait à l'abri pour longtemps. Cette relation est particulièrement vraie dans la Baie-des-Chaleurs puisque la majorité de la côte est habitée, c'est-à-dire que dans presque tous les secteurs où l'érosion est active, des résidences ou des routes y ont été construites. Donc, même si le recul des côtes ne montre pas des taux annuels qui



Variations planétaires de la température de l'air, du niveau de la mer et du couvert de neige depuis 1850 dans l'hémisphère nord

Les changements climatiques ont des causes naturelles et des causes humaines. La hausse récente des températures et du niveau de la mer seraient surtout attribuables aux activités humaines.

semblent très alarmants, la proximité et l'abondance des infrastructures ainsi que le faible dénivelé des berges rendent les côtes de la Baie-des-Chaleurs très exposées aux risques d'érosion et de **submersion**. De plus, la crainte des résidents et des gestionnaires devant le recul des côtes les a souvent amenés à investir des sommes importantes dans la construction d'**ouvrages de protection** pour préserver les propriétés et les infrastructures. Malheureusement, on réalise que ces ouvrages construits sur des côtes **meubles** ont eu



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

Zones problématiques d'érosion dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent

...Vers une érosion généralisée des côtes maritimes du Québec

pour effet d'aggraver le **déficit** en **sédiments** de la côte et donc, d'accélérer davantage l'érosion dans les secteurs adjacents non protégés. De plus, la présence de certains ouvrages sur les côtes basses augmente les risques de **submersion**.

En bref...

Il est vrai que l'érosion côtière s'est accentuée au cours du dernier siècle en raison des variations du climat tant pour des causes naturelles qu'humaines. Un fort engouement de la population pour la proximité des services et de la mer a fait en sorte d'augmenter considérablement la construction d'infrastructures en bordure des côtes. Celles-ci ont rapidement été exposées au **risque** d'érosion, engendrant la construction d'**ouvrages de protection** dans plusieurs secteurs. Ces bâtiments et routes se retrouvent aujourd'hui à risque de submersion et même parfois à risque d'érosion parce que les ouvrages de protection mis en place n'ont pas toujours l'efficacité attendue.



Christian Fraser

Pointe-Verte, Maria

Ouvrages de protection détruits par les grandes marées d'automne 2005. La construction résidentielle puis l'artificialisation massive du littoral ont provoqué une érosion accélérée de la plage, augmentant ainsi les risques d'inondation et d'affaissement des ouvrages de protection lors des grandes marées ou de tempêtes.

Horaire de la journée

8H15 Arrivée des participants

8H30 Mot de bienvenue de l'animatrice

LA DYNAMIQUE CÔTIÈRE

8H45 1. LES TYPES DE CÔTES ET LEUR ÉVOLUTION

Les côtes rocheuses

Les côtes à falaises meubles

Les côtes basses

9H15 2. LE TRANSPORT DES SÉDIMENTS

2.1 Les sources de sédiments

Les cours d'eau

La côte

La zone intertidale et marine

2.2 Le transit des sédiments

2.3 Le dépôt des sédiments

11H00 3. L'ARTIFICIALISATION DES BERGES

3.1 Les types d'ouvrages de protection

Les ouvrages rigides

Les ouvrages souples

3.2 Les impacts locaux des ouvrages de protection

3.3 Les impacts globaux de l'intensification de l'artificialisation

DÎNER (60 min.)

FORUM-DISCUSSIONS

13H00 **3 thèmes :**

Le bilan des connaissances

Les enjeux liés à l'érosion côtière et à la submersion

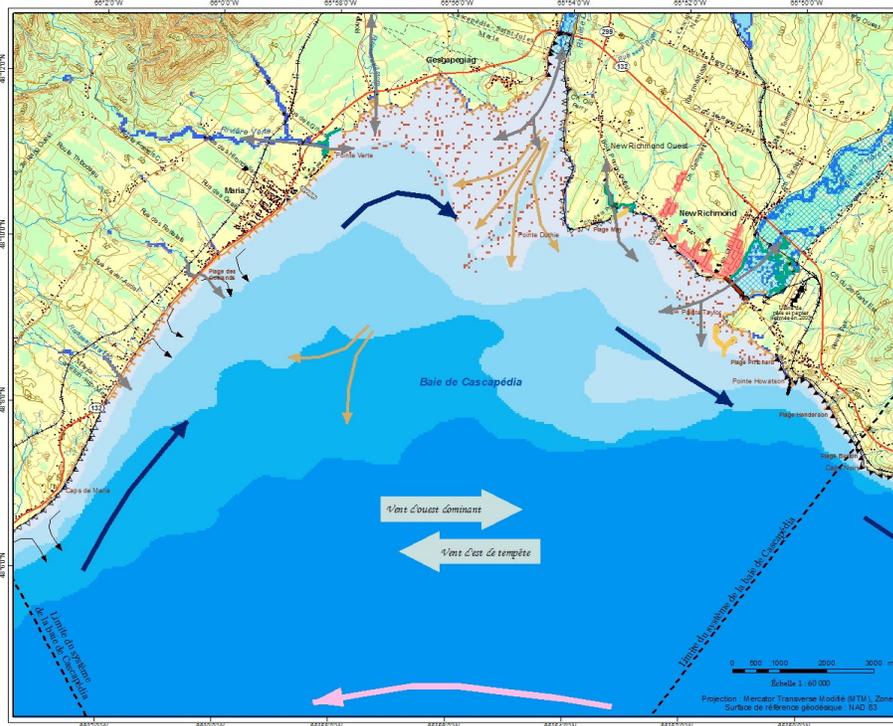
Le rôle de la réglementation

15H30 **La conclusion de la journée**

16H00 Fin de l'atelier

** Des pauses d'environ 15 minutes sont prévues en avant-midi et en après-midi*

L'atelier d'aujourd'hui a pour thème la **dynamique côtière**. Ce concept est très large, mais nous l'appliquerons dans le cadre de cet atelier spécifiquement aux **risques** d'érosion et de **submersion**. Nous utiliserons les principes de base de la dynamique côtière pour comprendre le phénomène d'érosion. Pourquoi existe-t-il dans la Baie-des-Chaleurs? Pourquoi prend-t-il de l'ampleur? Quels sont les paramètres qui l'influencent? Comment peut-on freiner l'érosion des berges ou à tout le moins limiter ses dégâts?



Carte du milieu physique de la baie de Cascapédia

Carte représentant quelques éléments de dynamique côtière : courants côtiers, courants de dérive, sources de sédiments

Comité ZIP Baie-des-Chaleurs

Les fondements de la dynamique côtière permettront d'aborder cette question d'une manière globale, c'est-à-dire en considérant l'action des vagues, de la gravité, du vent, de l'ensoleillement, des précipitations, du couvert de glace, des **changements climatiques**, des rivières et bien sûr des activités humaines.

Enfin, les décisions qui auront à être prises dans les prochaines années doivent tenir compte des situations particulières, c'est-à-dire de l'évolution passée des côtes, des risques qui y sont associés, des enjeux économiques et sociaux ainsi que de la valeur environnementale de ces milieux. La compréhension de la dynamique côtière permet également d'anticiper les événements et ainsi d'éviter les mesures prises au cas par cas et dans l'urgence, qui s'avèrent trop souvent inappropriées. Ces interventions accentuent généralement le **déficit sédimentaire** et le déséquilibre des processus naturels. Des

explications peuvent alors être données aux décideurs, aménagistes et gestionnaires sur le comportement actuel et futur des côtes. On pourra alors éviter une importante part de la dégradation des environnements côtiers ainsi que le gaspillage de fonds dans des ouvrages inadéquats qui ne font bien souvent qu'accentuer les risques d'érosion et de submersion.

Qu'est-ce que la dynamique côtière?

La **dynamique côtière** est le domaine d'étude qui traite des interactions terre-mer propres aux milieux côtiers. Elle cherche à expliquer l'équilibre dynamique qui résulte des conditions marines, climatiques, géologiques et sédimentaires. Les côtes constituent des milieux très fragiles de par leur position et donc, par la multitude des éléments susceptibles de rompre l'équilibre entre les processus marins et terrestres.

En quoi une bonne connaissance de la dynamique côtière peut profiter à l'aménagement du territoire dans la Baie-des-Chaleurs?

La **dynamique côtière** permet d'expliquer l'évolution des côtes en fonction des phénomènes qui les entourent et les modifient. Cette analyse vise à définir les paramètres déterminants et le type d'évolution correspondant à chacun des secteurs. Ces connaissances permettent d'anticiper les modifications probables de la côte et de planifier le type de développement le plus adéquat de ces secteurs. Ainsi, une meilleure connaissance du fonctionnement des côtes et de leur évolution particulière mène à une gestion proactive de ces territoires de façon à contrôler au mieux les **risques** et à éviter des investissements vains liés à la défense contre des processus naturels qui demeureront, quoi qu'on y fasse.

Est-ce que la dynamique côtière est perturbée par les changements climatiques?

Les **changements climatiques** affectent les côtes de différentes manières:

- Le rehaussement accéléré du niveau de la mer;
- La diminution de la période d'englacement;
- La modification des cycles gel/dégel;
- L'aggravation du **déficit sédimentaire**;
- La modification des activités et des interventions humaines.



Christian Fraser

Barachois de Saint-Omer

La migration du littoral vers la terre est un signe de hausse du niveau de la mer

Ces différents facteurs influencent donc la **dynamique côtière**, responsable de l'évolution des côtes. Les variations du climat déterminent grandement le transport de **sédiments** vers les côtes. Ainsi, le rehaussement accéléré du niveau de la mer, la diminution de la période d'englacement et l'augmentation des cycles gel/dégel accentuent tous l'érosion des côtes. Avec ces **risques** grandissants d'érosion et de **submersion** pour plusieurs secteurs, la tentation sera forte d'y répondre par une multiplication des **ouvrages de protection**, ce qui aura pour effet d'aggraver le déficit sédimentaire et donc, l'érosion dans les secteurs à l'état naturel.



Caps de Maria, Carleton-sur-Mer, 2005

*Évolution rapide d'une falaise **meuble**.*

La Baie-des-Chaleurs comprend des environnements côtiers très diversifiés qu'on peut classer selon 3 grands types de côtes : les côtes rocheuses, les côtes à falaises meubles et les côtes basses. Dans cette partie, les principaux processus associés à chacun de ces types de côtes seront présentés de façon à comprendre comment les côtes de la région évoluent. Nous serons alors en mesure de bien cerner l'impact des changements climatiques actuels sur les côtes qui nous entourent.

Types de côtes	Particularités et processus	Exemples
<p>Côtes rocheuses</p> <p>Côte caractérisée par un escarpement rocheux de 1,5 à plus de 10 m de hauteur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Côtes actives malgré leur apparence de dureté; - Très affectées par les variations de température et les pluies en saison hivernale ainsi que par les vagues de tempête qui forment des encoches. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Caps Noirs, New Richmond</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Caplan</p> </div> </div>
<p>Côtes à falaises meubles</p> <p>Côte caractérisée par un escarpement de dépôts meubles de 1,5 à plus de 10 m de hauteur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Surtout influencées par la gravité et l'infiltration d'eau; - Particulièrement sensibles lorsqu'elles contiennent des couches d'argile; - Très actives au printemps avec la fonte de la neige; - Propice aux glissements de terrain. 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Pointe Duthie, New Richmond</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Caps de Maria, Carleton-sur-Mer</p> </div> </div>

Types de côtes		Particularités et processus	Exemples	
Côtes basses	Côtes à terrasses de plage Accumulation de sable et/ou de gravier formée d'un replat généralement végétalisé qui est très rarement submergé par les marées.	<ul style="list-style-type: none"> - Particulièrement touchées par les tempêtes surtout lorsqu'elles se succèdent dans une courte période; - Évolution rapide à cause des sédiments souvent peu cohésifs; - Souvent habitées et très sujettes à la submersion étant donné le faible dénivelé. 	 <small>Christian Fraser</small> Pointe Taylor, New Richmond	 <small>Christian Fraser</small> Bonaventure
	Côtes à flèches littorales Accumulation de sable et/ou de gravier qui s'attache à la côte et qui s'étire généralement parallèlement à la côte dont l'extrémité est libre.	<ul style="list-style-type: none"> - Très sujettes à la submersion étant donné le faible dénivelé. - Milieu très dynamique vu le transport important de sédiments; 	 <small>Comité ZIP Baie-des-Chaleurs</small> Banc de Carleton	 <small>Ville de Carleton-sur-Mer</small> Banc de Saint-Omer
	Côtes à marais Les marais sont des zones d'accumulation de sédiments fins colonisées par de la végétation herbacée.	<ul style="list-style-type: none"> - Très sensibles aux vagues, au piétinement et à l'action des glaces; - Aujourd'hui, milieux presque partout en érosion dans la région. 	 <small>Comité ZIP Baie-des-Chaleurs</small> Barachois de Nouvelle	 <small>Comité ZIP Baie-des-Chaleurs</small> Barachois de Hopetown

Processus	Description	Photos
<p>Gélifraction Fragmentation de la roche en raison des variations de température</p>	<p>Le processus peut être causé par la différence de dilatation entre les minéraux contenus dans la roche ou par le gel et le dégel de l'eau contenue dans la roche ou dans les fissures.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Christian Fraser</p> <p>Caps Noirs, New Richmond</p>
<p>Sapement basal Recul du pied de la falaise par l'attaque des vagues</p>	<p>La force de ce processus réside dans sa constance. Les ondes de choc transmises dans la roche ainsi que l'infiltration de l'eau sous pression dans les micros fissures provoquent une usure accélérée de la roche au bas de la falaise, ce qui forme des encoches.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Christian Fraser</p> <p>Caps Noirs, New Richmond</p>
<p>Effondrement de blocs Effondrement de morceaux rocheux détachés de la falaise</p>	<p>Lorsque le bas de la falaise a été grugé par les vagues, il s'y forme une encoche et le haut s'effondre subitement par blocs. L'action de la gélifraction crée des fissures importantes qui peuvent provoquer la chute de blocs qui se sont détachés peu à peu de la falaise.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Christian Fraser</p> <p>Caps de Carleton, Carleton-sur-Mer</p>

L'aménagement et le développement des côtes rocheuses

Les infrastructures non connectées à un réseau d'égout construites à proximité du bord des falaises rocheuses, telles que des résidences et des routes, augmentent nettement le ruissellement et l'infiltration d'eau, ce qui accélère la dégradation et le recul de la falaise. La libération d'eau par les installations septiques augmente grandement la quantité d'eau infiltrée dans le sol ainsi que la **sensibilité** de la falaise, surtout lorsque les résidences sont

habitées à l'année. Toute l'urbanisation des sommets des falaises que ce soit des routes, des remblais, des canaux d'évacuation, ou autres, modifie le transport des eaux de précipitation ou de fonte qui sont acheminées vers la falaise.

