



Les actes du Colloque régional sur l'érosion des berges

> VERS UNE GESTION INTÉGRÉE DES INTERVENTIONS EN MILIEU MARIN

> > 19, 20 et 21 février 1999

TABLE DES MATIÈRES

Période de questions

Pages	
REMERCIEMENTS	i
PRÉFACE	ii
LISTE DES ANNEXES	v
THÈME 1 - ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DU PHÉNOMÈ	NE D'ÉROSION DES BERGES
L'érosion des rives du Saint-Laurent : vue d'ensemble et état d Jean-Claude Dionne	le la question 2
Dynamique de l'érosion littorale sur la Côte-Nord du Saint-La Jean-Marie Dubois	urent
Période de questions	20
Le mécanisme de participation du milieu au programme de st des berges du lac Saint-Jean	abilisation
Raymond Larouche	53
THÈME 2 - LES MESURES D'INTERVENTION	64
Programme d'intervention sur la péninsule de Manicouagan - du programme et suivi environnemental	Historique
François Morneau	65
Rechargement des barres du littoral - Une méthode de protect Barbara Karakiewicz	ion des plages
Période de questions	73
La technologie des stabilisateurs de courants de fond Dick Holmberg	
Période de questions	81
La protection des littoraux nord-côtiers - Une approche enviro Pierre Bertrand	nnementale

102

1

		, ,		
THEME 3	\ DDR\CHE	INTECREE DE	CESTION DES	REPORS

108

La stabilisation des rives - Une approche environnementale Jean-Yves Goupil		
Période de questions	109	
Modèle d'analyse visant la gestion intégrée des zones côtières		
François Morneau	122	
Priorisation des sites d'intervention ou comment mettre nos s Denis Lehoux et Claude Grenier	ous au bon endroit	
Période de questions	132	
Système de gestion intégrée en milieu côtier : application aux en cas de déversements et à la planification et à l'aménageme Stéphane Leblanc	e	
Période de questions	142	
Mesures de protection des berges en milieu marin - Étude de Danielle Messier	solutions novatrices	
Période de questions	155	
Le rôle des scientifiques en aménagement des berges Jean-Pierre Savard	170	
Présentation du programme d'intervention préparé par la Co administrative régionale de la Côte-Nord	nférence	
Louis Bélanger	180	
ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE — Questions directives et retranscri	ption ons directives	181 182
Retranscription	183	102

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Propriétaires riverains de la baie Saint-Ludger 1991-1999 Jean-Pierre Savard et Lucien Maltais

Annexe 2 - Liste des participantes et des participants

Annexe 3 - Coordonnées professionnelles des conférencières et des conférenciers

PRÉFACE

Le Colloque sur l'érosion des berges, « Vers une gestion intégrée des interventions en milieu marin » tenu les 19, 20 et 21 février 1999 à Baie-Comeau fut un grand succès. En effet, de nombreux spécialistes ont expliqué la problématique d'ensemble. La population était aussi présente et a bénéficié de cette expertise. Sensibilisé, le milieu connaît beaucoup mieux les difficultés d'interventions pour contrer ce phénomène. Les moyens d'interventions conduisant éventuellement vers des programmes de soutien financier qui restent toutefois à définir avec les autorités publiques.

En ce sens, le colloque a pleinement rencontré ses objectifs et

permet maintenant de continuer nos démarches vers

l'expérimentation de certaines mesures d'action et de gestion

de l'érosion des berges.

La MRC de Manicouagan de concert avec les autorités politiques québécoises ont convenu de la mise en place d'une entente spécifique, par laquelle des fonds seront mis à la disposition de la région pour réaliser des études de base sur le phénomène d'érosion et de réaliser des interventions ponctuelles dans les cas d'extrême urgence.

Le ministère des Affaires municipales et de la Métropole est actuellement à pied d'œuvre pour convenir d'une telle entente.

La Société Hydro-Québec, quant à elle, contribue de concert avec la MRC de Manicouagan à la mise en œuvre d'un projet expérimental visant à analyser les effets de certains types d'ouvrages permettant la rétention de sable sur les berges d'un secteur donné de la péninsule Manicouagan.

La MRC de Manicouagan compte également, avec l'appui des autorités provinciales, interpeller le gouvernement fédéral, afin d'obtenir un programme spécifique dans le cadre d'une entente fédérale et provinciale pour mettre de l'avant un programme d'intervention.

Tout n'est pas d'ores et déjà réglé dans ce dossier, mais nous croyons qu'il est sur la bonne voie.

La MRC de Manicouagan, quant à elle, continue les démarches déjà entreprises avec ses partenaires, dont le Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire, afin que l'on puisse vraiment en arriver à une meilleure connaissance du phénomène, de l'identification des moyens d'interventions adaptés du milieu et une gestion intégrée de l'érosion des berges.

Ce colloque aura permis une saine concertation, laquelle débouche sur des solutions pratiques qui sauront donner de l'espoir aux citoyens aux prises avec l'érosion des berges en milieu marin.

Merci de votre collaboration à tous.

Georges-Henri Gagné, préfet MRC de Manicouagan

Les actes du Colloque régional sur l'érosion des berges en milieu marin représentent une étape de plus dans la mise en oeuvre du *Plan d'action et de réhabilitation écologique de la rive nord de l'estuaire maritime du fleuve Saint-Laurent*. En organisant ce colloque, les représentants des différents secteurs d'activités que sont les membres du Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire s'étaient donnés, lors d'une consultation publique en 1996, un double mandat.

Dans un premier temps, celui de faire une mise au point sur l'état des connaissances en matière d'érosion des berges en milieu marin. Beaucoup de choses ont été dites sur ce phénomène fort complexe et le colloque aura eu le mérite, croyons-nous, de brosser un tour d'horizon juste et fidèle de la situation vécue ici et des expériences d'ailleurs pouvant être bénéfiques à la Côte-Nord.

Dans un deuxième temps, ce colloque avait comme but de regrouper différents intervenants dans la poursuite de la réflexion sur la prise en charge de ce phénomène à l'échelle régionale. En considérant la très bonne participation au colloque (environ 170 participants) et la nature des discussions qui en ont résulté, les membres du Comité ont le sentiment que cet objectif a également été atteint.

Cependant, la problématique de l'érosion des berges sur la Côte-Nord est encore loin d'être résolue et nécessitera une concertation ainsi qu'un partenariat soutenus. À ce titre, la gestion intégrée des interventions sur le littoral constitue une approche intéressante et fort prometteuse pour laquelle les membres du Comité ZIP, en collaboration avec les autres acteurs, devront multiplier les initiatives. C'est en gardant à l'esprit cette perspective que nous vous convions à parcourir les propos échangés lors de ce colloque.

Au nom de toutes les collaboratrices et de tous les collaborateurs à cet événement, nous vous souhaitons une agréable et enrichissante lecture!

Daniel Boudreau, président du Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire et membre du comité organisateur

L'ÉROSION DES RIVES DU SAINT-LAURENT

VUE D'ENSEMBLE ET ÉTAT DE LA QUESTION

Jean-Claude Dionne

Département de géographie, Université Laval, Québec

Monsieur Jean-Claude Dionne est géographe-géomorpholoque et professeur-chercheur au Département de géographie, au Centre d'Études nordiques, à l'Université Laval, depuis 1980.

Natif de la région de Rimouski, il part d'abord étudier à Moncton. Ses études universitaires vont par la suite se dérouler à Montréal, puis à Paris, à la Sorbonne, où il obtiendra son doctorat, B.A.M.A.

Depuis 1964, il fut tour à tour chargé de projet en géomorphologie au Bureau d'Aménagement de l'Est du Québec (BAEQ), chercheur scientifique pour Environnement Canada (Québec) au Service des études écologiques, puis professeur à l'Université Laval.

Spécialités : géomorphologies générale, littorale, préglaciaire et glaciaire ; sédimentologie, photo-interprétation et formations meubles. Surspécialité : glaciel. Domaines : Quaternaire et Holocène. Il est l'auteur de 650 publications, dont 182 articles scientifiques qui concernent le Québec à 98 pour cent.

Monsieur Dionne est membre honoraire de l'AQQUA depuis 1992. Il a reçu la Médaille André Cailleux en 1992 et le Prix pour distinction universitaire de l'Association canadienne des Géographes en 1994. Il est également "Fellow" de la Geological Society of America.

RÉSUMÉ

À l'échelle du 1 : 250 000, l'estuaire maritime (à l'est de Tadoussac) et la partie québécoise du golfe du Saint-Laurent représentent 3 057 km de côtes, incluant les Îles-de-la-Madeleine. Les côtes rocheuses représentent 30 % (905 km) de ce littoral, les côtes rocheuses avec plages de fond de baie ou une mince couverture de formations meubles sur le substratum rocheux représentent 23 % (705 km), les marais représentent 6 % (196 km) tandis que les autres côtes 41 % (1 251 km) sont des côtes de matériel meuble, surtout sableuses ou silto-sableuses. On peut ainsi facilement affirmer que plus de la moitié des côtes de la région est de matériel meuble ou à marais et donc sensible à l'érosion.

L'érosion des rives est généralisée à l'ensemble du Saint-Laurent estuarien et du golfe. Bien qu'elle concerne principalement les rivages en matériel meuble, l'érosion affecte aussi les rivages rocheux. Pour diverses raisons, certains secteurs sont plus affectés que d'autres. Les marais intertidaux du moyen estuaire, par exemple, reculent à un taux moyen de 60 cm à 3 m par an depuis 1980, alors que la surface des estrans s'abaisse verticalement.

Les vagues et les courants de marée ainsi que les glaces sont les principaux agents en cause ; mais les processus de versants (glissements et ravinement) jouent aussi un rôle important dans le recul des falaises en matériel meuble. Les causes de l'érosion sont apparemment multiples et non nécessairement les mêmes partout. À défaut d'une étude systématique, il demeure difficile de comprendre le problème de l'érosion et d'en arriver à une conclusion ferme pouvant permettre de suggérer des correctifs efficaces. Néanmoins, il paraît urgent que les MRC concernées s'intéressent sérieusement au problème de l'érosion des rives du Saint-Laurent.

INTRODUCTION

Dans leur ensemble, les rives du Saint-Laurent sont en érosion. Bien que celles en roches meubles soient davantage affectées que celles en roches cohérentes, l'érosion prévaut un peu partout, à des taux variables allant de quelques centimètres à plusieurs mètres par année, dans les trois tronçons de l'estuaire. L'érosion est à la fois latérale et verticale, *i.e.* que non seulement la ligne de rivage recule mais aussi que la surface des estrans s'abaisse augmentant ainsi la capacité érosive des agents littoraux.

Si la résultante générale de l'érosion consiste à réduire l'étendue des terres émergées ou encore l'oekoumène québécois, dans le détail, elle porte préjudice à la propriété privée et publique et elle est source de sérieux problèmes à maints endroits, notamment dans les secteurs habités où édifices, résidences, routes et autres structures subissent régulièrement des dommages ou des dégâts importants.

Face à l'érosion, la première action positive est incontestablement de prendre conscience du problème et, dans un deuxième temps, d'évaluer la situation en effectuant les relevés de terrain indispensables non seulement pour localiser les sites affectés mais aussi les agents à l'oeuvre et surtout les facteurs en cause.