Les côtes rocheuses sont généralement les côtes les plus aptes à supporter le poids d'infrastructures. Toutefois, ils font moins souvent l'objet de développement immobilier à cause de leur faible attraction. Contrairement aux côtes basses, les vagues y sont plus fracassantes, les plages plus étroites et plus graveleuses ainsi que la proximité et les accès à la mer y sont plus rares.



Christian Fraser

Caps Noirs, New Richmond

Les côtes rocheuses sont souvent moins populaires pour le développement et l'aménagement à cause de la force des vagues qui y déferlent, la faible largeur des plages et le manque d'accès.

Processus	Description	Photos
<p>Ruissellement</p> <p>Écoulement d'eau sur la falaise</p>	<p>Ce processus résulte de l'écoulement d'eau à la surface du sol. Cette eau s'écoule sur la falaise et emporte des sédiments sur son passage, créant ainsi des ravins. Le ruissellement est particulièrement actif lors de pluies abondantes.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Christian Fraser</p>
<p>Suffosion</p> <p>Résurgence dans la falaise d'eau infiltrée dans le sol</p>	<p>En circulant dans le sol jusqu'à la falaise, l'eau transporte des sédiments et favorise ainsi l'affaissement des couches supérieures. Ce processus est très répandu dans nos régions, surtout au printemps.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Christian Fraser</p> <p>Caps de Maria, Carleton-sur-Mer</p>
<p>Glissement</p> <p>Décrochement d'une partie de falaise</p>	<p>Mouvement de masse affectant la falaise sur une partie ou sur l'ensemble de sa hauteur. Un volume important de sédiments se détache alors subitement de la falaise généralement en raison d'une pente trop abrupte ou de pluies abondantes.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Christian Fraser</p> <p>Caps de Maria, Carleton-sur-Mer</p>
<p>Sapement basal</p> <p>Recul du pied de la falaise par l'attaque des vagues</p>	<p>Dans les côtes à falaises meubles, une plage est souvent présente pour venir dissiper l'énergie des vagues. Seulement, en temps de tempête, les vagues peuvent atteindre le pied de la falaise et la nettoyer des sédiments effondrés, ce qui rend la falaise instable et favorise les glissements et les coulées.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Christian Fraser</p> <p>Saint-Omer, Carleton-sur-Mer</p>

<p>Effondrement de débords organiques</p> <p>Chute de la végétation présente au sommet de la falaise</p>	<p>L'écoulement progressif des sédiments par différents processus engendre le recul de l'ensemble de la falaise. Toutefois, la couche supérieure de sol est plus cohésive que les sédiments meubles qui composent la falaise. Un débord de végétation se forme progressivement puis s'effondre lorsque devenu trop lourd.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Christian Fraser</p> <p>Caps de Maria, Carleton-sur-Mer</p>
<p>Glaces</p> <p>Arrachement puis transport des sédiments vers le large</p>	<p>Perte nette de sédiments sur les plages lorsque la glace se soulève avec d'importantes quantités de sable ou même de blocs. La glace de rive est en mouvance tout au long de l'hiver, emportant à plusieurs reprises des sédiments vers le large. Lorsque la glace de rive est étroite, les vagues sont reflétées au pied de la glace, érodant la plage.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Jean-Marie Dionne</p>

L'aménagement et le développement des côtes à falaises meubles

Les côtes à falaises **meubles**, tout comme les côtes rocheuses sont sensibles aux infiltrations d'eau. L'écoulement d'eau déstabilise le versant et liquéfie les **sédiments** fins souvent présents dans ce type de terrain. La construction et l'aménagement dans ces milieux favorisent grandement l'infiltration d'eau puisque la végétation dense et la couche supérieure de sol sont souvent perturbées voire totalement enlevées. De plus, le poids des infrastructures situées au sommet de la falaise représente un facteur supplémentaire de déstabilisation, susceptible de favoriser les glissements.

PROCESSUS	DESCRIPTION	PHOTOS
<p>Vagues et marées</p> <p>Mouvement répété des vagues et des marées</p>	<p>Mouvements répétitifs qui retirent peu à peu des sédiments des plages de sable et des marais. Les vagues de tempête peuvent aussi détruire la végétation, rendant la côte plus sensible à l'action érosive des vagues.</p>	 <p>Barachois de Paspébiac</p> <p>Christian Fraser</p>
<p>Glaces</p> <p>Arrachement puis transport des sédiments et de la végétation vers le large</p>	<p>Perte nette de sédiments sur les plages lorsque la glace se soulève avec d'importantes quantités de sable ou même de blocs. La glace de rive est en mouvance tout au long de l'hiver, emportant à plusieurs reprises des sédiments vers le large. Dans le cas des marais, ce processus cause d'importants dommages à la végétation. Lorsque la glace de rive est étroite, les vagues sont reflétées au pied de la glace, érodant la plage.</p>	 <p>Pascal Bernatchez</p>

L'aménagement et le développement des côtes basses

Les côtes basses sont des milieux côtiers particulièrement attrayants pour le développement résidentiel et touristique. Elles offrent souvent de larges plages très propices à la baignade et à la promenade ainsi qu'un relief plat intéressant pour la construction. Toutefois, les principales caractéristiques communes à toutes les côtes basses sont certes leur dynamisme et leur exposition aux **risques de submersion**. Ces côtes évoluent très rapidement au gré des courants et des **agents d'érosion** de sorte que des secteurs en accumulation peuvent rapidement devenir en érosion. L'aménagement et le développement des côtes basses représentent donc des risques majeurs pour les infrastructures telles que les routes et les résidences. Plusieurs propriétaires sont contraints d'investir massivement dans des **ouvrages de protection** afin de se prémunir contre les tempêtes. De plus, les milieux de marais, tout particulièrement, sont le siège d'une grande biodiversité qui offre aux poissons et aux oiseaux un lieu de prédilection pour se nourrir, s'abriter, se reproduire et croître. Les organismes présents dans ces milieux jouent un rôle capital dans la filtration et l'épuration de l'eau de mer. Toutefois, la richesse biologique typique de ces milieux est souvent mise en péril par un fort achalandage et un aménagement dense.

Dans nos régions tempérées, une grande part des **sédiments** sont créés sur le continent puis acheminés à la mer par les rivières. Ils sont générés par l'action des **agents d'érosion** sur la roche du continent (zone de production). Les sédiments sont ensuite transportés par les rivières vers une vallée puis une autre (zone de transport) pour finalement se déposer dans la zone côtière (zone de dépôt). Toutefois, dans ce grand cycle global, une certaine partie des sédiments générés ne se rendront pas immédiatement à la mer. Certains demeureront

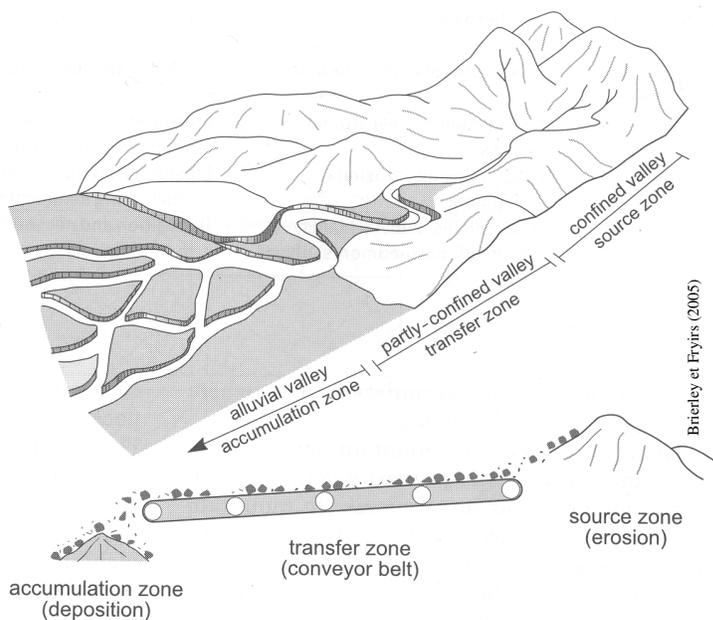


Schéma des zones de production, transport et dépôt des sédiments

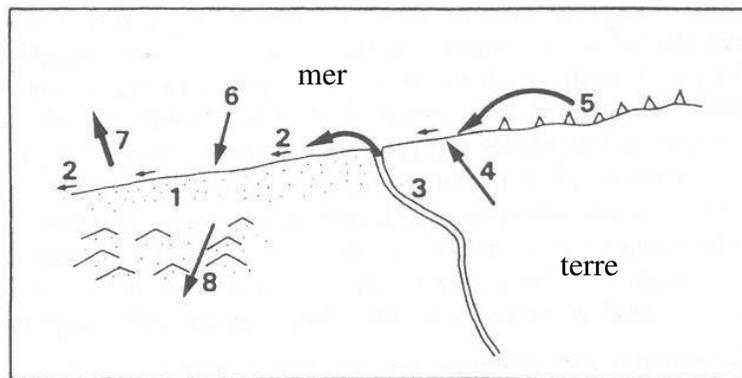
emmagasinés sur le continent dans des **talus** au bas des falaises ou sur les plateaux des montagnes. D'autres seront emmenés vers les vallées puis se déposeront sur les **bancs d'accumulation** et les **plaines inondables** des rivières. Ainsi, tous les sédiments générés sur le continent ne sont pas nécessairement acheminés directement à la mer. Non seulement les particularités physiques du milieu favorisent la retenue des sédiments à certains endroits mais aussi les aménagements humains, tels les bassins de rétention des ouvrages hydroélectriques.

Le cycle global de transport des **sédiments** en milieu terrestre comprend trois phases : production, transport et dépôt. En milieu côtier, des sédiments peuvent aussi être amenés à la côte autrement que par les rivières. Ainsi, des sédiments sont accumulés sur l'arrière-côte ou sur les îles et les bancs de sable et représentent alors une source directe d'approvisionnement pour les plages. Dans la partie qui suit, nous verrons non seulement les sources possibles de sédiments pour les rivages, mais également comment ces sédiments sont transportés le long de la côte puis redéposés plus loin.

Généralités

Quelles sont les sources possibles de sédiments?

Pour alimenter la côte, les **sédiments** peuvent provenir de 3 sources principales : les rivières, la côtes et la mer. Tout d'abord, les rivières constituent un apport majeur de sédiments à la côte, particulièrement lors des crues printanières. La côte elle-même représente aussi une source importante de sédiments par les falaises et **talus** qui sont sous l'action des **agents d'érosion**. Enfin, la mer constitue aussi un apport de sédiments par les vagues qui arrachent du sable à la **plate-forme littorale** (partie la plus près de la côte, mais constamment submergée).



Les principales sources et pertes de sédiments pour la côte :

- Les sources :
- (2) : la **dérive littorale** qui apporte des sédiments des zones adjacentes,
 - (3) : les rivières qui transportent vers la côte les sédiments du continent,
 - (4) : le vent du continent qui apporte un peu de sédiments fins,
 - (5) : l'érosion de certains secteurs de côtes (falaises, côtes basses, etc.),
 - (6) : la **zone intertidale** et la zone marine qui apportent à la côte les sédiments déjà accumulés sous forme de bancs de sable ou de **hauts-fonds**.
- Les pertes :
- (7) : vers la zone intertidale et marine par les courants d'arrachement,
 - (8) : vers les dunes par le vent,
 - (2) : par la dérive littorale qui emporte des sédiments vers des zones adjacentes.

Quelle est la source de sédiments la plus importante dans la région?

La source principale de **sédiments** varie selon les secteurs de côtes. Par exemple, pour un secteur qui comprend une embouchure de rivière, la source principale de sédiments sera sans doute ce cours d'eau. Par contre, si des falaises **meubles** sont situées à proximité et

que les courants permettent de transporter les sédiments vers le secteur en question, l'érosion de la côte, par l'intermédiaire du **courant de dérive**, constituera l'apport principal de sédiments. Ainsi, l'apport en sédiments dans un secteur est grandement déterminé par les courants qui dominent dans cette zone, mais également par les sources potentielles de sédiments. Ces sources potentielles sont par exemple, un banc de sable submergé au large, des falaises meubles très actives à proximité, un secteur de côtes basses ou encore la présence d'un cours d'eau apportant beaucoup de sédiments. Dans certains secteurs, les courants seraient favorables à transporter des sédiments alors que les sources sont limitées. Dans d'autres secteurs, ce sont plutôt les courants qui limitent les échanges de sédiments le long de la côte.

En outre, la productivité des différentes sources de sédiments peut varier selon les saisons voire même selon les variations du climat à long terme. Voir la prochaine question pour plus de détails.

Ces sources peuvent-elles devenir moins abondantes à certains moments ou cesser totalement?

La productivité des trois sources de **sédiments** décrites plus haut n'est évidemment pas constante tout au long de l'année. En saison hivernale, l'apport de sédiments en provenance des rivières est minime et celui de la côte dépend de la présence ou non de **glace de rive**. Cette glace protège la côte de l'impact des vagues, ce qui diminue son apport en sédiments pour la mer. Par contre, d'autres **agents d'érosion** continuent à intervalles d'avoir une influence sur les falaises, ce qui libère des sédiments qui seront éventuellement amenés à la mer par les vagues au printemps.



Christian Fraser

Glace de rive, Saint-Siméon

La glace ancrée à la plage protège la côte de l'attaque des vagues.

La productivité d'une source peut varier grandement au cours d'un siècle ou même de milliers d'années selon le contexte climatique et géologique. Par exemple, l'apport en sédiments des rivières a beaucoup diminué depuis la déglaciation de l'Amérique du Nord, il y a environ 14 000 ans. En raison de la réduction de la disponibilité en sédiments dans les

montagnes et de la réduction du **débit** des rivières, celles-ci transportent beaucoup moins de sédiments qu'à cette époque.

En outre, les interventions humaines peuvent aussi modifier l'apport en **sédiments**. Par exemple, les coupes forestières massives et la dévégétalisation des berges augmentent l'apport en sédiments fins dans les rivières. À l'inverse, les berges qui sont protégées par des murets ou des enrochements, limitent grandement l'apport en sédiments. De tels ouvrages visent à freiner la perte de sédiments vers la rivière ou la mer, de façon à cesser le recul. Un seul **ouvrage de protection** de quelques mètres a un impact difficilement perceptible sur la quantité totale de sédiments apportée à la mer. Toutefois, **l'artificialisation** des berges, comme on l'observe depuis quelques années, crée des impacts majeurs sur le transport des **sédiments** et aggrave de façon importante le **déficit en sédiments** actuel des plages.

En ce qui concerne l'arrêt complet d'une source de sédiments, ceci est à peu près impossible.



Plage très étroite à marée basse devant le muret, Maria

La réflexion des vagues a provoqué l'érosion de la plage, passant d'une plage sableuse à une plage de blocs. Celle-ci est aujourd'hui beaucoup plus étroite, voire quasi absente, et abaissée suite à la construction de l'ouvrage de protection.

Les cours d'eau

Comment les cours d'eau acheminent-ils des sédiments vers les zones côtières?

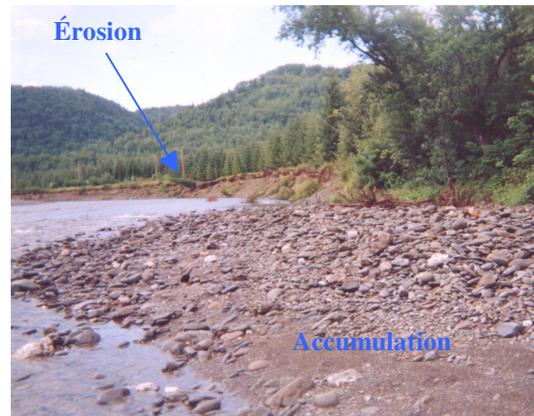
Toutes les embouchures de rivières présentes sur la côte sont reliées à un **bassin-versant**. Celui-ci regroupe un ensemble de cours d'eau qui permet le drainage d'un territoire spécifique. Sur ce territoire, des **sédiments** sont produits par les **agents d'érosion** qui usent la roche et les sols puis sont acheminés vers les rivières par le ruissellement et l'infiltration des eaux de pluie et de fonte. Les rivières érodent les berges et déplacent ces sédiments vers la mer. Le long d'un cours d'eau comme sur la côte, on retrouve des zones d'érosion et d'accumulation. Ainsi, dans une rivière, certaines sections de berges constituent des zones d'érosion alors que les **bancs d'accumulation** sont signe de dépôt. Cela signifie donc que des sédiments peuvent être piégés dans ces zones d'accumulation pour être un jour remobilisés par la rivière puis transportés plus loin, éventuellement jusqu'à la côte.



Christian Fraser

La rivière Caspédia et une partie de son bassin-versant

Les sédiments acheminés à la côte par les rivières proviennent de l'ensemble du bassin-versant.



Claudette Leblanc

La rivière Nouvelle

Les rivières, tout comme la côte, comportent des zones d'érosion et d'accumulation. Les sédiments en transport dans les rivières constituent une source sédimentaire importante pour la côte.

Est-ce que tous les cours d'eau constituent des sources de sédiments équivalentes?

L'apport en **sédiments** d'un cours d'eau dépend de la disponibilité des sédiments et de sa capacité à transporter ces sédiments vers la mer. En ce qui concerne la disponibilité des sédiments, il s'agit de la quantité de sédiments qu'il est possible d'extraire d'un **bassin-versant** donné. Cette quantité dépend principalement de la dureté de la roche rencontrée, des caractéristiques du sol, de la présence de végétation, du climat mais également des accumulations. Ainsi, plus la roche et le sol sont **friables**, plus ils fourniront de sédiments; plus la végétation est dense, plus elle retient les sédiments par ses racines et, plus les précipitations sont importantes, plus le ruissellement transporte de sédiments vers les cours d'eau. Pour ce qui est de la capacité de transport des rivières, elle dépend bien sûr du **débit**, lequel est variable d'une rivière à une autre et d'une saison à l'autre.

Est-ce que l'apport en sédiments des cours d'eau varie au cours de l'année?

Comme mentionné plus haut, l'apport des rivières dépend de la zone de production mais aussi de la capacité de la rivière à transporter les **sédiments** vers la mer. L'apport en sédiments du milieu terrestre est variable au cours de l'année selon l'intensité des **agents d'érosion** sur la roche et des réserves en sédiments. En hiver, par exemple, le **gel/dégel** en raison de l'ensoleillement et des variations de température fracture la roche et libère des quantités importantes de sédiments, lesquelles seront transportées au printemps vers le fond des vallées. Enfin, la capacité de transport des rivières varie aussi selon les saisons puisque le **débit** n'est pas constant tout au long de l'année. Les crues printanières représentent les moments les plus propices de l'année au transport de sédiments vers la côte.

Quelle est l'influence des barrages sur l'apport sédimentaire aux côtes?

Deux éléments influencent l'apport en **sédiments** des rivières vers la côte : les **débites** moyens et les crues. La présence d'ouvrages hydroélectriques sur une rivière a pour effet de diminuer les débits moyens et d'atténuer les crues. La présence d'un barrage a donc souvent pour effet de diminuer l'apport en sédiments. Cependant, les ouvrages hydroélectriques ne peuvent être tenus seuls responsables de l'érosion côtière. Mentionnons que cette diminution des apports en sédiments est d'autant plus importante si le barrage possède un bassin de rétention. Cette zone calme provoque le dépôt des sédiments au fond du bassin, lesquels sédiments ne voyageront pas jusqu'à la côte.

La côte

Est-ce que l'apport en sédiments des côtes est constant tout au long de l'année?

L'apport en **sédiments** des côtes provient de l'action des **agents d'érosion** sur les côtes. Ces **processus** sont plus ou moins actifs selon les saisons. Par exemple, l'action des glaces se fait sentir lorsqu'elles se retirent, surtout au printemps ou lors de redoux hivernaux. Le gel/dégel a davantage d'impacts sur les côtes au printemps et à l'automne en raison des écarts de température de l'air. Enfin, l'action des vagues est aussi plus importante lors de ces saisons où les tempêtes y sont plus fréquentes.



Christian Fraser

Falaises actives en hiver, Caps de Maria, 2008

*Malgré la présence de **glace de rive** et de **glace marine**, la falaise est toujours sujette à plusieurs processus d'érosion (glissement, coulée, ruissellement, etc.).*

Est-ce que certains types de côtes produisent davantage de sédiments?

Les côtes les plus sujettes à l'érosion produisent généralement plus de **sédiments** comme par exemple les falaises **meubles** et les côtes basses. Ces types de côtes sont plus sensibles aux **processus** d'érosion, provoquant la chute de sédiments sur la plage, lesquels sont ramassés puis transportés par les vagues, de façon à alimenter des secteurs adjacents.

Est-ce que la protection des berges a un impact sur l'apport en sédiments des côtes?

Évidemment, les **ouvrages de protection** contre l'érosion réduisent les pertes en **sédiments** des côtes mais ils aggravent par le fait même le **déficit sédimentaire** et ce, plus particulièrement sur les côtes **meubles**. Les côtes constituent une source importante de sédiments par l'érosion des falaises et des côtes basses. Si celles-ci sont enrochées ou emmurées dans une large proportion, les plages sont alors privées d'une quantité majeure de sédiments. Les zones en érosion représentent actuellement les endroits où l'approvisionnement est optimal et où les courants ont suffisamment d'énergie pour

transporter ces sédiments vers les zones de dépôt. Ainsi, l'**artificialisation** à grande échelle des côtes, comme nous l'observons actuellement au Québec, représente une diminution considérable de l'apport en sédiments pour les plages. Cette diminution a pour effet de perturber l'équilibre sédimentaire des côtes, ce qui provoque une accélération de l'érosion des secteurs non protégés. La **dynamique côtière** fera toujours en sorte d'aller chercher les sédiments là où ils sont disponibles afin d'atteindre un équilibre. Si on réduit les endroits disponibles pour l'approvisionnement en multipliant les ouvrages de protection, le déficit sédimentaire s'accroît et les côtes non protégées s'éroderont plus rapidement.



Christian Fraser

Caps de Maria, Carleton-sur-Mer
Artificialisation continue des côtes.

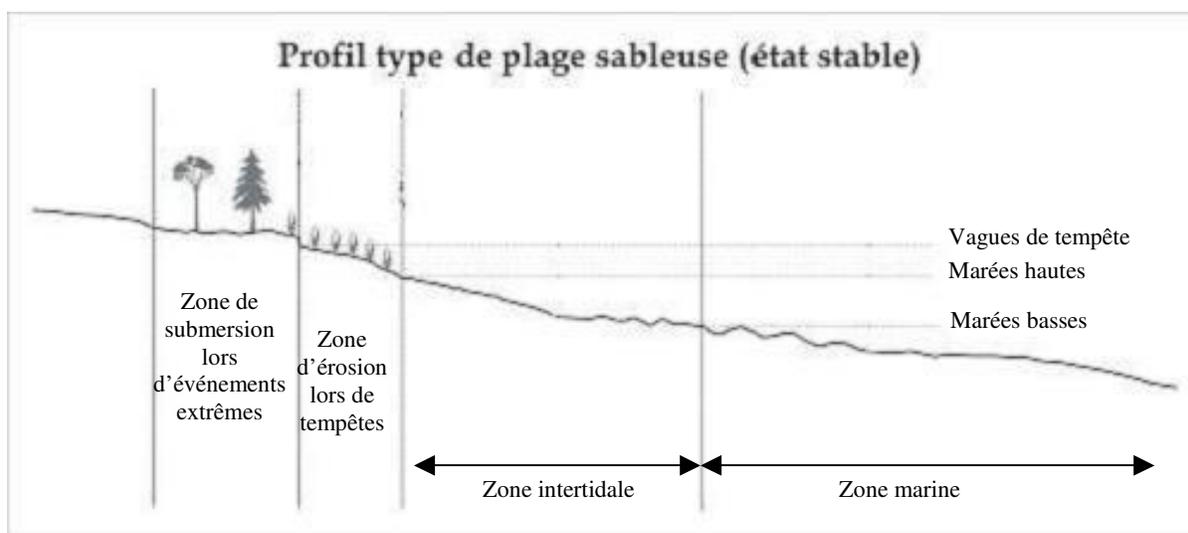
La zone intertidale et la zone marine

Qu'est-ce que la zone intertidale et la zone marine?