Les solutions pour contrer l'érosion ne peuvent résulter que d'une connaissance adéquate de l'environnement. Il faut savoir aussi que les coûts impliqués sont généralement très élevés, de sorte qu'une analyse poussée des bénéfices à court, moyen et long terme doit être réalisée par des spécialistes avant d'investir des sommes considérables dans des travaux de protection des rives.

L'ÉROSION LITTORALE: UN PROBLÈME MONDIAL

L'érosion littorale n'est pas exclusive au Saint-Laurent estuarien. Loin de là ! Elle prévaut partout dans le monde et, la plupart du temps, avec plus de sévérité que chez-nous, comme en témoignent ces deux exemples des côtes bretonnes et normandes. Les causes sont multiples. Certains l'attribuent à une remontée du niveau marin, d'autres, à la subsidence des terres ou, encore plus fréquemment, à des changements climatiques, notamment à l'augmentation du nombre et de la vélocité des tempêtes. Une cause importante, cependant, pour le Saint-Laurent, demeure un déficit sédimentaire de plus en plus prononcé résultant de l'émersion des terres et de l'encaissement des cours d'eau au cours de l'Holocène, mais aussi de la construction de barrages sur les principaux affluents qui piègent alors les sédiments, réduisant ainsi la charge à l'embouchure. De telles conditions sont certainement propices à une augmentation de l'activité des agents littoraux.

L'ÉROSION: UN VIEUX PROBLÈME

Il convient de rappeler ici que l'érosion des rives du Saint-Laurent n'est pas un phénomène récent. Il y a eu plusieurs phases d'érosion au cours de l'Holocène (i.e. depuis 10 000 ans), et certaines phases ont été suivies par des phases d'accumulation ou de sédimentation. La différence avec la situation actuelle réside dans la perspective que la présente phase érosive soit d'une durée relativement longue à l'échelle humaine (plusieurs dizaines voire une centaine d'années), et qu'elle ne soit pas suivie d'une période d'accrétion suffisante pour réparer les dégâts. Certaines composantes du rivage actuel sont, en effet, des formes qui ont été édifiées au cours de diverses périodes d'érosion. C'est le cas des grandes battures comme celles de Kamouraska et des Trois-Pistoles, sur la rive sud, de celles de la pointe aux Alouettes, ainsi que de celles des Escoumins et des Mille-Vaches, sur la rive nord. L'érosion récente et actuelle n'est qu'en partie responsable de la formation de ces vastes surfaces taillées dans les dépôts limono-argileux de la Mer de Goldthwait, c'est-à-dire la mer postglaciaire ayant submergé les côtes du Saint-Laurent au départ des glaciers, il y a 12 000 ans environ.

Dans la majorité des cas, les grandes battures du Saint-Laurent estuarien sont bordées, côté terre, par des escarpements raides de 5 à 30 m de hauteur, qui ont aussi été taillés dans les dépôts de la mer postglaciaire; certains talus sont des falaises vives ou actives, d'autres des escarpements reliques situés à plusieurs dizaines de mètres de la rive actuelle.

Au cours des dernières décennies, nous avons pu observer à plusieurs endroits des reprises d'érosion au droit de la falaise Micmac, un escarpement fort répandu sur les deux rives de l'estuaire du Saint-Laurent, situées à 6-7 m au-dessus du niveau marin actuel. À maints endroits, la falaise actuelle se confond avec la falaise morte de Micmac suite à une reprise d'érosion parfois relativement récente. Il y a donc nécessité de connaître le milieu, c'est-à-dire de l'étudier sérieusement pour retracer son évolution avant de proposer des mesures de protection.

Dans un premier temps, nous allons faire un survol de la situation concernant l'érosion des rives de l'estuaire du Saint-Laurent; puis, par la suite, nous examinerons le phénomène lui-même afin de mieux cerner et comprendre les facteurs en cause, ce qui aidera les spécialistes à proposer des palliatifs à défaut de trouver des solutions miracles.

APERÇU DE L'ÉROSION DES RIVES DU SAINT-LAURENT ESTUARIEN ET DE LA PÉNINSULE GASPÉSIENNE

Bien que commune à l'ensemble des rives du Saint-Laurent estuarien, du golfe et de la péninsule gaspésienne, l'érosion n'affecte généralement que des secteurs restreints. Néanmoins, elle est manifeste partout où le littoral est constitué de matériel meuble, en particulier là où la rive coïncide avec une basse ou une haute terrasse.

Je ne connais pas d'inventaire récent complet des sites affectés. Toutefois, ma connaissance des rivages de l'estuaire du Saint-Laurent ainsi que les travaux de certains collègues permettent de dresser un portrait général de la situation. Je procéderai donc selon les trois grandes divisions de l'estuaire, à savoir : le haut, le moyen et le bas estuaire appelé aussi estuaire maritime (Dionne, 1963).

Haut estuaire

Dans le haut estuaire, qui s'étend de Québec à Trois-Rivières, l'érosion des berges est manifeste un peu partout, à la fois dans les roches meubles et les roches consolidées, notamment dans les schistes (*shales*) tendres du secteur compris entre Lotbinière et Lévis (rive sud), et entre Grondines et Québec (rive nord).

Dans les secteurs où la rive est basse, le cordon littoral (plage) est déplacé vers l'intérieur des terres, alors que de nombreux arbres déchaussés et laissés derrière indiquent un net recul de la ligne de rivage au cours des dernières décennies. Là où elle existe, la basse terrasse est affectée par l'érosion latérale. Par ailleurs, les murs de béton ou de pierres érigés pour protéger les terrains sont en partie détruits à plusieurs endroits; certains phares et balises servant à la navigation ont dû aussi être relocalisés.

Dans le haut estuaire, l'érosion des rives a été attribuée principalement aux hauts niveaux saisonniers du Saint-Laurent (Bégin et Lavoie, 1988; Desrosiers et Bégin, 1992) et partiellement à l'effet des embâcles et au batillage (Ouellet et Baird, 1978). Ce dernier facteur est beaucoup plus important en amont du lac Saint-Pierre, alors qu'il joue un rôle mineur dans le secteur amont du moyen estuaire.

L'érosion des rives dans le haut estuaire n'est pas un phénomène récent. À titre d'exemple, je signalerai qu'au début du siècle, le chemin de fer entre Donnacona et Québec passait au pied de la falaise rocheuse. Dans le secteur où la basse terrasse était étroite ou absente, il a fallu alors ériger un terre-plein avec remblai de grosses pierres. Ce tracé a dû être abandonné vers 1920 environ à cause de l'érosion. Témoignent de l'existence de ce chemin de fer, des travées de bois sur le haut de plage actuel ou à la base de la falaise, ainsi que de grosses pierres amoncelées sur le haut du rivage ou dispersées par les glaces flottantes sur la plate-forme rocheuse intertidale.

Le moyen estuaire

Le moyen estuaire, qui s'étend de Québec (île d'Orléans) à l'embouchure du Saguenay, peut être divisé en deux tronçons : le tronçon amont s'étend de Québec à Baie-Saint-Paul, alors que le tronçon aval est compris entre cette dernière localité et le Saguenay, pour la rive nord; sur la rive sud, les deux tronçons s'étendent respectivement de Lévis à Saint-Jean-Port-Joli et de là, à Cacouna-Isle-Verte.

Dans le moyen estuaire, l'érosion littorale est manifeste sur les deux rives, mais elle n'a pas la même importance partout; de longs secteurs rocheux sont peu ou pas touchés. L'érosion littorale affecte principalement les marais intertidaux et la basse terrasse adjacente là où elle existe. Parlons d'abord de la situation sur la rive nord. Fort étendus dans le secteur amont du moyen estuaire, en particulier entre Sainte-Anne-de-Beaupré et le cap Tourmente, les marais intertidaux sont tous en érosion; la micro-falaise du schorre supérieur (*i.e.* partie du marais intertidal submergée lors des marées de vive eau seulement) recule à un taux moyen annuel d'environ 100 cm (Dionne, 1993); même situation à Saint-Joseph-de-la-Rive (Quilliam et Allard, 1989) et à Baie-Saint-Paul (Bonenfant, 1993).

D'une façon générale, l'érosion, qui affecte aussi les secteurs rocheux, y compris ceux autour des îles (île d'Orléans, îles Madame et aux Raux, archipel de Montmagny; île aux Coudres), cause peu de dommages aux terres émergées, dans le secteur entre Québec et Baie-Saint-Paul. Par contre, elle est surtout manifeste dans les zones intertidales composées essentiellement de matériel meuble.

Dans le secteur entre le cap Tourmente et Baie-Saint-Paul, le remblai du chemin de fer protège la rive rocheuse contre l'érosion des vagues, mais il est lui-même affecté par l'activité glacielle, d'où la nécessité de le renforcer avec de très grosses pierres pour éviter la dégradation, un coût d'entretien non négligeable affectant la rentabilité.

Entre Baie-Saint-Paul et Tadoussac, la côte est en majeure partie rocheuse. Hormis de courts tronçons correspondant à des rentrants ou à des vallées, il y a peu de dépôts meubles exposés à l'action des agents littoraux. Le secteur rocheux de Cap-à-l'Aigle, composé principalement de roches calcaires, fait toutefois exception; l'érosion y est manifeste partout sans toutefois constituer une menace à court et à moyen terme.

Sur l'ensemble de la rive nord entre Québec et Tadoussac, l'érosion littorale affecte de petits secteurs en matériel meuble comme ceux de Petite-Rivière, Baie-Saint-Paul, La Malbaie et Baie-Sainte-Catherine.

À Petite-Rivière, par exemple, l'érosion n'est pas un phénomène récent. Selon le témoignage de Pehr Kalm (1779), elle remonte au début de la colonisation au 17e siècle. Là où elle n'est pas protégée, la basse terrasse recule actuellement à un taux annuel moyen compris entre 40 et 90 cm (Dionne, 1996a).

L'autre secteur le plus menacé est celui de Baie-Sainte-Catherine, où une large bande de terre s'étend au pied de l'escarpement du Bouclier précambrien. L'ensemble de ce secteur (une dizaine de kilomètres), est affecté par l'érosion. On y observe sur les 3/4 du secteur une haute falaise (10 à 30 m) taillée dans des matériaux limono-argileux sensibles aux mouvements de terrain. L'érosion affecte aussi la basse terrasse sise à l'ouest de la pointe aux Alouettes, qui recule à un taux moyen annuel compris entre 50 et 150 cm. Depuis le milieu des années 60, la terrasse a reculé d'une centaine de mètres, forçant l'abandon d'une ferme; à ce rythme, elle disparaîtra au cours du prochain siècle et la falaise morte, sise à l'arrière sera de nouveau érodée (Dionne, 1996b).