Les **zones intertidale** et marine constituent les espaces qui juxtaposent la zone côtière.

Zone intertidale : zone couverte d'eau à marée haute et découverte à marée basse

Zone marine : zone où les vagues n'ont plus d'impact sur le fond, à l'exception des **hauts-fonds** et des bancs



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

Comment les sédiments sont-ils transportés de la mer vers la côte?

Lorsque les vagues atteignent le fond de la mer, elles lui arrachent par son énergie des **sédiments** qu'elles transportent dès lors vers la côte. Généralement, cette **zone d'apport** correspond à la **zone intertidale** ou à des zones peu profondes de la zone marine. Les sédiments amenés de la mer vers la côte peuvent aussi provenir de **hauts-fonds** ou d'îles à proximité que les vagues auraient érodés au passage.

Cette source de sédiments est-elle constante?

La quantité de **sédiments** en provenance des **zones intertidale** et marine varie grandement selon les secteurs en fonction de la pente de la zone intertidale et de l'élévation des fonds marins. La variation saisonnière de cet apport est toutefois difficile à évaluer parce qu'il est surtout influencé par le degré d'énergie des vagues. En hiver, l'apport des zones intertidale et marine est donc minime puisque les vagues sont souvent atténuées par la présence de **glace marine**. Par contre, au printemps et à l'automne, saisons où les tempêtes sont plus fréquentes, l'apport de ces zones est généralement plus important. Notons par contre que selon les **changements climatiques** actuels et anticipés, la couverture de glace marine tend à diminuer. Les tempêtes hivernales auront alors plus d'impact, tant sur l'apport en sédiments des zones intertidale et marine, mais aussi sur l'érosion des côtes.



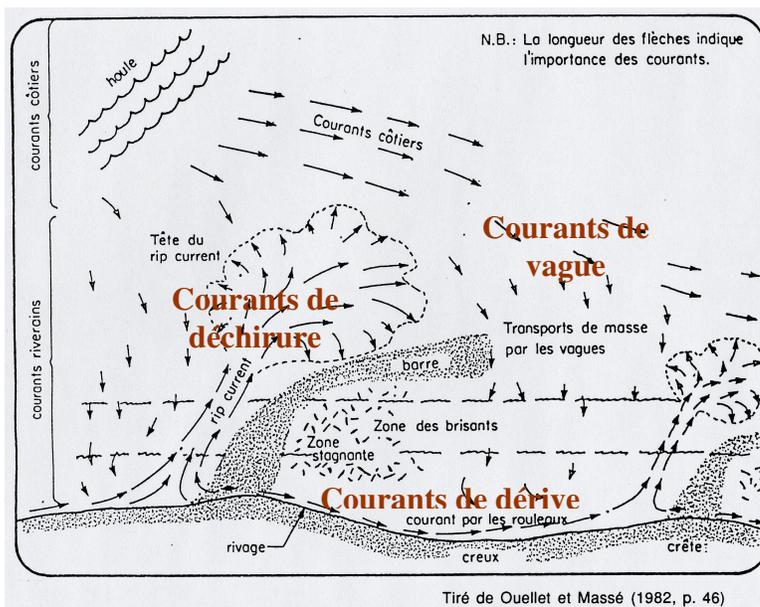
Christian Fraser

Barachois de Paspébiac

La source sédimentaire marine est largement épuisée à l'est du barachois, provoquant un déplacement rapide de la ligne de rivage vers l'intérieur du barachois et ce, surtout lors des événements de tempête.

Quels sont les courants responsables du transport des sédiments?

Trois principaux courants sont responsables du transport des **sédiments** entre la mer et la côte : les **courants de vague**, les **courants de déchirure** et les **courants de dérive**. Les courants de vague amènent à la côte des sédiments provenant de la **zone intertidale** et marine tandis que les courants de déchirure transportent les sédiments de la côte vers la mer. Enfin, les courants de dérive se déplacent parallèlement à la côte : ils permettent des échanges le long de la côte entre les zones d'apport et de dépôt des sédiments.



Les courants responsables du transport des sédiments

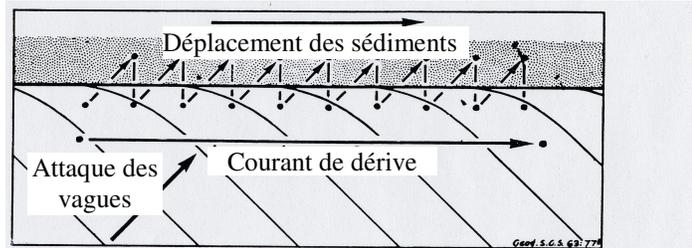
Les courants côtiers, les courants de déchirure et les courants de dérive.

Le transport des sédiments est-il constant tout au long de l'année?

Le transport des **sédiments** dépend des courants marins présents, lesquels donnent naissance à la **dérive littorale**, ce qui permet le déplacement des sédiments le long de la côte. L'énergie, donc la capacité de transport de la dérive littorale, dépend de la force des courants marins, eux-mêmes fortement influencés par le vent. Ainsi, le transport des sédiments le long de la côte est susceptible d'augmenter avec le vent. Mentionnons par contre que la dérive littorale est presque toujours active, qu'il y ait du vent ou non.

Qu'est-ce que la dérive littorale?

La **dérive littorale** représente la quantité de **sédiments** en transport le long de la côte selon les **courants de dérive**. Ces courants naissent des **courants de vague** venus du large qui se dirigent vers la côte avec un angle variable selon les secteurs. Ces courants de vague, lorsqu'ils atteignent la côte, sont réfléchis vers le large où ils sont redirigés vers la côte par les



Tiré de Bird (1965, p. 66)

Les courants de dérive

Ils naissent de la réflexion répétée des courants de vague sur la côte.

courants de vague en provenance du large et ainsi de suite. Les courants de dérive oscillent donc le long de la côte en transportant les sédiments disponibles. Ces courants ont généralement une orientation dominante, mais peuvent s'inverser à l'occasion selon la direction des vents.

Qu'est-ce qui peut nuire au déplacement des sédiments?

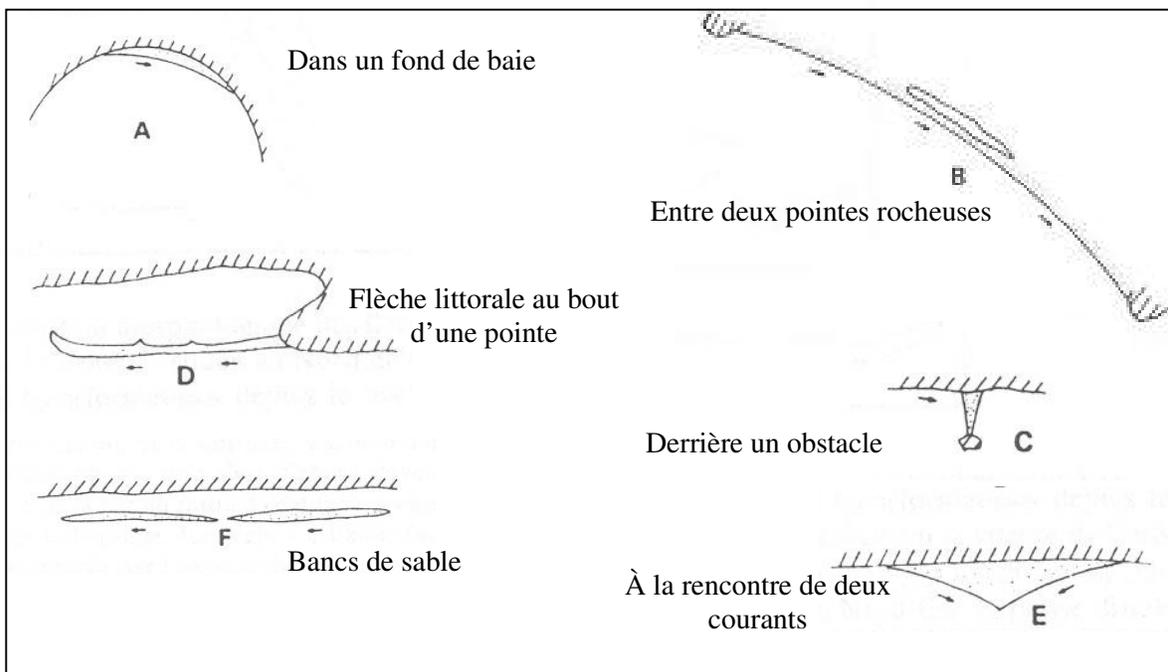
Les digues et les quais sont des exemples **d'ouvrages** susceptibles de nuire au déplacement des **sédiments**, car ils agissent comme des capteurs de sédiments. Toute structure artificielle, qu'elle soit perpendiculaire ou parallèle à la côte, perturbe le transport naturel des sédiments.

Est-il possible de retenir ces sédiments en transport pour contrer l'érosion des plages?

Puisque la mise en place de tout **ouvrage** perpendiculaire ou parallèle à la côte perturbe inévitablement le transport des **sédiments**, certains ouvrages, lorsque bien positionnés, permettent de capter les sédiments en transport. Une des structures bien connues pour cet usage est le système d'épis, c'est-à-dire une série de structures généralement en bois semi-perméables positionnées perpendiculairement à la **dérive littorale**. Le succès de cette technique dépend de la quantité de sédiments en transit. Cependant, il ne faut pas oublier que les sédiments captés par les épis ne sont plus disponibles pour alimenter les zones adjacentes.

Où se déposent les sédiments? Et pourquoi?

Les **sédiments** se déposent aux endroits où les courants perdent de leur énergie. La force des courants est surtout influencée par leur vitesse. Celle-ci varie selon les formes de la côte qui favorisent ou nuisent au déplacement des courants. Ainsi, les côtes droites ont souvent pour effet d'accélérer les **courants de vague** et les **courants de dérive**. Leur effet est d'autant plus augmenté si la côte est réfléchive, c'est-à-dire qu'elle présente des falaises rocheuses ou des **ouvrages de protection** rigides tels des enrochements ou des murets. Par ailleurs, certaines formes de côtes représentent des obstacles au déplacement des courants, comme par exemple les flèches, les pointes et les bancs. Ceux-ci frappent donc avec beaucoup d'énergie sur l'obstacle, ayant une action érosive importante puis, sont ainsi ralentis et permettent le dépôt de sédiments derrière l'obstacle.



Les zones de dépôt peuvent-elles changer d'endroit?

Si l'on considère l'évolution côtière qui s'effectue sur quelques décennies, les zones de dépôt peuvent effectivement changer d'endroit. Leur emplacement dépend des formes de la côte, des sources de **sédiments** et des courants qui les transportent jusqu'aux plages. Puisque ces trois éléments sont variables dans le temps, un secteur en accumulation peut facilement se transformer en quelques années en une zone d'érosion. Par exemple, une

flèche littorale, comme on en trouve dans les barachois, constitue un milieu côtier très dynamique. Au début de sa formation, les sédiments s'accumulent à la jonction entre la future flèche et la terre ferme. Progressivement, ceux-ci se déplaceront de plus en plus vers l'extrémité de la flèche de façon à l'allonger jusqu'à ce que son attache au continent devienne à son tour en érosion. Les flèches littorales se transforment alors souvent en une île. Cette évolution normale peut prendre entre quelques décennies et quelques centaines d'années selon la [dynamique côtière](#) spécifique au secteur.

Que peut-on faire pour retenir les sédiments qui se déplacent?

Diminuer l'énergie des courants

Comme expliqué à la question précédente, le dépôt des [sédiments](#) s'effectue dans les zones où les courants sont ralentis. Ainsi, on peut mettre en place des obstacles artificiels qui auront pour effet de diminuer l'énergie des courants et donc leur capacité de transport. Différents [ouvrages](#) ont été expérimentés pour jouer ce rôle, comme par exemple les digues de roche, les épis et la végétation.

Critères d'efficacité

Ces différents ouvrages peuvent être plus ou moins efficaces selon l'environnement dans lequel elles sont mises en place. Le premier critère de réussite de tels ouvrages est certes la quantité de sédiments en transport. Dans certains secteurs, cette quantité est si faible que les ouvrages ont des impacts négligeables sur le maintien de sédiments sur les plages. Le second critère de réussite est la pertinence du choix de l'ouvrage pour un secteur donné. Le type de structure choisi et son installation doivent tenir compte de la [dynamique côtière](#) particulière du secteur visé. Ainsi, l'angle selon lequel des épis ou des digues sont installés doit tenir compte de la direction des principaux courants qui apportent les sédiments. En somme, il est donc important de bien caractériser le milieu récepteur afin de déterminer le plus exactement le type d'ouvrage à privilégier et connaître ses particularités pour mieux assurer son efficacité.

Rôle de la végétation

En outre, une autre technique peut s'avérer efficace pour retenir les sédiments en transport, soit la végétation. Elle agit comme un capteur de sédiments en réduisant l'énergie du vent et permettant ainsi le dépôt de sable. De plus, le système racinaire de la végétation en place contribue à retenir les sédiments des plages et des terrasses, lesquels seraient enlevés par les vagues et emportés vers la mer.