La situation sur la rive sud n'est guère différente; au contraire, l'érosion y est très répandue. Le littoral entre Lévis et Saint-Jean-Port-Joli comprend, à la fois, des secteurs rocheux et en roches meubles. Les deux sont affectés, mais à des degrés divers, par l'érosion. Je mentionnerai comme exemple le secteur de Montmagny/Cap-Saint-Ignace que j'étudie depuis une trentaine d'années. À cet endroit, l'érosion littorale concerne principalement le marais intertidal et la basse terrasse en bordure; les deux sont affectés par l'érosion depuis le début des années 80. D'après des mesures faites au milieu des années 80 et récemment, la microfalaise du schorre supérieur recule à un taux moyen annuel excédant 100 cm (Dionne, 1986); ce taux a augmenté au cours des dernières années. L'érosion affecte non seulement la partie supérieure du marais intertidal, mais aussi la batture argileuse qui s'est abaissée de plusieurs décimètres au cours des deux dernières décennies. De plus, l'érosion a atteint à cinq endroits, entre la pointe Saint-Thomas (à l'ouest) et le cap Saint-Ignace (à l'est), la falaise morte ourlant la terrasse de 8-10 m. Près de l'aéroport, sur une distance de 300 m, la falaise a reculé de 25 à 30 m depuis 1984. Un phénomène similaire a été observé dans l'anse de Bellechasse où un secteur de la falaise morte de 8 m, délimitant la terrasse de 10 m, est soumis à une érosion importante depuis une quinzaine d'années.

L'érosion des marais intertidaux est aussi manifeste ailleurs sur la rive sud, notamment à La Pocatière, Kamouraska, Rimouski, et surtout Rivière-du-Loup. À cet endroit, la micro-falaise du schorre supérieur, entre 1984 et 1986, a reculé à un taux moyen annuel compris entre 2 et 4 m. L'érosion s'est poursuivie depuis, de sorte qu'une grande partie du marais intertidal est disparue et que l'érosion, dans le secteur ouest, a fait reculer la micro-falaise jusqu'à quelques mètres de la clôture de l'autoroute. Un projet pilote a donc été mis en marche pour essayer de contrôler l'érosion en provoquant une sédimentation accrue dans la zone intertidale. À ma connaissance, les résultats ne semblent pas très prometteurs.

L'estuaire maritime

L'étendue de l'estuaire maritime varie selon les auteurs. Tous ne s'accordent pas sur la limite aval; certains, dont nous, fixent la limite orientale à l'extrémité ouest de l'île d'Anticosti reliant Magpie à la péninsule de Gaspé; d'autres, plus nombreux, ont préconisé comme limite aval la pointe des Monts et Matane ou Sainte-Anne-des-Monts. Qu'importent les divergences de vues des spécialistes, nous parlerons ici du secteur compris entre Tadoussac et Pointe-des-Monts (rive nord) et entre L'Isle-Verte et Sainte-Anne-des-Monts (rive sud).

Comme dans les deux tronçons précédents de l'estuaire, l'érosion littorale affecte les deux rives à des degrés divers selon les caractéristiques des sites.

Sur la rive nord, l'érosion est manifeste à peu près partout où le littoral est constitué de dépôts meubles, en particulier là où il existe des terrasses. Ainsi, on observe des falaises vives entre autres dans les secteurs de Tadoussac, de Grandes-Bergeronnes et des Escoumins, de Portneuf-sur-Mer et de Forestville, de Betsiamites et de Ragueneau, de Manicouagan-Outardes, ainsi que de Franquelin. Une partie de cette côte relevant de votre MRC présente donc un intérêt particulier, d'autant plus que certains secteurs comme ceux de Ragueneau et de Manicouagan-Outardes sont habités et qu'à plusieurs endroits, la route nationale longe le rebord externe de la terrasse ourlée d'une falaise de plusieurs mètres. L'érosion affecte aussi des secteurs plus bas en bordure du rivage, caractérisés par des marais intertidaux, comme à la baie des Bacons, à la baie des Îlets à Jérémie, et à la pointe aux Outardes. De plus, les plages ou les cordons littoraux subissent eux aussi les effets de l'érosion littorale. Les agents d'érosion en cause sont de

deux ordres : les uns, subaériens (glissements de terrain, ravinement et suffosion); les autres, littoraux (vagues, courants, marées et glaces). Nous en parlerons plus loin.

Sur la rive sud, l'érosion littorale est surtout manifeste au droit des marais intertidaux, des battures et des plages. Les marais intertidaux à Cacouna, L'Isle-Verte, Trois-Pistoles et Rimouski subissent surtout l'érosion glacielle. Le taux de recul des microfalaises du schorre supérieur est largement inférieur à celui des marais du moyen estuaire; il est de l'ordre de 25 à 50 cm par année. Les battures argileuses sont érodées à la fois par les glaces et par les vagues et les courants.

Les secteurs en roches meubles caractérisés par des falaises vives sont en effet peu nombreux; on en trouve entre autres au Bic, dans la baie de Mitis et à Matane; ailleurs, la falaise Micmac est située entre quelques dizaines et centaines de mètres de la ligne de rivage actuel.

L'érosion affecte cependant la basse terrasse (terrasse Mitis) à maints endroits ainsi que l'estran actuel, qu'il soit rocheux ou en matériel meuble. L'érosion de la basse terrasse, en particulier entre Rimouski et Sainte-Anne-des-Monts, un secteur où il y a beaucoup d'habitations et de longs tronçons de la Nationale 132, est principalement liée aux tempêtes survenant lors des marées de vive eau. La dernière grosse tempête à avoir causé des dommages remonte à l'été 1996, soit lors du déluge du Saguenay. Heureusement, les marées n'étaient pas à leur maximum. Néanmoins, plusieurs sites furent touchés comme à Matane.

Par ailleurs, les plages de sable et de gravier, très fréquentes dans le secteur entre Rimouski et Sainte-Anne-des-Monts, sont elles aussi en érosion. Le volume des sédiments diminue d'année en année en raison des apports insuffisants des cours d'eau. Le rechargement se fait donc à partir de l'érosion de la basse terrasse, d'où une perte nette de terrain. Partout, l'équilibre des cordons littoraux est très fragile. Malheureusement, cet équilibre a été rompu dans le passé par des pratiques peu recommandables. Faut-il rappeler à cet égard que jusqu'aux années 60, les prélèvements de matériaux granulaires sur les plages du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie étaient une pratique courante. On se souciait peu alors des conséquences.

Je ne m'attarderai pas sur l'érosion de la péninsule gaspésienne, sinon qu'il convient de mentionner qu'elle concerne une très grande partie du littoral, qu'il soit en matériel meuble ou consolidé. Le littoral de la baie des Chaleurs est lui aussi en érosion à maints endroits.

En résumé, l'érosion littorale est commune à l'ensemble des rives du Saint-Laurent estuarien, au golfe, à la péninsule gaspésienne et aux nombreuses îles, y compris l'île d'Anticosti et les Îles-de-la-Madeleine. Le phénomène est malheureusement mal connu, peu étudié, et surtout mal compris.

Nous allons donc essayer, dans la deuxième partie de l'exposé, de voir en quoi consiste l'érosion littorale, car seule une connaissance adéquate du phénomène est susceptible de favoriser des solutions pertinentes et une meilleure gestion du milieu.

L'ÉROSION : UNE DÉFINITION

Dans un colloque consacré à l'érosion et qui s'adresse principalement à un auditoire varié et non spécialisé, il n'est certes pas superflu de préciser le sens de ce vocable avant de parler des types d'érosion et des facteurs à prendre en considération.

D'une façon générale, l'érosion peut être définie comme une perte de substance, en l'occurrence une perte de terrain. Elle s'oppose donc à la sédimentation qui consiste en un gain ou une accrétion du terrain. Dans le contexte des littoraux, cette perte se traduit non seulement par une réduction du volume des matériaux meubles formant les plages, mais aussi par le recul des rives. La nature du substrat joue donc un rôle fondamental dans le taux de recul, mais ce n'est pas le seul facteur en cause.

Les types d'érosion

En milieu littoral, on distingue deux types d'érosion par rapport à la perte de substance : les érosions latérale et verticale. La première est généralement facile à observer et à mesurer, notamment là où il existe des terrasses, car le rivage est caractérisé par un escarpement raide appelé falaise. Cet escarpement recule d'année en année sous l'action des agents d'érosion littoraux et subaériens, de sorte que les édifices, les habitations, les routes, et autres aménagements en bordure de la falaise sont, un jour ou l'autre, menacés de disparaître, à moins d'être protégés.

Moins évidente, mais surtout tout aussi néfaste, est l'érosion verticale, car elle contrôle en grande partie l'érosion latérale. L'abaissement de la surface de l'estran (batture) maintient ou augmente sa pente et l'épaisseur de la nappe d'eau, ce qui permet aux vagues de conserver une plus grande énergie et d'atteindre le pied de la falaise. Ainsi, les vagues peuvent affouiller le pied des escarpements, déblayer les débris tombés par gravité ou encore faire maigrir les plages au pied des falaises. Il arrive parfois que les sédiments ne soient pas entraînés vers le large, mais plutôt déplacés vers l'intérieur des terres; c'est le cas dans certains marais intertidaux, où l'on observe un déplacement vers l'intérieur des terres du cordon littoral, indice d'un recul du rivage. À quelques endroits sur la Côte-Nord, il existe aussi des déplacements latéraux responsables de l'édification de flèches littorales comme à Portneuf-sur-Mer et Godbout.

Dans les sites où l'érosion verticale est absente ou faible, l'érosion latérale finit par s'arrêter d'elle-même, car les vagues perdent leur énergie par résistance sur le fond avant d'atteindre la rive. Dans ce cas, les ouvrages de protection sont peu utiles; la falaise se stabilise d'elle-même progressivement en autant qu'on laisse croître le couvert végétal et que l'on ne perturbe pas les talus. Mais comme l'érosion est capricieuse, il est souvent difficile de préciser la durée de la période durant laquelle la rive sera stabilisée.

Quand on étudie l'érosion, il faut aussi distinguer entre les roches consolidées et les roches meubles, les taux d'érosion annuels étant forcément beaucoup plus élevés dans ces dernières, d'où la nécessité de connaître les facteurs impliqués.

Les facteurs contrôlant l'érosion

Dans un cas comme dans l'autre, divers éléments doivent être pris en considération, en particulier les caractéristiques du substrat et du milieu.

- 1. Les caractéristiques du substrat
- a) La cohérence roches consolidées (sédimentaires, ignées et métamorphiques) roches meubles (essentiellement sédimentaires et généralement granulaires)
- b) La texture grossière : gravier, galets et blocs ou mélange : (diamicton, conglomérat et brèche)

moyenne : sable grossier à fin, grès et grauwack

La structure

fine: limon - argile, schistes ou shales

Le matériel composant le substrat peut être : massif - avec ou sans triage (diamicton - till);

stratifié : en couches, de nature différente ou semblable, et d'épaisseur variable (mm à plus d'un mètre); pendage des couches (horizontal, subhorizontal, oblique), et inclinaison vers la mer ou l'intérieur des terres.

d) Autres caractéristiques présence ou non de fissures (de tension, de décompression, de pression, de dessiccation; tectonique); plans de cisaillement;

épaisseur du dépôt et disposition verticale des unités (sable et gravier sur limon-argile; limon-argile sur sable, etc.).

Pour les roches meubles, généralement les plus sensibles à l'érosion, on doit aussi prendre en considération les propriétés mécaniques : porosité et perméabilité; plasticité et liquidité; limite de retrait; indice de cisaillement.

2. Les caractéristiques du milieu

Outre les caractéristiques des roches meubles ou des dépôts affectés par l'érosion, il faut tenir compte des caractéristiques du milieu, en particulier :

- a) du tracé du littoral ligne de rivage rectiligne ou irrégulière; rive en retrait ou en saillie (cap ou péninsule; ex. la péninsule de Manicouagan-Outardes, qui s'avance d'une trentaine de kilomètres dans le Saint-Laurent, la rend fragile par rapport à l'érosion littorale en comparaison de la côte adjacente);
- b) la topographie locale des terres émergées (hauteur du terrain à éroder) : marais intertidal; basses, moyennes et hautes terrasses; plaine alluviale; hautes terres plateau, etc.;
- c) topographie du fond marin adjacent au rivage (estran et zone infratidale) : pente faible à forte; pente régulière ou irrégulière, en paliers; étendue ou largeur de l'estran compte tenu de l'amplitude de la marée;
 - d) l'exposition aux vents dominants et aux vents forts (tempêtes);
- **e) la présence de cours d'eau** un facteur important qui, en général, favorise l'érosion. ex. : Portneuf-sur-Mer; Forestville; Betsiamites, Ragueneau, Outardes et Manicouagan;

8

f) le drainage dépôts bien ou mal drainés; profondeur de la nappe phréatique; présence de tourbières, de ravins.

LES AGENTS D'ÉROSION

Quelle que soit la nature du substrat et l'environnement, deux groupes d'agents d'érosion contribuent à l'érosion des rives : les agents littoraux et les agents subaériens.

Les agents littoraux

Les agents littoraux classiques sont les vagues, les courants et la marée; chez-nous ou dans les régions froides, il faut ajouter les glaces.

Les vagues sont évidemment l'agent principal d'érosion des rivages, en particulier en matériel meuble; elles érodent directement les terres émergées ainsi que les cordons littoraux ou les plages à la partie supérieure du rivage et les font reculer progressivement. Habituellement, le matériel érodé est évacué par les courants, soit ceux de la marée, celui appelé " dérive littorale " ou encore le courant de retour du déferlement des vagues (*undertow*). Le matériel est entraîné, soit le long de la côte, ou encore vers le large; dans ce cas, c'est généralement une perte nette. De faibles quantités de sédiments sont restituées au rivage en période de calme. C'est le cas de la péninsule de Manicouagan-Outardes, où les sédiments sont entraînés dans la vallée sous-marine sise à faible distance de la côte.

La marée elle-même n'est pas un agent d'érosion. Son rôle est de faire varier le niveau de la nappe d'eau, de sorte que suivant son amplitude et la pente de l'estran, une surface plus ou moins large est affectée par l'érosion durant le cycle de la marée, cycle diurne ou semi-diurne. Ce n'est pas le cas dans les mers sans marée, avec milieu micro-tidal (moins de 2 m) ou encore dans les lacs où les fluctuations du niveau se font à un rythme très différent. En milieu macro (plus de 4 m) à méso-tidal (2 à 4 m), lors des périodes de morte-eau, les vagues de tempête causent souvent moins de dégâts à la partie supérieure du rivage, parce que le pied des falaises n'est pas atteint. Il faut donc tenir compte de la durée d'exposition.

Le rôle des glaces dans l'érosion littorale doit aussi être pris en considération. Si, d'une façon générale, elles contribuent relativement peu à l'érosion latérale (exception faite des marais intertidaux), elles jouent un rôle non négligeable dans l'érosion verticale des estrans, en particulier là où ils sont limono-argileux.

Les agents subaériens

Divers agents subaériens contribuent également à l'érosion des littoraux. Dans certains cas, leur action est aussi sinon plus importante que celle des agents littoraux qui ont pour fonction d'évacuer le matériel mis à leur portée. Nous distinguerons quatre catégories d'agents :

a) Ceux liés aux précipitations

La pluie et la neige sont responsables du ruissellement, du drainage, et sont à l'origine du ravinement en matériel meuble, un processus majeur d'érosion des terrasses des rives du Saint-Laurent. Fait partie de ce groupe la suffosion, un phénomène trop souvent ignoré, mais important, qui affecte la plupart des deltas sableux de la Côte-Nord.

b) Ceux liés à la gravité

Ce groupe comprend les éboulements massifs ou individuels (grain à grain, caillou par caillou); le matériel qui se détache des parois escarpées s'accumule au pied des falaises et forme temporairement un talus protecteur, en autant qu'il n'est pas entièrement nettoyé au fur et à mesure par l'affouillement des vagues. Il y a aussi les mouvements de terrain : glissements droits, superficiels ou les décrochements de parois, ou encore les glissements rotatifs et parfois rétrogressifs, impliquant un volume considérable de matériel. Ces divers apports sur le rivage sont ensuite érodés assez facilement par les vagues. Mentionnons également les coulées boueuses dans les matériaux limono-argileux à forte teneur en eau. Les loupes de débris, produites par ces coulées, s'avancent assez loin sur l'estran et sont habituellement rapidement effacées par l'érosion des vagues.

c) Le vent

Il est un autre agent efficace d'érosion littorale dans les matériaux sableux. Il érode à la fois les plages et les escarpements dépourvus de couverture végétale, et souvent aussi le rebord externe de la surface des terrasses. Cette action est manifeste sur les grands deltas de la Côte-Nord mais, en général, son importance est plutôt modeste. L'action indirecte du vent est, bien entendu, la formation des vagues, agent principal de l'érosion des rives.

d) Autres agents

Parmi les autres agents jouant un rôle dans l'érosion des littoraux, il convient de mentionner l'action du froid (gel-dégel). En matériel meuble, en particulier en matériel fin (limon-argile) et humide, le gel-dégel affaiblit la résistance ou la consistance; il rend donc les roches meubles plus aptes à des mouvements de terrain (solifluxion, glissements ou coulées). Dans les roches consolidées, le froid permet la cryoclastie, *i.e.* la fragmentation et la disjonction. Suivant leur taille, les débris peuvent alors être évacués par les agents littoraux.

La dessiccation est un autre phénomène important dans les dépôts limono-argileux car, en période sèche, elle crée des fissures qui, lors des périodes humides (pluie, fonte de la neige), se gorgent d'eau. Cette dernière pénètre assez profondément dans le dépôt et peut ainsi entraîner des ruptures provoquant des mouvements de terrain.

D'autres processus, tels la dissolution et la corrosion, affectent les roches consolidées, notamment les roches carbonatées. Pour leur part, les roches meubles sont aussi affectées par certains agents biologiques; c'est le cas des oies dans les marais intertidaux du moyen estuaire. L'anthropisme constitue un facteur de plus en plus important de la modification des rivages du Saint-Laurent (Dubois, 1988). Il y a, bien entendu, des empiétements de toutes sortes, mais aussi une certaine érosion directe causée par l'homme, soit par les chasseurs d'oies dont les méthodes sont souvent peu respectueuses de l'environnement, soit tout simplement par des aventuriers inconscients (activités récréo-touristiques), qui confondent les rivages avec des pistes de courses et qui causent alors des blessures aux plages, aux estrans et aux escarpements, favorisant ainsi une augmentation de l'érosion.

Parmi les autres facteurs, il convient de mentionner la séismicité. Le Saint-Laurent étant dans une zone à forte séismicité, on ne peut ignorer ce facteur. Certains glissements de terrain importants comme celui de Saint-Joseph-de-la-Rive, en 1663, sont attribuables à des tremblements de terre.

En résumé, les agents d'érosion des rives du Saint-Laurent sont relativement bien connus même si nous manquons encore de données sur l'activité réelle des vagues, des courants, de la marée et des glaces, agents principaux impliqués dans l'érosion des rives du Saint-Laurent estuarien (Drapeau, 1990).

L'action des agents subaériens est aussi assez bien connue, quoique parfois négligée, sinon simplement ignorée. Quant à l'action des oies, elle est locale et importante dans le cas des marais intertidaux du moyen estuaire. L'anthropisme joue aussi un rôle non négligeable qu'il faudrait mieux connaître, évaluer et contrôler.

LES CAUSES DE L'ÉROSION

Ce qui est moins bien connu, ce sont les causes de l'érosion. Pourquoi les rives du Saint-Laurent estuarien, notamment celles en matériel meuble, sont-elles présentement affectées par l'érosion, alors qu'en principe, les terres sont en émersion ? Cela semble un peu contradictoire, du moins à première vue.

Diverses hypothèses ont été formulées ou envisagées, telles une augmentation de la fréquence des tempêtes et de leur intensité, un déficit sédimentaire, une élévation du niveau marin relatif, une perturbation trop poussée du milieu liée à l'activité de l'homme. Malheureusement, le manque de données de terrain ne permet pas de résoudre la question. Dans ce domaine, les investissements en recherche sont fort modestes; en général, ils surviennent après les catastrophes. Difficile alors de faire de la prévention, de dresser des plans d'aménagement pertinents et de gérer adéquatement les milieux littoraux.

a) Les tempêtes

En ce qui concerne les tempêtes, une étude sommaire pour le golfe Saint-Laurent (Valton, 1981) n'a pas permis de mettre en évidence une augmentation de la fréquence ni de la sévérité des tempêtes au cours de la décennie de 1960. De plus, l'examen sommaire des données anémométriques (vents) pour le moyen estuaire va dans le même sens. À notre connaissance, personne n'a signalé de changements significatifs dans la direction et l'intensité des vents forts.

b) Le bilan sédimentaire

Le bilan sédimentaire est certainement un des facteurs importants à prendre en considération. En effet, les terres ayant émergé au cours de l'Holocène (i.e. au cours des dix derniers milliers d'années), les cours d'eau se sont encaissés dans le substrat; ils ont creusé leur lit et atteint un équilibre temporaire, de sorte qu'ils contribuent peu à la recharge sédimentaire des rivages. Ces apports sont importants pour maintenir l'équilibre et empêcher l'érosion des rives. Par ailleurs, plusieurs cours d'eau majeurs ont été endigués (barrages hydroélectriques ou autres); les sédiments piégés dans les bassins de retenue ne parviennent plus au Saint-Laurent. Bref, l'estuaire connaît en général, du moins au niveau des rivages, un bilan sédimentaire négatif. Les agents littoraux doivent donc s'approvisionner au droit des rives afin de maintenir un certain équilibre.

c) L'élévation du niveau marin relatif

Une cause souvent évoquée par les spécialistes pour expliquer la reprise d'érosion caractérisant la plupart des littoraux dans le monde est une élévation du niveau des océans ou encore une subsidence des terres. Les opinions sont fort partagées en ce qui concerne le Saint-Laurent estuarien et le golfe. À partir de l'analyse des mêmes données, divers spécialistes en arrivent à des conclusions divergentes. Certains auteurs sont d'avis que le niveau marin relatif est stable, d'autres qu'il a tendance à s'élever, alors que la plupart soutiennent que les terres sont en émersion. Difficile alors de solutionner le problème. Quoiqu'il en soit, il existe des indices géomorphologiques suggérant une légère remontée du niveau marin relatif dans le moyen estuaire du Saint-Laurent; dans la plupart des marais intertidaux, par exemple, des cordons transgressifs de sable et de gravier recouvrent le schorre supérieur, parfois jusqu'à 10 m du rebord externe de la micro-falaise.

Dans le secteur amont de l'estuaire, les hauts niveaux saisonniers du fleuve seraient responsables de l'érosion des rives, en particulier des marais intertidaux, y compris ceux de Sainte-Anne-de-Beaupré et de CapTourmente. Selon Drapeau (1990), l'érosion récente des schorres serait plutôt attribuable à un phénomène d'équilibre qui a été rompu par l'érosion verticale du bas estran, ce qui a accentué la pente et a conduit à l'érosion du schorre supérieur ou de la basse terrasse. Malheureusement, cette explication ne précise nullement la cause exacte de l'érosion verticale du bas estran.

d) Les autres causes

L'anthropisme et l'activité des oies concourent certainement à l'érosion des rives du Saint-Laurent estuarien localement, mais ne suffisent pas pour expliquer le phénomène ailleurs et dans son ensemble.