L'urbanisation, la proximité des services et la popularité grandissante pour les paysages côtiers a amené plusieurs particuliers à investir dans l'acquisition d'une propriété en bordure de la mer. Les côtes de la Baie-des-Chaleurs ont toujours été habitées, autrefois surtout par des pêcheurs. De nos jours, c'est l'ensemble des communautés de la région qui continuent de se développer en bordure du littoral. C'est pourquoi chaque année, de plus en plus de résidences, de commerces, de voies de transport, de réseaux d'aqueduc et d'égout se retrouvent localisés dans des zones à **risques** d'érosion et de **submersion**.

La qualité des paysages côtiers a favorisé l'implantation des services hôteliers et récréotouristiques en bordure immédiate de la mer. Plusieurs entreprises d'hébergement sont actuellement aux prises avec des problèmes d'inondation récurrente et un recul alarmant de la côte. L'industrie touristique de la Gaspésie a aussi beaucoup misé sa promotion sur les paysages visibles de la route. En effet, la route 132 longe le littoral de près offrant des vues majestueuses certes, mais occasionnant aussi de sérieux problèmes d'érosion et de submersion.

Depuis les années 70, l'État a investi des sommes considérables dans la construction d'**ouvrages de protection** pour maintenir le réseau routier national, la voie ferrée et certains secteurs densément construits. La protection constitue souvent la première intervention envisagée lorsque des infrastructures sont menacées d'érosion. Selon les gestionnaires gouvernementaux, la protection représente des investissements moindres que la relocalisation de certains secteurs ou que la gestion préventive par une planification de l'aménagement du territoire qui tient compte des risques côtiers. Toutefois, la difficulté de déterminer les frais réels liés aux impacts des ouvrages de protection peut expliquer possiblement ce choix d'intervention. Plusieurs travaux de recherche sont actuellement en cours afin de définir la valeur de ces impacts de manière à les inclure dans les estimations des coûts associés à chaque méthode d'intervention. Ces données permettent de plus en plus de bien cerner les avantages et les inconvénients des méthodes d'intervention face à chacune des situations spécifiques qui se présentent.

Malgré le manque actuel de données chiffrées sur ces impacts, de nombreuses démonstrations nous renseignent sur les limites et les répercussions de la protection des berges. Il existe plusieurs types d'ouvrages de protection et il importe de choisir la protection la plus adaptée à la **dynamique côtière** spécifique à tel ou tel secteur. Certains types d'ouvrages amènent des impacts majeurs qui doivent être pris en considération dans

le choix d'une méthode d'intervention. Par exemple, plusieurs ouvrages créent un **effet de bout**, c'est-à-dire une accélération de l'érosion à l'une ou aux deux extrémités de l'ouvrage en place. Un autre effet bien connu, mais pas toujours facilement quantifiable, est l'abaissement de la plage située devant l'ouvrage. Toutefois, des études en cours dans la Baie-des-Chaleurs démontrent bien l'effet d'érosion provoqué par ces ouvrages.

En outre, d'autres impacts des interventions de protection restent encore à quantifier et à intégrer dans les processus de prises de décision. Par exemple, la valeur associée à la dégradation des paysages est encore à déterminer, tout comme la perte d'habitats liée à l'accélération de l'érosion des plages et des secteurs non protégés.

Dans cette partie, nous examinerons les différents types d'ouvrages de protection, leur composition, leurs formes, leurs utilités, leurs avantages et leurs inconvénients. Nous serons alors en mesure de mieux comprendre et d'évaluer les impacts liés à la mise en place de ceux-ci.



Christian Fraser

Saint-Omer, Carleton-sur-Mer

Le mur de protection de la route 132 a provoqué l'abaissement et l'amincissement de la plage.

Généralités

Existe-t-il des endroits où les ouvrages sont inefficaces?

Tout d'abord, chaque type **d'ouvrage de protection** n'est véritablement efficace que dans certains genres d'environnements côtiers. Il importe de bien caractériser la **dynamique côtière** spécifique au secteur à protéger avant de faire le choix du type d'ouvrage. Dans la plupart des cas, il est possible de trouver un ouvrage qui ralentisse le recul de la côte sans oublier qu'il ne sera pas sans impacts. Il faut surtout se rappeler qu'il n'existe actuellement aucun ouvrage qui permette d'arrêter définitivement le **processus** d'érosion.

Quelle est la différence entre les structures souples et les structures rigides?

La différence fondamentale entre les deux familles **d'ouvrages de protection** réside dans l'objectif. Les ouvrages rigides visent à freiner l'érosion en empêchant toute perte de **sédiments** vers la mer tandis que les ouvrages souples cherchent à ralentir le recul tout en permettant un certain échange entre la mer et la côte. Les impacts de ces deux types d'ouvrages diffèrent donc aussi. Les ouvrages rigides de par leur imperméabilité, ont des effets de réflexion et de diffraction des vagues alors que les ouvrages souples s'adaptent davantage à la variabilité de la force des vagues. Les impacts des ouvrages souples seront davantage saisonniers, c'est-à-dire que lors de tempêtes, on notera un recul alors qu'en saison estivale, la plage gagnera du matériel naturellement. Comparativement, les impacts liés aux ouvrages rigides sont cumulatifs et provoquent inmanquablement une perturbation majeure du transport des sédiments, ce qui résulte souvent en une perte nette de sédiments pour les côtes environnantes.

Ouvrages rigides	Ouvrages souples
Muret	Épis
Enrochement	Végétation
	Réensablement

Quels sont les ouvrages les moins dommageables pour l'environnement?

Puisque les ouvrages souples permettent un certain échange de sédiments entre la mer et la côte, ils ont des impacts moindres sur l'environnement. Ils présentent l'avantage d'être moins réfléchissants que les ouvrages rigides, c'est-à-dire qu'ils ne favorisent pas l'érosion des extrémités et de la plage. Toutefois, le fait de capter des sédiments crée inévitablement un déficit sédimentaire pour les secteurs adjacents puisque la quantité de sédiments dans la région actuellement n'est souvent pas suffisante pour nourrir adéquatement toutes les plages.

Quel est le meilleur type d'ouvrage de protection?

Il importe de se rappeler qu'aucun ouvrage ne fonctionne partout, donc aucun n'est vraiment meilleur que l'autre. On peut seulement dire que certains ouvrages sont mieux adaptés à tel genre d'environnement côtier. Par exemple, les ouvrages rigides peuvent être efficaces sur les côtes rocheuses sans avoir d'impacts majeurs puisque leur rigidité et leur imperméabilité ne contrastent pas avec les secteurs adjacents. Pareillement, les ouvrages souples offrent souvent des résultats intéressants dans les milieux meubles (sable ou gravier) en permettant une meilleure retenue des sédiments sans créer d'impacts négatifs dans les secteurs avoisinants.

Les murets

Les murets sont des **ouvrages** rigides verticaux parallèles à la côte qui servent à retenir les **sédiments** d'un **talus** jusqu'à quelques mètres de hauteur et sur plusieurs mètres de longueur. On les appelle parfois dans la région des « cribles ». L'ouvrage est en partie enfoui dans le sol afin d'assurer une certaine résistance aux vagues et à l'affouillement à la base de l'ouvrage. Souvent, un remblai de gravier est déposé derrière le muret pour favoriser un bon drainage et ainsi diminuer les forces exercées par le sol gelé sur l'ouvrage.

Forme

- Les murets peuvent être faits de béton ou de bois ou même de plaques de métal.
- Des billots ou des madriers peuvent être placés à l'horizontale ou à la verticale.
- La morphologie du muret peut être ajustée pour réduire l'impact des vagues et les **risques** de **submersion**.



Louise-Anne Belzile

Nouvelle
Muret de bois

Avantages

- Accessible. Il est envisageable pour un ou des propriétaires de réaliser un muret si le talus est de faible hauteur.
- Peu d'entretien. Les murets ne nécessitent pas beaucoup d'entretien à moins que leur construction ne soit pas adéquate.
- La forme de l'ouvrage peut être adaptée selon la problématique spécifique.

Inconvénients

- Abaissement de la plage. Les murets provoquent de façon presque certaine un abaissement de la plage située à l'avant. La base du muret se trouve déchaussée et l'ouvrage est alors affaibli. Le muret se déforme graduellement et nécessite des travaux majeurs d'entretien ou de reconstruction dans des délais souvent plus courts que prévus.



Christian Fraser

- Augmentation des risques de submersion. Au fur et à mesure que la plage s'abaisse devant l'ouvrage, l'énergie des vagues se dissipe de moins en moins et la hauteur d'eau devant le muret augmente. L'impact des vagues est donc augmenté et les risques de submersion sont plus grands lors de tempêtes.
- Effet de bout. La plupart des murets provoquent des effets de bout, c'est-à-dire que l'une ou les deux extrémités de l'ouvrage connaissent une érosion accélérée en raison de la réorientation de l'énergie des vagues et des courants. Des ouvrages de protection additionnels deviennent alors nécessaires pour préserver les terrains voisins.
- Les murets sont très rarement efficaces lorsque la falaise est haute ou si d'autres processus que les vagues provoquent de l'érosion.



Christian Fraser

Caps de Maria, Carleton-sur-Mer

Effet de bout en raison du mur



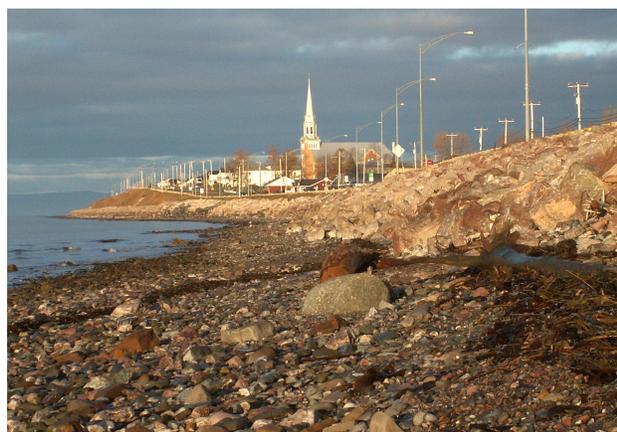
Christian Fraser

Caps de Maria, Carleton-sur-Mer, avril 2004

La structure ici n'est pas efficace. Elle protège la côte contre les vagues, mais la falaise continue d'évoluer selon la gravité et les agents d'érosion. Elle nourrit alors la plage qui fournit à la mer les sédiments nécessaires. Il en sera ainsi jusqu'à ce que la falaise ait une pente d'équilibre, qu'elle se stabilise et se végétalise.

Les enrochements

Les enrochements consistent en un empilement structuré de blocs rocheux devant un talus en érosion. Ce type d'ouvrage peut atteindre une hauteur maximale de quelques mètres, mais peut avoir une longueur illimitée. Les enrochements sont souvent les ouvrages prioritaires tant chez les propriétaires privés que chez les gestionnaires publics puisque cet ouvrage offre les avantages des ouvrages rigides, c'est-à-dire un sentiment de sécurité et de permanence,



Christian Fraser

Enrochement à Saint-Siméon

tout en représentant souvent des coûts moindres. Bien sûr, un enrochement a un effet immédiat de ralentissement du recul de la côte. Toutefois, un certain mythe s'est rapidement répandu sur ce type d'ouvrage en promettant une relative quiétude à faibles coûts. L'expérience a permis de constater cependant que d'importants coûts d'entretien n'étaient pas pris en compte dans les estimations de départ.

Forme

- Les enrochements peuvent être faits de blocs de différentes grosseurs et types de roche.
- La hauteur et la grosseur des blocs sont déterminées en fonction du talus à protéger et des courants spécifiques au site.
- Une membrane géotextile est souvent disposée sous la structure afin de limiter la fuite de sédiments entre les blocs.

Avantages

- Très populaire. Plusieurs entrepreneurs peuvent offrir le service de construction d'un tel ouvrage de protection.
- Réconfort immédiat. La mise en place d'un enrochement procure un réconfort immédiat puisqu'il ralentit généralement le recul du talus sur lequel il est construit.

Inconvénients

- Coûts de construction élevés. La construction d'un enrochement représente des coûts importants de l'ordre de 500 à 1 500\$ du mètre linéaire. Une étude récente sur la Côte-Nord indique même des coûts allant jusqu'à 5 000\$ du mètre linéaire. Cet écart de prix s'explique par les particularités du talus telles que la hauteur, le sol et la pente du talus ainsi que la grosseur et la disponibilité des blocs.
- Abaissement de la plage. L'enrochement a pour impact d'abaisser la plage à moyen ou long terme.
- Coûts d'entretien. Ce type de protection nécessite beaucoup d'entretien à moyen terme en raison de l'affaissement de la structure causée par l'abaissement de la plage.
- Effet de bout. On observe souvent un **effet de bout** à court ou moyen terme en raison de la déviation des vagues.
- Cette technique est peu efficace lorsque la falaise est trop haute ou lorsque les **sédiments** sont très fins.