Bref, il demeure difficile dans l'état actuel des connaissances de mettre le doigt sur le coupable. Il semble que les divers facteurs mentionnés soient, à différents degrés, responsables de la tendance à une augmentation de l'érosion littorale depuis les dernières années dans l'estuaire du Saint-Laurent.

CONCLUSION

En conclusion, il convient de rappeler que nos connaissances sur l'érosion des rives du Saint-Laurent estuarien, du golfe et de la péninsule gaspésienne demeurent modestes. À l'exception de quelques sites relativement bien connus, on dispose de peu de données sur les taux de recul des rives et sur l'érosion des estrans (battures), sur le maigrissement des plages, ainsi que sur les bilans sédimentaires dans les divers tronçons du Saint-Laurent. Dans ces conditions, il s'avère difficile de solutionner le problème.

Une meilleure connaissance du sujet implique des études spécifiques conduites par des personnes compétentes dans le domaine. Ces études et la cueillette de données utiles à solutionner certains problèmes impliquent un financement adéquat. Or, avec l'érosion des budgets à tous les nivaux de gouvernement et des organismes municipaux et publics, il apparaît difficile de pouvoir défrayer adéquatement le coût de telles études.

Par ailleurs, les organismes subventionnaires ne sont guère généreux de nos jours quand il s'agit de financer les recherches sur la dégradation du milieu naturel. On préfère investir ailleurs, dans des domaines plus prestigieux, comme l'atome, la biologie moléculaire et l'astrophysique, et laisser le patrimoine national à la merci des agents d'érosion. On intervient généralement après la catastrophe, rarement avant. Il en résulte donc des pertes économiques importantes à la fois pour l'état, les municipalités et la propriété privée.

Il faut donc se poser un certain nombre de questions et réfléchir sérieusement avant d'agir.

Faut-il laisser faire la nature et ne pas intervenir ?
Si on intervient, avons-nous les moyens financiers de le faire ?
Pourquoi et où intervenir ?
Quel genre d'intervention faut-il préconiser ?
À qui revient la responsabilité ? À l'état, aux municipalités, aux MRC ou aux individus concernés ?

Ce colloque témoigne d'une prise de conscience. À défaut de trouver la solution miracle, il permettra vraisemblablement d'avancer des éléments de réponse. Je le souhaite ardemment et je vous remercie de votre bienveillante attention.

BIBLIOGRAPHIE

ALLARD, M. 1981. L'anse aux Canards, île d'Orléans : évolution holocène et dynamique actuelle. Géographie physique et Quaternaire, v. 35, p. 133-154.

ANCTIL, F. et TROUDE, J.P. 1992. Étude de la remontée relative des niveaux d'eau de l'estuaire du Saint-Laurent. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 19, p. 252-259.

BARNABÉ, G. 1975. Érosion côtière en Gaspésie. Ressources, v. 6 (4), p. 16-18.

BÉGIN, Y. 1990. The effects of shoreline transgression on woody plants, upper St. Lawrence estuary, Québec. Journal of Coastal Research, v. 6, p. 815-827.

BÉGIN, Y., LANGLAIS, D. et COURNOYER, L. 1991. Tree-ring dating of shore erosion events (Upper St. Lawrence estuary, eastern Canada). Geografiska Annaler, v. 73A, p. 53-59.

______. 1991. A. dendrogeomorphic estimate of shore erosion, Upper St. Lawrence estuary, Québec. Journal of Coastal Research, v. 7, p. 607-615.

BÉGIN, Y. et LAVOIE, J. 1988. Dynamique d'une bordure forestière et variations récentes du niveau du fleuve Saint-Laurent. Canadian Journal of Botany, v. 66, p. 1905-1913.

BÉLANGER, C. 1993. Étude géomorphologique des basses terrasses sur la côte sud de l'estuaire laurentien. Thèse de doctorat, Département de géographie, Univesité Laval, Québec, 237 p.

BÉLANGER, L. et BÉDARD, J. 1995. Use of ice-scoured depression by marsh-foraging snow geese (<u>Chen caerulescens atlantica</u>). Canadian Journal of Zoology, v. 73, p. 253-259.

BERTRAND, P. 1984. Le secteur côtier Cacouna-Isle-Verte : étude géomorphologique et classification des sols. Thèse de maîtrise, Département de géographie, Université Laval, Québec, 253 p.

1994. Des solutions éco-géomorphologiques aux problèmes d'érosion des rives du Saint-Laurent. Bulletin de l'AQQUA, v. 20 (2), p. 31-37.

CHAMPAGNE, P., DENIS, R. et LEBEL C. 1983. Établissement de modèles caractérisant l'équilibre dynamique des estrans de la rive sud du moyen estuaire du Saint-Laurent. Pêches et Environnement Canada, Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques, no 1711, 67 p.

DEMERS, D., VÉZINA, J., SOUCY, B. et LOCAT, J. 1988. *Taux et mode de régression de la falaise de Forestville entre les rivières Portneuf et Sault-au-Mouton (Québec)*. 6^e Congrès de l'AQQUA (Rimouski), Résumés des communications, p. 26.

DENIS, R. 1987. Milieux humides en péril. GEOS, v. 16 (1), p. 19-23.

DESROSIERS, M. et BÉGIN, Y. 1992. Étude dendrochronologique de l'érosion associée aux crues du Saint-Laurent, Saint-Antoine-de-Tilly, Québec. Géographie physique et Quaternaire, v. 46, p. 173-180.

DIONNE, J.C. 1963. Vers une définition plus adéquate de l'estuaire du Saint-Laurent. Zeitschrift für Geomorphologie, v. 7, p. 36-44.

DIONNE, J.C. 1967. Formes de corrosion littorale, côte sud du Saint-Laurent. Cahiers de Géographie de Québec, v. 11 (23), p. 379-395.

. 1969. Érosion glacielle littorale, estuaire du Saint-Laurent. Revue de Géographie de Montréal, v. 23, p. 5-20.

. 1969. Tidal Flat erosion by ice at La Pocatière, St. Lawrence estuary. Journal of Sedimentary Petrology, v. 39, p. 1174-1181.

. 1971. Érosion glacielle de la slikke, estuaire du Saint-Laurent. Revue de Géomorphologie dynamique, v. 20, p. 5-21.

1985a. L'ér	osion anthropique des marais intertidaux du Saint-Laurent. In: Comptes rendus Conférence
canadienne du Littoral (St. John's), D.L. Fel'érosion et la sédimentation littorale, p. 5-	orbes éd., Conseil national de Recherche du Canada, Sous-comité associé de recherche sur 47-568.
v. 39, p. 99-105.	al marsh erosion by geese, St. Lawrence estuary, Québec. Géographie physique et Quaternaire,
. 1986. Érosi	ion récente des marais intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent. Géographie physique et
Quaternaire, v. 40, p. 307-323.	
1988a. L'ér	nersion des côtes du Saint-Laurent depuis la dernière glaciation. GEOS, V. 17 (1), P. 18-21.
1988b. Plot Québec, Canada. <i>Geomorphology</i> , v. 1, p. 29	ughing boulders along shoreline with particular reference to the St. Lawrence estuary, 97-308.
1989. An e of Coastal Research, v. 5, p. 281-293.	stimate of shore ice action in a Spartina tidal marsh, St. Lawrence estuary, Québec. Journa
1993. Influ Saint-Laurent. Revue de Géomorphologie	ence glacielle dans le façconnement d'une plate-forme rocheuse intertidale, estuaire du dynamique, v. 43, p. 1-10.
1996a. Obs Géographie physique et Quaternaire, v. 50	servations sur l'érosion de la basse terrasse à Petite-Rivière, Charlevoix, Québec. 0, p. 407-413.
1996b. La t Québec. Géographie physique et Quatern	terrasse Mitis à la pointe aux Alouettes, côte nord du moyen estuaire du Saint-Laurent, aire, v. 50, p. 57-72.
DIONNE, J.C. et BRODEUR, D. 1988. Éros Geomorphologie, v. 32, p. 101-115.	sion des plates-formes rocheuses littorales par affouillement glaciel. Zeitschrift für
DIONNE, J.C. et OCCCHIETTI, S. 1996. <i>A</i> 50, p. 5-34.	perçu du Quaternaire à l'embouchure du Saguenay. Géographie physique et Quaternaire, v.
	ation quantitative de l'affouillement glaciel de la plate-forme intertidale à Neuville, Québec. In: du littoral (Dartmouth), Conseil National de Recherche du Canada, Sous-comité associé de n littorales, p. 243-257.
DOHLER, G.C. et KU, L.F. 1970. Presental Canadian Journal of Earth Sciences, v. 7, p	tion and assessment of tides and water level records for geophysical investigations. p. 607-625.
	mamics in the St. Lawrence estuary. In: Oceanography of a large-scale estuarine systems: the g, éds., Springer-Verlag, New York, p. 130-154.
Quaternaire, v. 46, p. 233-242.	amique sédimentaire des littoraux de l'estuaire du Saint-Laurent. Géographie physique et
	bution des vagues au transport des sédiments littoraux dans la région de Trois-Pistoles, aphie physique et Quaternaire, v. 35, p. 245-251.
DUBOIS, J.M.M. 1988. Québec, In: Artificia	al structures and shorelines, H.J. Walker éd., Kluwer Academic Publisher, p. 475-488.
DUBOIS, J.M.M. et LESSARD, G.L. 1986. l 63-70.	Erosion rates and causes, northern gulf of St. Lawrence, Québec, Canada. Thalassa, v. 4, p.
EMERY, K.O. et AUBREY, D.G. 1991. Sea	levels, land levels, and tide gauges. Springer-Verlag, New York, 237 p.
GALE, L.A. 1970. Geodetic observations for a	detection of vertical crustal movements. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 7, p. 602-606.
GARNEAU, M. 1998. Paléoécologie d'une Commission géologique du Canada, Bulle	tourbière littorale de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, L'Isle-Verte, Québec. etin no 514, 149 p.

GOUDREAU, M. et GAUTHIER, B. 1981. Étude sommaire des empiètements sur le littoral québécois. Conseil consultatif de l'environnement, Québec, 113 p.

GRENIER, A. et DUBOIS, J.M.M. 1992. L'évolution des côtes aux lles-de-la-Madeleine. In: Les Iles-de-la-Madeleine : un pays à découvrir, J.M.M. Dubois et J. Gagnon éds., INFO-GEOGRAPHES, no 1 (avril), p. 59-64.

JUNIUS, M. et al. 1984. Base d'une politique de conservation pour le littoral du Québec. Conseil consultatif de l'environnement, Québec, tome 1 (rapport final), 131 p.; tome 2 (annexes), 273 p.

KALM, P. 1779. Mémoires de voyage de Pehr Kalm au Canada. Traduction de J. Rousseau et G. Bethune, Montréal, Pierre Tisseyre, p.

LAMONTAGE, Y. 1996. Étude de l'évolution littorale de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Application à la gestion des bancs coquilliers. Exemple de la Côte-Nord. Mémoire de maîtrise, Département des Sciences de l'environnement, Université du Québec, Montréal, 106 p.