Effet de bout sur la Côte-Nord

Suite à la mise en place de l'enrochement, le terrain adjacent a subi une érosion accélérée en raison de la concentration et de la réfraction des vagues créées par l'ouvrage de protection.

GÉO-3D

Les épis

Les épis sont des **ouvrages** verticaux souples posés perpendiculairement à la côte selon un angle variable déterminé en fonction des courants présents. Ces ouvrages doivent être idéalement utilisés en association avec d'autres techniques pour assurer leur efficacité sur un secteur de plage donné. De telles séries d'épis retiennent les **sédiments** qui sont en transit le long de la côte, ainsi l'efficacité de cet ouvrage dépend grandement de la quantité de sédiments disponibles. Plusieurs formes d'épis et d'installations existent, de façon à optimiser leur effet en fonction du contexte spécifique de chaque secteur ciblé. Par exemple, on distingue des épis perméables et imperméables aux sédiments.

Formes

- Les épis imperméables sont constitués de pieux en partie enfouis dans le sol et accolés les uns aux autres. Les épis ouverts sont fabriqués de la même façon, mais les pieux ne sont pas accolés de manière à permettre une certaine circulation de l'eau et des sédiments.
- Le système d'épis Maltais-Savard, mis à l'essai sur la Côte-Nord, comprend aussi des pieux de bois plantés dans le sable pour constituer une sorte de cage dans laquelle sont disposées puis imbriquées des têtes d'épinettes. Ainsi, ces structures sont semi-perméables, c'est-à-dire qu'elles laissent passer l'eau lors des tempêtes tout en retenant les sédiments en transit.



Christian Fraser

Plage à Norbert, Paspébiac



Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire

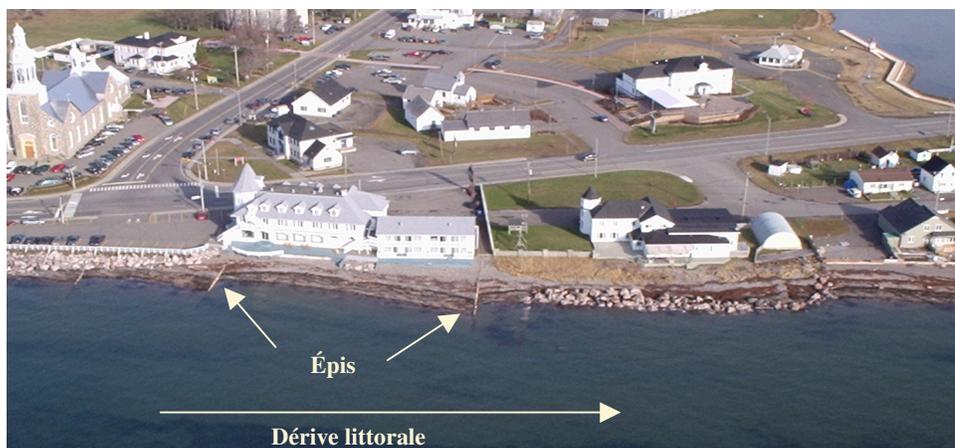
**Péninsule de Manicouagan,
Côte-Nord**
Épis Maltais-Savard

Avantages

- Peu coûteux et accessible. La construction d'épis perméables peut être réalisée par les propriétaires riverains eux-mêmes sans nécessiter les services d'un entrepreneur. L'installation de ce type d'ouvrage peut donc être moins coûteuse comparativement à la plupart des ouvrages rigides.
- Peu de perturbations. Les épis perméables ne représentent pas une perturbation majeure de la dynamique côtière lorsque le sable en transit est abondant.
- Lorsque les sédiments en transit ne sont pas assez abondants pour permettre un engraissement de la plage, l'installation de systèmes d'épis peut être jumelée à des travaux de réensablement artificiel.

Inconvénients

- Besoin en sédiments. Évidemment, les épis ne sont pas efficaces partout. Pour que les épis provoquent un engraissement de la plage, la quantité de sédiments en transit le long de la côte par le courant de dérive doit être suffisante.
- Déficit sédimentaire. Les épis provoquent inmanquablement un déficit sédimentaire d'un côté de l'ouvrage. Cet impact est davantage marqué lorsqu'il s'agit d'épis imperméables.
- Entretien. Les épis sont des ouvrages qui nécessitent beaucoup d'entretien puisqu'ils sont constitués de bois et sont parfois exposés à de fortes tempêtes. Les systèmes d'épis Maltais-Savard, de par leur structure semi-perméable, sont particulièrement sujets à des bris lors de tempêtes.
- Pour que leur efficacité soit optimale, les épis doivent être placés selon un certain axe qui tient compte de l'angle de la dérive littorale, lequel est difficilement définissable par un propriétaire.



Christian Fraser

La végétation

L'utilisation de végétation comme méthode souple de protection consiste à planter des végétaux adaptés aux milieux côtiers afin de retenir davantage les **sédiments**. Le système racinaire des plantes permet d'atténuer tant les **processus** liés à la gravité que ceux liés aux vagues et aux tempêtes. Cette protection a l'avantage d'être à la portée de tous sans engendrer d'effets négatifs quelconques.



Christian Frazer

Banc de Saint-Omer

Formes

- La mise en place de végétation peut être effectuée selon différentes techniques. Ex : ballot de terre et de matières végétales permettant l'installation de la végétation, plantation d'une rangée d'arbustes en bordure de la côte, etc.
- La végétation utilisée peut être de type herbacé ou arbustif pourvu que le système racinaire de l'espèce choisie soit dense et assez profond pour retenir les sédiments du sol (élyme des sables, rosiers, framboisiers, argousiers, etc.).

Avantages

- Peu coûteux et accessible. Ce type d'aménagement est très peu coûteux. Il est possible pour tout propriétaire de mettre en place ce type de protection sur les côtes **meubles** dans la mesure où il ne s'agit pas de falaises abruptes.
- Pas de perturbation. La mise en place de végétation ne perturbe pas la **dynamique côtière** naturelle, mais peut tout de même ralentir l'érosion dans le secteur. Elle n'a donc aucun effet négatif sur la plage ou les terrains avoisinants comparativement aux **ouvrages rigides**.

Inconvénients

- Peu résistante. La végétation peut être fortement endommagée lors de tempêtes importantes. De plus, elle résiste rarement à l'**effet de bout** provoqué par des **ouvrages rigides** mis en place sur des terrains adjacents.
- Peu d'expérimentations. Il n'existe pas beaucoup de recherches et d'expérimentation en milieux côtiers sur l'efficacité de la végétation comme protection contre l'érosion.
- Pas permanente. Un tel aménagement ne procure pas le sentiment de réconfort et de confiance des ouvrages rigides comme les enrochements et les murets.
- Sensible au piétinement. La végétation peut être sensible au piétinement, à l'achalandage et au compactage par les véhicules. Il ne s'agit donc pas d'une technique adéquate pour les endroits publics où la circulation n'est pas concentrée dans une voie.
- La végétation doit idéalement être jumelée à une technique d'engraissement des plages, c'est-à-dire soit le réensablement, soit les épis ou les deux.
- Ce type d'aménagement n'est évidemment pas efficace partout pour protéger les côtes de l'érosion.



Pointe Duthie, New Richmond
Terrasse de plage végétalisée

Le réensablement

Le réensablement consiste à apporter artificiellement du sable sur la plage. Il permet d'alimenter les courants tout en atténuant le recul des côtes. Cette méthode nécessite toutefois des réensablements périodiques afin de maintenir l'équilibre sédimentaire.



GEO-3D

Réensablement sur la Côte-Nord

Formes

- Deux méthodes sont utilisées :
 - répandre le sable sur le site de façon à reproduire une plage naturelle;
 - déverser le sable en marge du site à restaurer et laisser les courants le distribuer.
- La grosseur du sable déversé doit être semblable ou supérieure à celle du sable déjà en place sur la plage afin de perturber le moins possible la **dynamique côtière** normale et d'assurer une certaine rétention du sable sur la plage.
- Cette technique est fréquemment utilisée pour maintenir les plages sur la côte ouest américaine et dans les grandes stations balnéaires.

Avantages

- Pas de perturbation. Cette technique favorise le maintien de la dynamique côtière naturelle en introduisant dans le système des **sédiments** similaires à ceux déjà en place. Elle n'a donc pas d'effet négatif sur la plage ou les terrains avoisinants, mais plutôt des impacts positifs.
- Diminue le déficit sédimentaire. Le réensablement n'aggrave pas le **déficit sédimentaire** global actuel, au contraire, il l'atténue.
- Aspect naturel. Le déversement de sable sur la plage redonne un aspect naturel et attrayant au milieu, favorisant ainsi les activités récréotouristiques.

Inconvénients

- Travaux récurrents. Ce type d'ouvrage nécessite beaucoup de travaux de recharge au fil des années et est donc relativement coûteux comparativement aux autres ouvrages souples.
- Peu d'expérimentations. Il existe à ce jour encore très peu d'expériences de réensablement au Québec. De plus, peu d'entrepreneurs ont les compétences nécessaires pour réaliser des travaux de réensablement qui tiennent compte des conditions actuelles du milieu, de façon à créer le moins de perturbations possible sur le système côtier.
- Comme toute autre intervention, le réensablement n'est pas efficace partout.
- Le réensablement doit idéalement être jumelé à des ouvrages de retenue des sédiments (épis, végétation).



Côte-Nord

Réensablement avec épis

Est-ce que certains ouvrages de protection peuvent aggraver l'érosion?

Érosion accélérée

Les **ouvrages de protection** rigides ont tous pour effet de bloquer une grande part des **sédiments** fournis par la côte elle-même. De plus, ils ont à différents degrés un impact à court ou moyen terme en provoquant l'abaissement du niveau de la plage située devant ainsi que sur l'érosion des terrains adjacents à l'ouvrage. Le rythme auquel cette érosion périphérique s'effectue dépend de la dynamique propre à chaque secteur.

Nouvelles structures nécessaires

Cette érosion accélérée de la plage cause souvent une augmentation des **risques** de **submersion**. La plage n'étant plus présente pour dissiper l'énergie des vagues, celles-ci déferlent sur l'ouvrage et inondent le terrain situé derrière l'ouvrage. Pour contrer cette amplification des risques d'érosion et de submersion, des structures sont mises en place pour réduire l'énergie des vagues au large (brise-lames) ou pour tenter de retenir les sédiments sur la plage (épis). Dans tous les cas, les frais ne cessent d'augmenter pour la construction et l'entretien de ces structures. De plus, l'attrait d'un tel site diminue considérablement, car les paysages naturels font place aux paysages artificiels et dégradés.



Gouvernement du Québec

Pointe-Lebel, Côte-Nord
Brise-lames

Combinaison des ouvrages rigides et souples

Pour contrer les effets pervers des ouvrages rigides, il est aussi possible de combiner ces ouvrages rigides avec des ouvrages souples, c'est-à-dire des travaux de réensablement, la mise en place de végétation pour retenir les **sédiments** et si nécessaire, la construction d'épis.

Qu'est-ce que l'effet de bout?

L'**effet de bout** est créé par les vagues qui sont redirigées par un **ouvrage de protection**. Lorsque les vagues frappent cette structure, leur énergie est concentrée aux extrémités de la structure par un phénomène de réfraction. Dépendamment de l'angle avec lequel les vagues atteignent la côte, cette érosion accélérée peut avoir lieu à l'une ou aux deux extrémités. Le phénomène n'est pas une règle absolue, mais il est très répandu et sa vitesse de progression peut varier de quelques saisons à quelques années.



Effet de bout sur la Côte-Nord

L'enrochement provoque une réfraction des vagues à ces extrémités. Le terrain adjacent subit alors une érosion accélérée.

Avec l'**artificialisation** croissante des côtes en Gaspésie, l'effet de bout engendre de plus en plus de frustrations chez les propriétaires voisins et amplifie par le fait même la tendance à la protection des berges. C'est ainsi que la Gaspésie a triplé sa proportion de côtes artificialisées entre 1975 et 2001, totalisant 112 km entre Sainte-Anne-des-Monts et Carleton-sur-Mer.

Les impacts sont-ils les mêmes partout?

Les impacts locaux des **ouvrages de protection** varient selon la **dynamique côtière** de l'endroit spécifique, mais aussi en fonction de l'ouvrage en tant que tel. L'intervention et l'aménagement d'une côte ne sont pas nécessairement négatifs, dans la mesure où ces interventions sont planifiées et réalisées avec toutes les connaissances nécessaires sur la dynamique du secteur et sur les investissements à consentir à court et long terme. Lorsqu'on s'engage dans la protection d'un secteur, des travaux d'entretien et d'atténuation des impacts doivent être pris en compte. Une certaine part d'imprévus doit être anticipée puisque la problématique d'érosion est en pleine expansion, que les impacts régionaux des **changements climatiques** sont difficilement prévisibles avec précision et que l'ensemble des interventions dans le secteur risque d'avoir un impact sur la dynamique du système côtier.

Toutefois, quelques constats semblent se généraliser : les ouvrages de protection rigides causent pour la grande majorité un abaissement de la plage, un **effet de bout** et conséquemment, une augmentation des **risques** de **submersion** de même qu'une

détérioration accélérée de l'ouvrage. Les leçons que nous tirons actuellement des interventions sur le territoire québécois ne semblent pas faire exception aux conclusions auxquelles en sont venus les pays côtiers d'Europe et des États-Unis qui, en raison d'un développement plus rapide le long de leurs côtes, ont vécu la problématique quelques décennies avant nous.

Y a-t-il des solutions pour contrer les effets négatifs des ouvrages de protection?

Tel que mentionné à la question précédente, toute intervention de protection ne signifie pas nécessairement que des impacts négatifs. Le choix de protéger un secteur de côtes doit simplement être accompagné d'une planification réaliste des interventions à court et long terme et des investissements associés. Avec les connaissances acquises à ce jour, il est possible d'anticiper une grande part des impacts liés à la construction d'ouvrages de protection et les travaux susceptibles d'atténuer ces impacts. La combinaison des ouvrages rigides et des ouvrages souples peut s'avérer souvent très avantageuse. La mise en place d'un ouvrage rigide permet l'arrêt temporaire du recul pendant que l'ouvrage souple assure le maintien d'un paysage côtier attrayant tout en atténuant l'érosion provoquée simplement par les ouvrages rigides. Par exemple, tout en tenant compte de la dynamique côtière du secteur spécifique, il peut être fort bénéfique de combiner un enrochement avec une végétation qui vient permettre de maintenir les sédiments en place. Le réensablement est d'ailleurs très souvent combiné à la construction de muret sur les plages achalandées de la côte américaine.

Quels sont les coûts associés à la construction d'ouvrages de protection?

Les coûts sont évidemment variables selon l'ouvrage de protection et les particularités du site de construction. En septembre 2001, le ministère des Transports du Québec a publié une étude d'impact sur les projets de protection des berges le long de la route 132 autour de la péninsule gaspésienne. Ce document contient des informations sur les coûts moyens des ouvrages de protection :

Type d'ouvrage	Coût / mètre linéaire
Empierrement (diamètre moyen : 1 m / hauteur de 4 m)	1500\$
Mur de bois (4 m hauteur de protection : 6 m au total)	3500\$
Mur de béton armé (4 m hauteur de protection : 6 m au total)	3500\$
Mur en palplanche > 6 m hauteur	> 3000\$
Épis en bois : pieux de cèdre	50\$
Épis en pierre	500 – 1500\$

Morneau et al., 2001

Les coûts mentionnés dans ce tableau ne tiennent pas compte des travaux d'entretien ainsi que des impacts sur d'autres secteurs de côtes qui nécessiteront des interventions suite à l'accélération de l'érosion. Il est à noter aussi que ces chiffres ont été estimés il y a 7 ans, certains de ces ouvrages sont aujourd'hui beaucoup plus dispendieux.

Les coûts des ouvrages de protection varient en fonction de leur envergure (grosseur des pierres, dimension, forme et longueur de l'ouvrage), de la disponibilité et de la distance des sources d'approvisionnement des matériaux. En 2001, on estimait qu'un empierrement de calibre moyen coûtait entre 500\$ et 1 500\$. Toutefois, de plus en plus d'études et d'autorisations sont aujourd'hui exigées afin de s'assurer de la pertinence de l'ouvrage choisi. Ceux-ci s'ajoutent aux coûts de construction des ouvrages.

De plus, on constate actuellement qu'à moyen terme, les coûts de protection d'un secteur sont beaucoup plus élevés qu'on ne le croyait. Suite à la mise en place d'un ouvrage de protection sur la Côte-Nord, la plage s'est abaissée et l'ouvrage s'est affaissé. Le **talus** à protéger est aujourd'hui beaucoup plus haut, nécessitant une structure nettement plus dispendieuse.

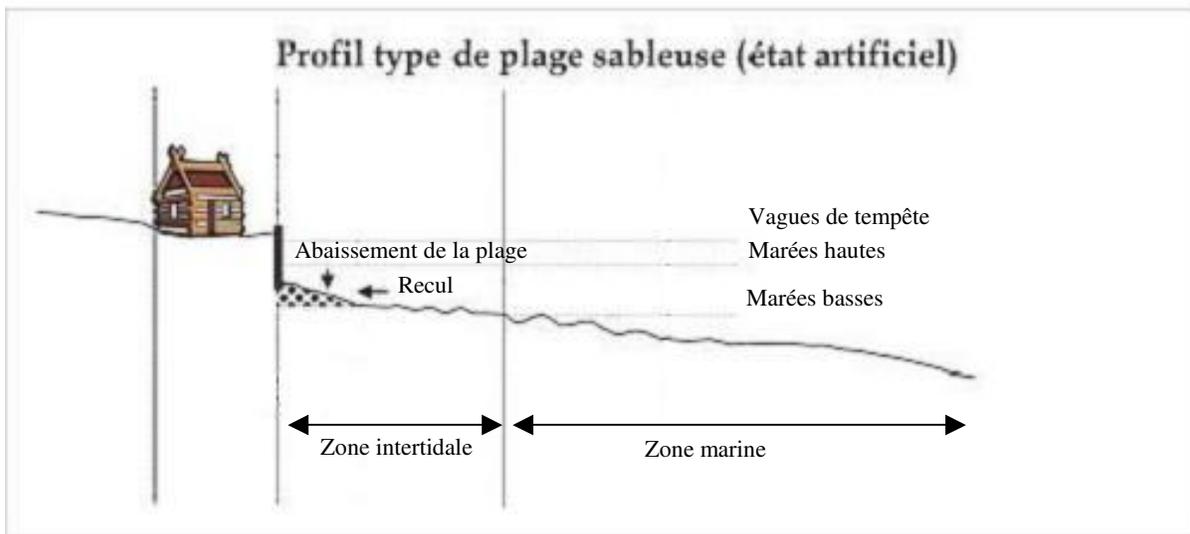
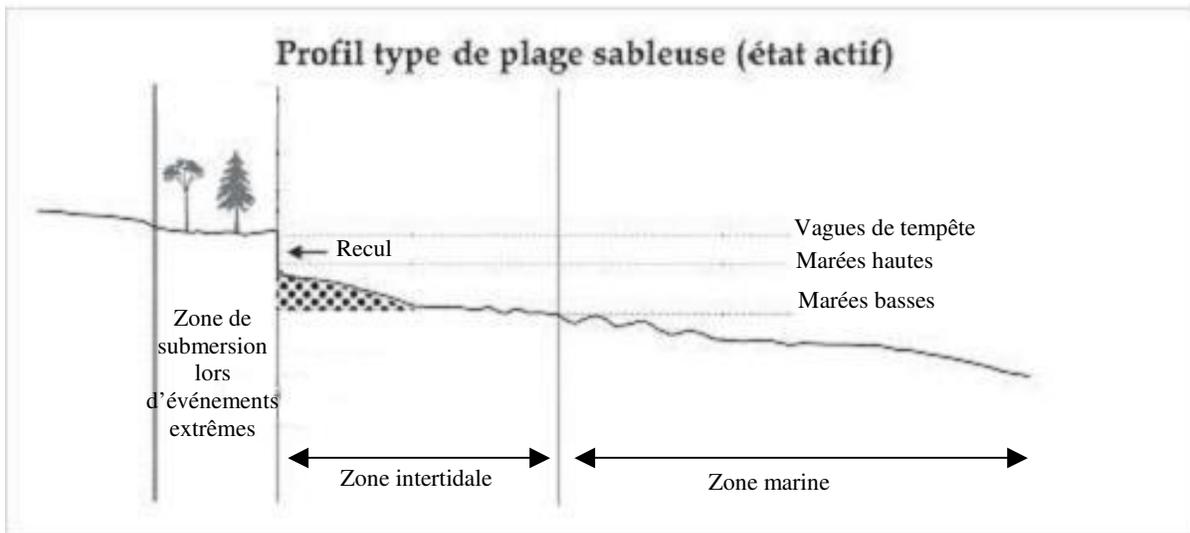
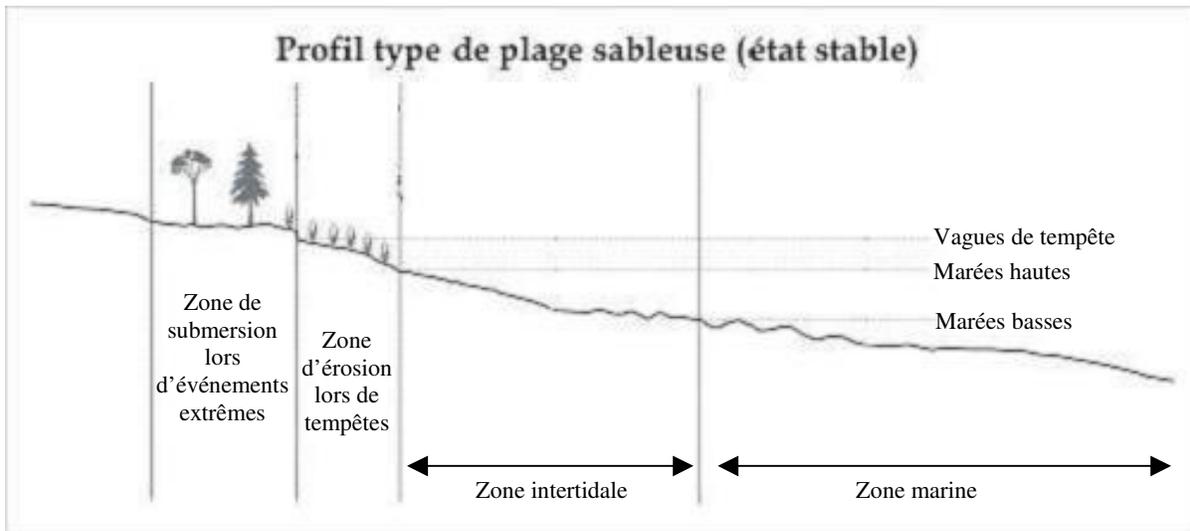
Croquis explicatif des impacts liés aux ouvrages de protection rigides

La figure de la page suivante présente une côte selon trois états : stable, en érosion et **artificialisée**.

En A, la côte est stable ou en accumulation. La végétation s'est établie sur le haut de la plage, signe de stabilité.

En B, lorsque la côte devient plus active, c'est la plage végétalisée qui disparaît en premier et un **talus** apparaît derrière. Les vagues vont arracher des **sédiments** dans ce talus afin d'alimenter la plage.

En C, un **ouvrage de protection** a été mis en place. Le talus ne recule plus et n'alimente donc plus la plage. La réflexion des vagues sur l'ouvrage est plus forte et les **courants de déchirure** entraînent les sédiments vers la mer.



Est-ce que les ouvrages de protection ont des impacts à long terme?**Aggravation du déficit sédimentaire**

Les **sédiments** en transit le long de la côte proviennent de trois sources principales : les rivières, les côtes et la mer (**zone intertidale** et marine). Le principal objectif des **ouvrages de protection** est de freiner le recul de la côte. Par le fait même, cette intervention signifie aussi que les sédiments pouvant être fournis par la côte elle-même ne sont plus disponibles. Ainsi, l'érosion de certains secteurs de côtes (falaises, terrasses de plage) permet à d'autres secteurs d'accumuler des sédiments (plages, flèches de sable). Supposons que la moitié des côtes gaspésiennes venaient à être protégées, ce serait une quantité colossale de sédiments qui ne seraient plus disponibles pour les côtes. Évidemment, **l'artificialisation** des côtes en Gaspésie n'a pas encore atteint ce niveau, mais on remarque tout de même une accélération de l'érosion dans les secteurs encore naturels. Pour protéger les infrastructures, la protection demeure l'intervention priorisée dans plusieurs secteurs, mais elle aggrave le déficit sédimentaire.

Cette conséquence à long terme des ouvrages de protection est encore plus marquée lorsqu'il s'agit d'ouvrages rigides puisque ceux-ci bloquent complètement l'apport en sédiments. Les ouvrages souples retiennent certes des sédiments, mais ils sont plus perméables et permettent certains échanges de sédiments lors de tempêtes ou de grandes marées.

Augmentation des coûts pour le développement

L'accélération actuelle et prévisible de l'érosion dans les secteurs encore naturels engendre inévitablement la construction de nouveaux ouvrages de protection. Des coûts de plus en plus importants seront à prévoir pour la protection des infrastructures publiques telles que les routes, les haltes, les parcs, etc. Le développement résidentiel et commercial en zone côtière représentera des investissements majeurs tant pour la construction que pour l'entretien.

Y a-t-il plus d'ouvrages de protection depuis 25 ans? Et pourquoi?