LANGLAIS, D. et BÉGIN, Y. 1993. The effects of recent floods and geomorphic processes on Red Ash populations, Upper St. Lawence estuary, Québec. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 37, p. 525-538.

LAUZON, L. 1989. L'érosion des marais intertidaux. Franc Nord, v. 6 (2), p. 24-28.

LEMIEUX, G. 1980. Les marais intertidaux de Kamouraska. Office de planification et de développement du Québec (O.P.D.Q.), Québec, Rapport non publié, 70 p.

LESSARD, G.L. et DUBOIS, J.M.M. 1984. Évolution littorale multitemporelle d'une côte récemment déglacée au nord du golfe du Saint-Laurent. Revue de Géomorphologie dynamique, v. 33, p. 81-96.

LONG, B.F. 1983. Evolution of the Outardes estuary after the hydraulic power regulation. In: Comptes rendus Conférence canadienne sur le littoral, B.J. Holden éd., Conseil national de recherches du Canada, Sous-comité associé de recherche sur l'érosion et la sédimentation, p. 327-328.

MARKHAM, W.E. 1980. Atlas des glaces de l'Est canadien. Environnement Canada, Service de l'Environnement atmosphérique, 33 p.

MORIN, R. 1981. Contribution à la sédimentologie de la région de Trois-Pistoles. Mémoire de maîtrise, Département d'Océanographie, Université du Québec, Rimouski, 118 p.

OUELLET, Y. et BAIRD, W. 1978. L'érosion des rives du Saint-Laurent. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 5, p. 311-323.

OUELLET, Y., SÉRODES, J.B. et DESJARDINS, L. 1985. Comportement sédimentologique d'un littoral en présence de dragage: le cas de la baie de Tadoussac. In : Comptes rendus Conférence canadienne du littoral, (St. John's), D.L. Forbes éd., Conseil national de recherche du Canada, Sous-comité associé de recherche sur l'érosion et la sédimentation littorale, p. 513-531.

PELLETIER, M. et CHAMPAGNE, P. 1987. Évolution côtière dans la région de Bonaventure, Gaspésie. In : Comptes rendus Conférence canadienne du littoral (Québec), Y. Ouellet éd., Sous-comité associé de recherche sur l'érosion et la sédimentation littorale, p. 49-63.

PELLETIER, M. et LONG, B. 1990. Évolution sédimentologique d'une partie de l'estuaire du Saint-Laurent : le lac Saint-Pierre à Grondines. In : Collection Environnement et Géologie, v. 11, D. Messier et al. éds, Association des Biologistes du Québec, p. 615-636.

PIRAZZOLI, P.A. 1986. Secular trend of relative sea-level (RSL) changes indicated by tide-gauge records. Journal of Coastal Research, Special Issue no 1, p. 1-26.

PLOEG, J. Wave climate study, Great Lakes and Gulf of St. Lawrence. National Research Council of Canada, Report MH-107A, Mechanical Engineering.

QUILLIAM, L. et ALLARD, M. 1989. Évolution géomorphologique du glissement de terrain et du marais de Saint-Joseph-de-la-Rive, Charlevoix, Québec. Géographie physique et Quaternaire, v. 43, p. 367-376.

SÉRODES, J.B. et DUBÉ, M. 1983. Dynamique sédimentaire d'un estran à Spartines (Kamouraska, Québec). Naturaliste canadien, v. 110, p. 11-26.

SÉRODES, J.B. et TROUDE, J.P. 1984. Sedimentation cycle of a fresh-water tidal flat in the St. Lawrence estuary. Estuaries, v. 7, p. 117-125.

SHAW, J., TAYLOR, R.B., FORBES, D.L., RUZ, M.H. et SOLOMON, S. 1998. Sensitivity of the coasts of Canada to sea level rise. Commission géologique du Canada, Bulletin 505, 79 p.

SOUCY, B. 1988. *Taux et mode de régression de la falaise de Forestville entre la rivière Portneuf et Sault-au-Mouton, comté de Saguenay.* Ministère des Transports du Québec et Département de géologie, Univesité Laval, Rapport non publié, 18 p.

TROUDE, J.P. et OUELLET, Y. 1987. *Phénomènes contribuant à l'envasement du port de Rivière-du-Loup*. In : Comptes rendus Conférence canadienne sur le littoral (Québec), Y. Ouellet éd., Conseil national de recherches du Canada, Sous-comité associé de recherche sur l'érosion et la sédimentation littorale, p. 297-311.

TROUDE, J.P. et SÉRODES, J.B. 1985. *Régime morpho-sédimentologique d'un estran à forte sédimentation dans l'estuaire du Saint-Laurent.* In : Comptes rendus Conférence canadienne du Littoral (St. John's), D.L. Forbes éd., Sous-comité associé de recherche sur l'érosion et la sédimentation littorale, p. 105-119.

_____. 1988. Le rôle des glaces dans le régime morpho-sédimentologique d'un estran de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 15, p. 348-354.

TROUDE, J.P. et SÉRODES, J.B. 1990. Caractéristiques hydrodynamiques d'un estran à forte sédimentation. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 17, p. 148-155.

VALTON, A.M. 1981. Essai d'analyse des tempêtes dans le golfe du Saint-Laurent, décennie 1960-1969. Mémoire de maîtrise, Département de géographie, Université de Sherbrooke, p.

VIGEANT, G. 1984. Cartes climatiques du Saint-Laurent. Environnement Canada, Service Environnement atmosphérique, p.

DYNAMIOUE DE L'ÉROSION LITTORALE SUR LA CÔTE-NORD DU SAINT-LAURENT

Jean-Marie M. Dubois Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke

Jean-Marie Dubois est professeur au Département de géographie et télédétection de l'Université de Sherbrooke depuis 1970. Il a fait ses études de maîtrise à l'Université de Sherbrooke et de doctorat à l'Université d'Ottawa. Il est spécialisé en géographie physique et en télédétection. Il fait des recherches dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent depuis 1972, plus particulièrement sur la Côte-Nord, l'île d'Anticosti, les Îles-de-la-Madeleine et la côte du Nouveau-Brunswick. Sur la Côte-Nord, les études ont porté sur la cartographie des formations meubles et de la géomorphologie, l'histoire du Quaternaire, les risques naturels et l'évolution littorale ancienne et actuelle.

RÉSUMÉ

À l'échelle du 1 : 250 000, la Côte-Nord du Saint-Laurent représente environ 1 345 km de côtes, entre Tadoussac et Blanc-Sablon, et 1 825 km si on inclut l'île d'Anticosti. Les côtes rocheuses représentent 34 % de ce littoral, les côtes rocheuses avec des plages de fond de baie, de petits marais ou une mince couverture de formations meubles sur le substratum rocheux représentent 38 %, tandis que les autres 28 % sont des côtes de formations meubles. Ainsi, environ la moitié des côtes de la Côte-Nord est de formations meubles et donc sensible à l'érosion.

De façon plus précise, à l'échelle du 1:50 000, il y a environ 273 km de côtes de formations meubles en érosion active, dont 133 km sur l'île d'Anticosti. Ces zones d'érosion se situent principalement le long des deltas, c'est-à-dire à l'embouchure des principaux cours d'eau.

Dans les zones de falaises actives, cette érosion semble s'effectuer au rythme moyen d'environ 0,5 à 1,5 m/an et même plus selon les endroits. Les causes générales et à long terme d'érosion relèveraient des conséquences de la diminution des apports sédimentaires fluviaux et des variations du niveau marin relatif. Les causes localisées et à court ou moyen termes relèveraient tant de l'effet de la dynamique littorale, des tempêtes, des mouvements de masse, du ravinement de surface, de la suffosion par les eaux souterraines dans les falaises, des cycles de gel-dégel, ou des glaces flottantes que des conséquences de l'activité ou de l'implantation des aménagements humains.

Les différentes avenues d'atténuation à prendre pour éviter que les populations n'aient à subir le désagrément de l'érosion des côtes doivent être envisagées en fonction de la vision d'avenir que les gouvernements et surtout les MRC ou municipalités sont prêts d'adopter, soit à court, moyen ou long termes, en fonction du type d'environnement de vie visé et des moyens mis à disposition.

Malgré les efforts pour intéresser les gouvernements et autres organismes à faire des études systématiques à long terme sur le taux et les causes de l'érosion de ces côtes, nous ne possédons encore que des résultats fragmentaires sur la Haute et la Moyenne-Côte-Nord et aucune donnée sur la Basse-Côte-Nord. Il serait donc urgent d'établir un tel programme de mesures systématiques à long terme ainsi que d'étude des types d'érosion.

1. INTRODUCTION: DES DONNÉES FRAGMENTAIRES

Malgré de vains efforts, surtout dans les années 1980 et au début des années 1990 (voir par exemple Dubois *et al.*, 1982; Dubois et Desmarais, 1983a; Dubois, 1997), pour intéresser les gouvernements du Québec et du Canada, le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada de même que le Centre Saint-Laurent à des études systématiques à long terme sur la connaissance du milieu ainsi que sur le taux et les causes de l'érosion des côtes du Saint-Laurent, nous ne possédons encore que des résultats fragmentaires sur la Haute-Côte-Nord et sur la Moyenne-Côte-Nord mais aucune donnée sur la Basse-Côte-Nord.

Les quelques connaissances disparates que nous avons sont liées aux données récoltées grâce à la ténacité de quelques universitaires, quoique désargentés, aux données d'études d'impact de projets hydroélectriques, de routes, d'usines ou de structures côtières ainsi que d'études dans des situations d'urgence (relocalisation de routes, d'équipements ou de villages). Mais il est malheureusement souvent difficile de connaître ou tout simplement de repérer toutes les études contractuelles qui ont pu être réalisées par les différents paliers de gouvernements, par des entreprises parapubliques ou privées ainsi que par des particuliers¹. Je me servirai donc de celles que je connais. Il serait cependant urgent qu'on mette en place un programme de mesures systématiques à long terme ainsi que d'étude des causes de l'érosion. Un tel programme viendrait appuyer les travaux passés et pourrait être fait de concert avec les travaux de détails déjà en cours sur la Haute-Côte-Nord entre les deltas des rivières Betsiamites et Godbout (Université de Sherbrooke et Université Laval). Ces travaux, dont les résultats ne sont pas encore disponibles (Bernatchez, en prép.; Leblanc, en prép.) portent entre autres sur la mise en place et l'analyse d'environ 200 bornes pour retracer l'évolution du littoral de la péninsule de Manicouagan et de la région de Ragueneau ainsi que sur les agents d'érosion.

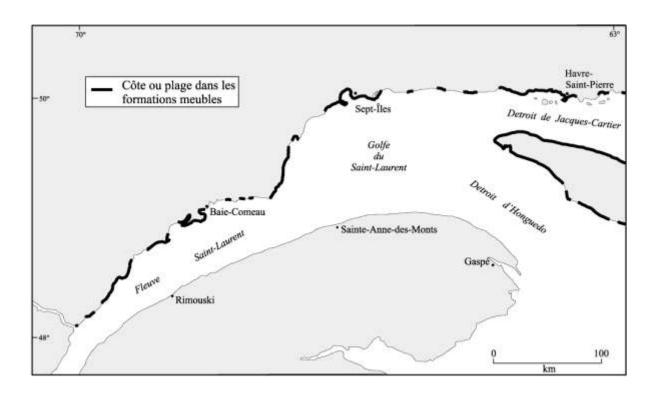
Pour bien se situer, nous verrons d'abord les principales caractéristiques des côtes de l'ensemble de la Côte-Nord du Saint-Laurent incluant l'île d'Anticosti. Nous verrons ensuite quelle est la situation actuelle de l'érosion en termes de types et de répartition. Enfin, nous essaierons d'expliquer comment nous en sommes rendus là, quelles sont les perspectives d'évolution et à quelles avenues d'atténuation on pourrait penser pour y pallier.

2. LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES CÔTES

À l'échelle du 1 : 250 000, la Côte-Nord du Saint-Laurent représente environ 1 345 km de côtes, entre Tadoussac et Blanc-Sablon, et 1 825 km si on inclut l'île d'Anticosti. Les côtes rocheuses représentent 34 % (625 km) de ce littoral, les côtes rocheuses avec des plages de fond de baie, de petits marais ou une mince couverture de formations meubles sur le substratum rocheux représentent 38 % (695 km), surtout à l'île d'Anticosti, tandis que les autres 28 % (505 km) sont des côtes de formations meubles, surtout sableuses ou silto-sableuses (compilation faite à partir de Bergeron *et al.*, 1983, de Brouillette, 1981, de Desmarais, 1976, de Desmarais *et al.* 1982, de Dubois, 1973, 1979a, 1980a, 1983, 1993, de Dubois et Desmarais, 1983b et de Dubois *et al.*, 1984, 1990b) (figure 1). On peut ainsi facilement affirmer qu'environ la moitié des côtes de la Côte-Nord est de formations meubles et donc sensible à l'érosion. Dans le détail cependant, c'est-à-dire à grande échelle, la longueur de côte pourrait être doublée si l'on tient compte de toutes les échancrures des côtes.

25

¹ Presque tous les travaux faits à l'Université de Sherbrooke sont déposés dans le fonds P5 du Centre d'archives de la Côte-Nord (Archives nationales du Québec) à Sept-Iles depuis 1998; une liste de tous les travaux effectués y est aussi déposée.



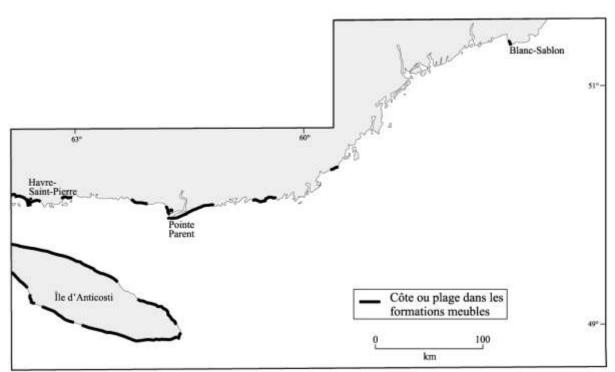


Figure 1. Côtes dans les formations meubles sur la Côte-Nord du Saint-Laurent et donc susceptibles à l'érosion. Source : Dubois (1993, p. 163-164).

3. LE CONSTAT : ZONES ET TYPES D'ÉROSION ACTUELLE

Un relevé sommaire plus précis au 1:50 000 révèle qu'il y aurait environ 273 km de côtes de formations meubles en érosion active, dont 133 km sur l'île d'Anticosti (tableau 1).

Tableau 1. Principales zones avec des falaises d'érosion actives sur la Côte-Nord du Saint-Laurent.

Zones	Longueur de côte (km)*	Caractéristiques ou problèmes particuliers
Saguenay - aux Cochons	25	Sable; prés. glissements
Betsiamites	8	Sable; prés. glissements
Aux Outardes - Manicouagan	20	Sable; prés. glissements et ravinements
Franquelin - Godbout - Pentecôte	4	Sable
Sainte-Marguerite - Moisie	11	Sable; prés. glissements et ravinements
Au Bouleau - à la Tortue - Manitou	6	Sable; prés. glissements
Sheldrake - au Tonnerre	4	Sable
Magpie - Saint-Jean - Mingan	20	Sable; prés. glissements, ravinements, éolisation
Archipel de Mingan	4	Gravier; prés. plate-forme littorale
Ile d'Anticosti (côte sud)	86	Gravier et till; surtout au SE; prés. large plate- forme littorale
Ile d'Anticosti (côte nord)	47	Gravier; surtout au NE; prés. plate-forme littorale
Romaine	1	Sable; prés. glissements et ravinements
Natashquan	35	Sable; éolisation
Blanc-Sablon	2	Sable et gravier
TOTAL	273	

^{*} Calculée de façon approximative au 1 : 50 000.

Compilation à partir de Desmarais (1976), Dubois (1977a, 1980b), Dubois et Desmarais (1983b), Dubois et Saint-Pierre (1986) et Dubois $et\ al.$ (1985).

Les principales zones d'érosion se situent le long des deltas, c'est-à-dire à l'embouchure des principaux cours d'eau tels ceux où l'on retrouve des villes et villages: Saguenay, Portneuf, Betsiamites, aux Outardes, Manicouagan, Godbout, Pentecôte, Sainte-Marguerite, Moisie, Sheldrake, Magpie, Saint-Jean, Mingan, Romaine, Aguanus et Natashquan. D'autres zones d'érosion peuvent également se retrouver entre ces deltas, dans des fonds de baie, le long de marais ou à des endroits où les dépôts glaciaires sont exposés, comme au sud-ouest de l'île d'Anticosti, ainsi que dans les roches sédimentaires tendres de l'archipel de Mingan, des environs de Havre-Saint-Pierre, de l'île d'Anticosti et de la région de Blanc-Sablon.

Dans les zones de falaises actives dans les formations meubles, cette érosion s'effectue à des rythmes parfois renversants, ce que nous verrons à la section 4.2. Commençons d'abord par visualiser les effets des principaux agents d'érosion à partir de quelques exemples.

L'action des vagues engendre l'érosion des emprises routières (figures 2 et 3) et des empiétements routiers (figure 4), des sorties d'égouts pluviaux (figure 5) et des ouvrages de défense littorale surtout en milieu sableux (figures 6 et 7). Leur action se fait sentir même dans les sédiments plus grossiers surtout lors des tempêtes (figure 8) et elle se fait sentir plus sévèrement en aval des zones protégées artificiellement à cause du déficit en sédiments que causent ces dernières zones (figure 9). L'érosion des falaises peut être accélérée par de petits glissements (figure 10) ou des éboulements lorsqu'un surplomb est fait en haut des falaises par affouillement de la base des falaises (figures 11 et 12) ainsi que par la suffosion provoquée par la concentration des eaux souterraines au contact de sédiments sableux perméables surmontant des sédiments plus fins moins perméables (figure 13); ces phénomènes se produisent autant l'hiver dans les falaises exposées au sud qu'à l'automne. Des glissements plus importants peuvent survenir là où les falaises sont plus hautes de sorte que l'on doit déplacer régulièrement la route 138 (figures 14 et 15). La concentration des eaux de surface, surtout lors de fortes pluies, peut provoquer le ravinement des bordures de routes côtières (figure 16) et mettre en danger les ouvrages d'art (figure 17) et les bâtiments (figure 18). Une forme mixte d'érosion, alliant la suffosion, le glissement et le ravinement,

peut également être provoquée lorsque le ortstein, ou carapace ferrugineuse coiffant la plupart des sols sableux de la région, est défoncé pour drainer les terres (figures 19 et 20). La coulée en ravin qui en résulte, qui commence soudainement lors de pluies importantes et se poursuit par la suite par ravinement de tête (figure 21), peut prendre des proportions surprenantes (figures 22 à 24). L'effet des glaces flottantes dans l'estuaire du Saint-Laurent est connu, surtout au départ des glaces au printemps (Dionne, 1969), et les charges importantes que ces glaces transportent (Dionne, 1984), dont de très gros blocs (Dionne, 1988), sont aussi bien connues (Dionne, 1984). Même si leur effet sur la Côte-Nord n'est pas aussi bien appréhendé, il est certain au moins dans les zones de schorre (figure 25). Enfin, l'effet érosif du vent sur les côtes sableuses est souvent passé sous silence mais il peut distraire de grandes quantités de sédiments de la côte vers l'intérieur des terres (figure 26) ou vers le large et décaper les rebords de falaises (figures 27 et 28).



Figure 2. Érosion de la falaise de till près de l'embouchure de la rivière Sainte-Marie, à l'île d'Anticosti, en 1985. (photo : coll. J.-M. Dubois, 85-03-55)

Figure 3. État de la route au sommet de la falaise près de la rivière Sainte-Marie après la tempête du 7 décembre 1983. (photo : coll. J.-M. Dubois, 84-12-21)



Figure 4. Les vagues ont érodé l'empiétement routier à l'est de la rivière du Sault-Plat au rythme de 0,5 m/an de 1981 à 1985. (photo: coll. J.-M. Dubois, 86-02-22)

Figure 5. Dégagement d'un égout pluvial à Mingan par érosion littorale de la petite falaise sableuse, en 1986. (photo: coll. J.-M. Dubois, 86-04-18)





Figure 7. Érosion par les vagues du sommet d'un perré de blocs de la promenade du vieux quai de Sept-Iles, en 1986. (photo : coll. J.-M. Dubois, 86-05-30)

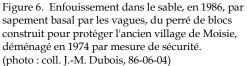






Figure 8. Érosion de la route littorale près de la rivière Bec-Scie, à l'île d'Anticosti, et de la petite falaise de gravier et galets par les coups de butoir des vagues lors de la tempête du 7 décembre 1983. (photo : coll. J.-M. Dubois, 85-06-14)



Figure 9. Érosion littorale accrue en aval d'une zone protégée artificiellement à Pointe-aux-Outardes.

(photo: coll. J.-M. Dubois, 89-08-28)

Figure 10. Un des nombreux petits glissements dans les falaises à l'ouest de Rivière-Saint-Jean. (photo: coll. J.-M. Dubois, 84-11-38)





Figure 11. Sapement d'une falaise par les vagues à l'ouest de Rivière-Saint-Jean et éboulement du ortstein en blocs. (photo : coll. J.-M. Dubois, 84-11-29)

31 Actes du Colloque sur l'érosion des berges



Figure 13. Suffosion dans la berge est de l'estuaire de la rivière Moisie. (photo : coll. J.-M. Dubois, 74-04-15)

Figure 12. Falaise éboulée par sapement basal par les vagues à la pointe de Betsiamites en 1996. (photo: coll. J.-M. Dubois, 96-17-03)





Figure 14. La route 138 a été relocalisée à la suite de glissements de terrain à l'ouest de Rivière-Saint-Jean. (photo aérienne A16319-2 en 1958)

Figure 15. La route 138 coupée par le glissement de 1980 entre la rivière Aisley et Havre-Saint-Pierre. (photo: coll. J.-M. Dubois, 81-F-33)



Figure 16. Érosion de la bordure de la route 138 à l'est de Rivière-Saint-Jean par recul de tête d'un raB34vin à partir de la côte quelques années après sa construction.