Le ministère des Transports du Québec estime que 6% des côtes gaspésiennes étaient dénaturées en 1975 par des murets ou des enrochements. Dans son rapport publié en septembre 2001, le MTQ évalue que cette proportion est passée à 21%. Cela signifie qu'en 25 ans, l'**artificialisation** des berges gaspésiennes aurait presque triplé. Le recul des côtes combiné à une urbanisation grandissante au cours des dernières décennies explique qu'aujourd'hui les plus fortes agglomérations sont situées en bordure de la mer. Cette situation résulte bien sûr d'un mode développement qui date de quelques générations, mais son maintien engendre désormais des coûts majeurs. La configuration des communautés gaspésiennes est toujours orientée vers la côte. De ce fait, de plus en plus de résidences et de commerces sont menacés par l'érosion et la **submersion**, sans compter les nombreux tronçons de route et de voie ferrée qui surplombent les falaises en érosion dans la région. En réponse à cette situation aggravante, les **ouvrages de protection** se multiplient sur les côtes gaspésiennes. Les résidents tentent de protéger au mieux leur propriété en bordure de mer et le gouvernement du Québec cherche à maintenir la route nationale qui ceinture la Gaspésie, et ce, au moindre coût. La construction d'ouvrages de protection représente encore le moyen d'intervention le plus populaire au Québec. Il est perçu comme efficace à court et long terme et souvent même le seul connu. Toutefois, son efficacité est trop souvent surestimée et ses coûts sous-estimés.



Saint-Omer

L'artificialisation des berges de la Gaspésie a presque triplé dans les derniers 25 ans. Ceci a pour effet d'accentuer le déficit sédimentaire et de dénaturer les paysages côtiers de la région.

Christian Fraser

Quels sont les effets pour la Baie-des-Chaleurs d'une artificialisation encore plus étendue des côtes?

Les côtes de la Baie-des-Chaleurs montrent actuellement des signes majeurs de **déficit sédimentaire**. Ceci fait en sorte que la mise en place d'**ouvrages de protection** rigides n'aura pour effet que d'accentuer ce déficit. Les secteurs de côtes qui seront encore à leur état naturel subiront alors une érosion accélérée. On peut également supposer que les plages disparaîtront progressivement et que les flèches littorales s'éroderont davantage. Malheureusement, si la tendance à **l'artificialisation** des côtes se fait de plus en plus forte de façon à préserver les infrastructures, les impacts seront multiples. Les paysages côtiers de la Baie-des-Chaleurs se dégraderont peu à peu, ce qui se répercutera sur les activités touristiques de la région et l'établissement de nouveaux arrivants. En outre, les plages représentent actuellement des usages importants qui permettent aux résidents de jouir des milieux côtiers : la cueillette de mollusques, de coquillages et d'agates, la promenade, la baignade, l'observation des oiseaux, la mise à l'eau de petites embarcations, etc. La détérioration des milieux côtiers et la diminution de la largeur des plages risquent d'affecter toutes ces activités. Mentionnons également que des sommes majeures devront être investies pour la construction et l'entretien d'ouvrages de protection afin de maintenir les aménagements et les infrastructures en bordure de la mer.

Qui coordonne la construction d'ouvrages de protection dans la région ou au Québec?

Aucune instance n'est actuellement responsable de coordonner les travaux de protection des côtes au Québec ou dans la région. Quelques ministères, comme par exemple le ministère de l'Environnement, du Développement durable et des Parcs du Québec ainsi que le ministère des Pêches et des Océans du Canada, sont directement concernés par certains impacts des travaux effectués en milieux côtiers. Ces instances sont donc en mesure d'évaluer certains aspects des travaux prévus et d'exiger des mesures d'atténuation des impacts. Ainsi, les travaux de protection ne font d'aucune façon l'objet de planification et d'évaluation de leurs impacts cumulatifs sur le milieu. Chacun des **ouvrages de protection** réalisés sur les côtes n'est donc soumis qu'à la réglementation inscrite au schéma d'aménagement de la MRC et au plan d'urbanisme de la municipalité. Et les instances municipales ne disposent pas actuellement des connaissances et des outils pour analyser la **dynamique côtière** et déterminer les impacts des différents types d'ouvrages de protection.

LE FORUM-DISCUSSIONS

Animateur : Rénald Méthot, ministère des Affaires municipales et des Régions – Direction régionale Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine

THÈMES

Le bilan des connaissances

Panéliste : Christian Fraser, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, UQAR

Toute prise de décision éclairée est basée sur de bonnes connaissances. Que ce soit la mise en œuvre d'un projet de développement en zone côtière, la construction d'un ouvrage de protection ou le développement d'une réglementation, c'est avec de solides connaissances du milieu que les résultats seront durables. Encore faut-il que ces informations soient existantes et accessibles.

L'intégration du volet « connaissances » au sein de l'atelier vise surtout l'échange d'information et l'identification des sources d'information. Les ministères et les centres de recherche mènent de plus en plus d'études scientifiques et les connaissances sur l'évolution côtière se précisent d'année en année. Une impressionnante somme d'information existe aussi chez les résidents du territoire qui possèdent une connaissance fine du milieu couplée à des années d'observation de terrain et à un grand sens pratique.

Nous souhaitons que l'atelier permette la rencontre de ces deux pôles, que chacun bénéficie l'un de l'autre afin de mieux cerner la situation. C'est la rencontre des sciences, des techniques et du savoir local qui permettra de développer les meilleurs outils pour faire face à cette problématique grandissante.

- En quoi consistent les études réalisées par l'UQAR et les différents ministères?
- Existe-t-il des études réalisées par les municipalités et les MRC?
- Existe-t-il un mécanisme efficace de transfert des connaissances entre les experts et les municipalités?
- Quel sont les besoins en connaissances des municipalités?

Les enjeux liés à l'érosion côtière et à la submersion

Panéliste : Michel Chouinard, Comité ZIP Baie-des-Chaleurs

La progression de l'érosion et du recul des côtes fait ressortir un certain nombre d'enjeux qu'il convient d'examiner afin de mieux planifier l'occupation du territoire et l'aménagement du milieu bâti. Il faut désormais envisager que davantage de bâtiments et d'infrastructures déjà en place seront menacés et auront des incidences économiques, sociales et environnementales importantes : endommagement des infrastructures publiques et privées, détérioration d'attraits touristiques, dépréciation de la valeur des propriétés riveraines, rétrécissement des habitats naturels côtiers, salinisation des eaux souterraines à proximité des côtes, pertes d'usages récréotouristiques et autres.

Loin d'être des scénarios alarmistes et inutilement inquiétants, ce sont des éventualités qui doivent être maintenant considérées en réponse aux prévisions des modifications du climat.

La réflexion autour de ces enjeux permettra de développer et d'adopter une approche préventive avec une vision à moyen et long terme. Cette nouvelle perspective guidera les communautés dans les mesures d'adaptation à privilégier.

- Quels sont les impacts de l'érosion et de la submersion sur les usages côtiers (récréotourisme, pêche, navigation de plaisance, etc.)?
- Est-ce que l'érosion et la submersion peuvent affecter l'économie (tourisme, valeur des propriétés, coûts de la protection, etc.)?
- Quels sont les enjeux au niveau des voies de transport routier et ferroviaire?
- En quoi l'érosion côtière affecte-t-elle les habitats côtiers?
- Y-a-t-il des impacts sur le sentiment d'appartenance des citoyens?



Christian Fraser

Le rôle de la réglementation

Panélistes : Gaétan Bélair, MRC de Bonaventure

Gaétan Bernatchez, aménagiste et responsable du service de l'aménagement du territoire, MRC d'Avignon

Comme il a été mentionné à différentes reprises dans le cahier du participant, divers moyens d'intervention doivent être envisagés pour faire face à la problématique de l'érosion des côtes : des moyens techniques et des moyens économiques certainement, mais aussi des moyens réglementaires.

Actuellement, la principale réglementation qui donne un cadre normatif minimal en ce qui concerne l'aménagement en bordure du littoral est la Politique de protection des rives et des plaines inondables du gouvernement du Québec. Cette politique guide la planification des MRC de même que les interventions des municipalités sur le terrain.

Rappelons aussi qu'il existe une certaine confusion quant aux questions de juridiction en zone côtière à savoir lequel du gouvernement fédéral ou provincial a juridiction sur tel ou tel secteur : colonne d'eau, zone intertidale, plage, marais inondés dans les grandes marées et autres. Les gestionnaires locaux perçoivent donc plusieurs zones grises au niveau réglementaire.

Ce volet de l'atelier permettra donc de préciser les besoins

- Quels sont les rôles des municipalités, des MRC et des gouvernements dans la gestion du littoral et des risques côtiers?
- Quels sont les outils réglementaires disponibles actuellement pour les municipalités et quels sont leurs besoins?
- Est-ce qu'une nouvelle réglementation est souhaitable afin de baliser l'aménagement des zones sensibles ainsi que la construction d'ouvrages de protection?

LEXIQUE

Agent de transport

Moyen de déplacement des sédiments sur les versants vers les aires de dépôt marines. Les agents de transport peuvent être l'eau courante, les glaciers et le vent par exemple.

Agent d'érosion

Élément qui contribue à façonner le relief comme l'eau, l'air et la glace.

Artificialisation (de la côte)

Action de dénaturer la côte, soit par des ouvrages de protection contre l'érosion, des installations portuaires ou toute autre implantation d'infrastructure en bordure ou sur le littoral.

Artificialité

Désigne les ouvrages de protection contre l'érosion, les installations portuaires ou toute autre implantation d'infrastructure en bordure ou sur le littoral.

Banc d'accumulation (rivière)

Zone d'accumulation de sédiments dans le lit de la rivière.

Bassin-versant

Portion de territoire délimitée par une ligne de partage des eaux. L'eau de pluie et de fonte des neiges d'un même bassin-versant converge vers un cours d'eau principal.

Changements climatiques (récents)

Modification durable du climat global de la terre ou des divers climats régionaux causée par les activités humaines.

Courant de vague

Courant engendré par l'action des vagues à l'approche du littoral.

Courant de déchirure

Courant perpendiculaire au rivage, par lequel s'effectue le mouvement de retour vers le large des eaux superficielles poussées vers la côte par les vagues et le vent.

Courant de dérive

Courant qui longe la côte et qui déplace des sédiments parallèlement à la côte. Courant provoqué principalement par le vent.

Débit

Quantité d'eau qui circule en un lieu donné d'un cours d'eau par unité de temps. S'exprime en mètres cubes par seconde.

Déficit sédimentaire

Déséquilibre dans la quantité de sédiments disponibles dans un système côtier. Un déficit indique qu'il y a un manque de sédiments pour maintenir les plages en équilibre.

Dérive littorale

Déplacement des sédiments provoqué par la rencontre oblique de la houle avec la côte (courant de dérive). La dérive littorale distribue les sédiments, modère la zone littorale et assure la circulation des eaux côtières.

Dynamique côtière

Ensemble des interactions entre le milieu terrestre et le milieu marin qui définissent l'évolution du relief côtier. La dynamique côtière est déterminée par les conditions marines, climatiques, géologiques et sédimentaires.

Effet de bout

Augmentation de l'érosion causée par la déviation (diffraction) des vagues aux extrémités d'une structure installée parallèlement à la côte.

Friable (roche)

Qualifie un matériel qui peut facilement s'éroder, se désagréger ou se réduire en fragments ou en poudre.

Glace de rive

Accumulation de glace de mer, de neige tassée ou de glace d'eau de ruissellement qui se forme sur la plage durant la saison froide. Synonyme: pied de glace.

Glace marine

Nappe de glace produite à la surface de la mer en saison froide.

Haut-fond

Secteur marin peu profond affecté par le mouvement des vagues.

Meuble (côte, falaise, dépôts)

Qualifie un dépôt, une côte ou une falaise dont les matériaux sont susceptibles d'être transportés facilement (exemple : gravier, sable, argile).

Mouvement de masse

Mode de transport qui mobilise en une seule fois un volume plus ou moins grand de matériaux sur une pente.

Ouvrage de protection

Tout type de construction (mur, enrochement, épis) composé de bois, de roche ou de métal conçu dans l'objectif de contrer l'érosion du littoral. On parle aussi de structure de protection.

Plaine inondable

Surface plane qui se forme par l'accumulation des sédiments causée par le débordement d'un cours d'eau lors des crues. Elle se localise au-delà de la berge.

Processus d'érosion

Combinaison de phénomènes naturels qui sculptent le relief.

Résurgence

Réapparition dans une falaise de l'eau infiltrée dans les formations meubles ou rocheuses.

Risque

Probabilité que survienne un événement nuisible et éventualité qu'existe une menace plus ou moins prévisible.

Sédiment

Ensemble des particules minérales (blocs, galets, gravier, sable, limon, argile) et organiques déposées par l'action de l'eau, de la glace ou du vent.

Sensibilité (des côtes)

Aptitude d'une surface, d'un matériau ou d'une portion de côte à réagir aux agents et aux processus d'érosion.

Submersion

Inondation des terrains côtiers causée par l'élévation du niveau de la mer.

Talus

Pente raide formée dans des dépôts meubles (gravier, sable, limon ou argile).

Zone d'apport

Secteur marin, côtier ou terrestre constitué de dépôts meubles disponibles au transport de sédiments.

Zone intertidale

Zone d'oscillation de la marée comprise entre le niveau des marées les plus hautes et celui des marées les plus basses.