(photo: coll. J.-M. Dubois, 81-F-15)

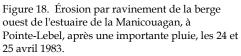
u , , ,

Figure 17. Ravinement et affaissement d'un pont dans le prolongement de la route 138 à l'est de Havre-Saint-Pierre en 1983. (photo : coll. J.-M. Dubois, 83-01-31)





Figure 19. Exemple de ravinement occasionné par l'excavation du ortstein sur le rebord d'une terrasse du delta de la rivière Godbout en 1972. (photo : coll. J.-M. Dubois, 72-01-50)



(photo: coll. J.-M. Dubois, 83-03-21)



Figure 20. Tranchée de drainage d'un chemin forestier pratiquée dans le ortstein à l'est du delta de la rivière Moisie.

(photo: coll. J.-M. Dubois, 74-01-20)

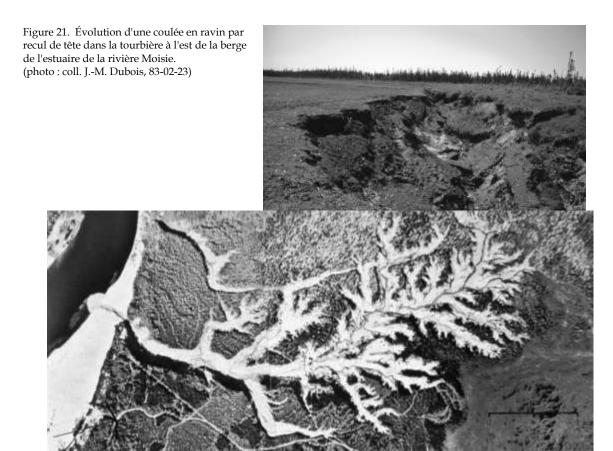


Figure 22. Vue de la coulée en ravin sur la berge est de l'estuaire de la rivière Moisie; elle s'est développée en 6 h après de fortes pluies, le 4 novembre 1966, immédiatement en amont de l'endroit où devait être construit le pont de la route 138. La coulée en ravin en haut de la figure date du 16 juin 1959.

(photo: coll. J.-M. Dubois, 80-03-163 à partir des photographies aériennes Q71330-2, 4 et 5)



Figure 23. Vue aérienne oblique de la coulée en ravin de 1966 sur la berge est de l'estuaire de la rivière Moisie.

(photo: coll. J.-M. Dubois, 74-09-09)

Figure 24. Vue au sol de la coulée en ravin de 1966, de près de 40 m de profondeur, sur la berge est de l'estuaire de la rivière Moisie. (photo : coll. J.-M. Dubois, 74-02-10)



Figure 25. Érosion du schorre par les glaces flottantes dans l'anse Amory à l'est de Matamec. (photo : coll. J.-M. Dubois, 74-03-28)

Figure 26. Dune formée de sédiments sableux arrachés à la côte par le vent à l'ouest du delta de la Natashquan en 1965.

(photographie aérienne Q65367-137 de 1965)





Figure 28. Érosion par le vent du sommet d'une falaise littorale à l'embouchure de la rivière aux Graines.

Figure 27. Décapage par le vent du sommet d'une falaise littorale sableuse de la basse terrasse à l'ouest de l'embouchure de la rivière Saint-Jean. (photo : coll. J.-M. Dubois, 81-F-08)



4. LA PROSPECTIVE OU LE PASSÉ

(photo: coll. J.-M. Dubois, 75-01-33)

Les causes générales et à long terme d'érosion relèveraient probablement des conséquences de la diminution des apports sédimentaires fluviaux et des variations du niveau marin relatif.

Les causes localisées et à court ou moyen termes relèveraient tant de l'effet de la dynamique littorale, des tempêtes, des mouvements de masse, du ravinement de surface, de la suffosion (affouillement) par la circulation des eaux souterraines vers les falaises, des cycles de gel-dégel dans les falaises et des glaces flottantes que des conséquences de l'activité ou de l'implantation des aménagements humains.

On peut examiner les différentes causes en fonction de diverses échelles de temps, soit avec les données millénaires mais qui ont une incidence actuelle, ou avec les données historiques et récentes.

4.1. Les données millénaires

Les données millénaires que nous avons portent sur l'évolution générale à long terme de la configuration des côtes, sur les apports sédimentaires fluviaux, sur les variations du niveau marin relatif et sur la dynamique littorale. Elles proviennent des études géologiques, géomorphologiques, sédimentologiques et paléogéographiques. La datation des événements est faite de façon relative et par datation ¹⁴C.

Ainsi, la Côte-Nord a commencé à se déglacer il y a environ 12 500 ans sur la Basse-Côte-Nord et l'île d'Anticosti, environ 11 000 ans sur la Haute-Côte-Nord et environ 10 500 ans sur la Moyenne-Côte-Nord (Dubois, 1977b, 1979a, 1996b; Parent *et al.*, 1985) (figure 29), laissant une mince couche de sédiments glaciaires, le till. Comme le continent était déprimé par le poids du glacier, les eaux du golfe du Saint-Laurent ont envahi les terres jusqu'à des altitudes atteignant 170 m sur la Haute-Côte-Nord (Bernatchez, 1997), 131 m sur la Moyenne-Côte-Nord, 152 m sur la Basse-Côte-Nord et 80 m sur l'île d'Anticosti (Dubois, 1996b; Dubois et Perras, 1998) pour former la Mer de Goldthwait (figure 29).

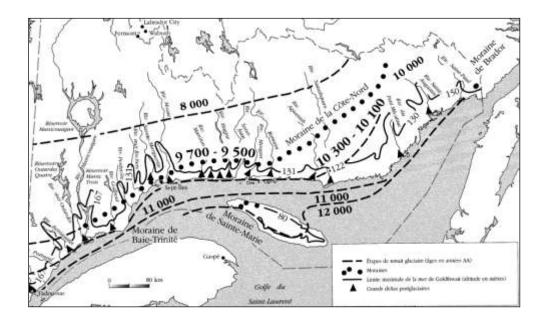


Figure 29. Déglacement de la Côte-Nord du Saint-Laurent et altitudes atteintes par la mer de Goldthwait.

Source: Dubois (1996b, p. 63).

Le continent a alors commencé à remonter avec le départ des glaces, de façon rapide au début (en termes de décimètres par année) et de façon de plus en plus lente par la suite (en termes de centimètres par année), probablement jusqu'à tout récemment (en termes de millimètres par année). Des argiles marines, que l'on voit rarement en surface actuellement, ont sédimenté sur le till, surtout dans les dépressions du relief (Dubois, 1979a). Au fur et à mesure que les bassins versants se déglaçaient progressivement vers le nord, les cours d'eau transportaient de plus en plus de sédiments issus du glacier (fluvioglaciaires) en plus des sédiments qu'ils érodaient eux-mêmes sur leurs versants non encore végétalisés. Ces sédiments fluvioglaciaires sont à l'origine du début des grands deltas qu'on retrouve sur la Côte-Nord. On estime que c'est vers le moment du déglacement complet de leur bassin versant (tableau 2) que les cours d'eau transportaient le plus de sédiments vers leur delta en érodant, en plus, les terrasses qu'ils avaient déjà

Tableau 2. Estimé de l'âge de déglacement complet de quelques bassins versants de la Côte-Nord du Saint-Laurent.

Bassin versant	ÂGE DE DÉGLACEMENT ESTIMÉ
Manicouagan (amont du lac)	7 300-7 000
Moisie	7 500-7 300
Romaine	7 500-7 300
Manicouagan (aval du lac)	8 000-7 800
Magpie	8 300-8 100
Saint-Jean	8 500-8 200
Manitou (grande)	8 700-8 500
Mingan	8 800-8 600
Sheldrake	9 200-9 000
Au Tonnerre	9 500-9 300
Modifié de Dubois (1979a, p. 428)	

formées. L'émersion rapide des terres permettait ainsi aux deltas de s'étendre rapidement malgré l'érosion littorale (Dubois et Lessard, 1984ab; Lessard et Dubois, 1984). Par exemple, cette phase d'expansion rapide s'est faite entre 7 500 et 6 700 ans BP pour le delta de la rivière Moisie (figures 30 et 31). À partir de ce moment, la décélération progressive de l'émersion des terres ainsi que la charge de moins en moins grande en sédiments des cours d'eau font en sorte que l'érosion commence à prédominer, que certaines parties du delta, surtout le front, s'érodent et que la longueur des zones de falaise s'accroît progressivement (Dubois *et al.*, 1982). Par contre, on peut noter que les indices géomorphologiques montrent que la dérive littorale nette s'est toujours faite dans le même sens qu'aujourd'hui soit, de façon générale, de l'est à l'ouest.

Il est évident que ce schéma doit être adapté dans le cas des cours d'eau qui ont des lacs servant de trappes à sédiments sur leur tracé, telle la Manicouagan (tableau 2). Enfin, on peut dire que le tracé actuel des côtes rocheuses est sensiblement le même depuis environ 2 000 ans, mais il est évident que les côtes dans les formations meubles, elles, se sont encore bien modifiées depuis.

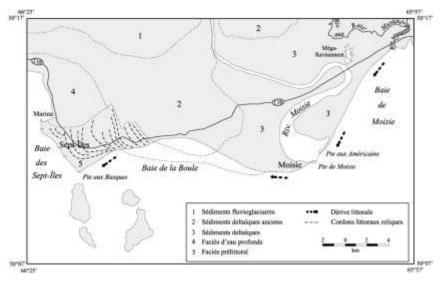


Figure 30. Évolution du delta de la rivière Moisie sous l'influence de différents environnements sédimentaires depuis 9 500 ans B.P.

Modifié de Dubois et Lessard (1984, p.

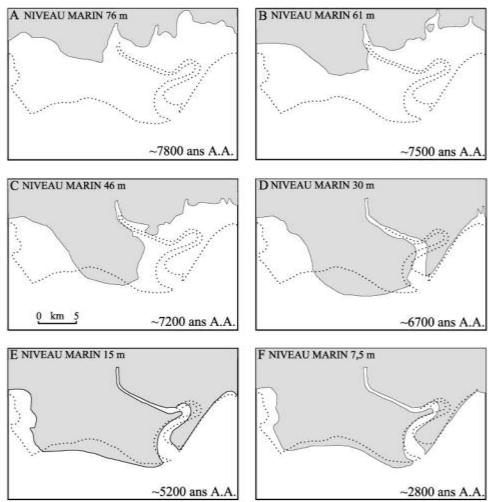


Figure 31. Évolution schématique du delta de la rivière Moisie entre 7 800 ans B.P. et 2 800 ans B.P. Source : Dubois et Lessard (1984a, p. 15).

4.2. Les données historiques et récentes

Les données historiques et récentes des dernières décennies que nous avons portent sur l'évolution de la configuration des côtes et sur l'effet de la dynamique littorale et des variations du niveau marin relatif. Elles proviennent de divers documents écrits, de données statistiques (marégraphiques, géodésiques, météorologiques et séismiques), de plans ou de cartes, de photographies ou de photographies aériennes et de mesures d'érosion et de sédimentation sur le terrain.

D'une façon générale, il est acquis que les côtes mondiales sont en régression depuis au moins un siècle (Bird, 1980), même aux endroits où il n'y a aucune influence anthropique et de nombreux travaux dans le golfe du Saint-Laurent démontrent le même phénomène (Dubois *et al.*, 1982; Shaw *et al.*, 1998a). Voyons ce que l'on retrouve pour la Côte-Nord.

Dans les zones de falaises actives dans les formations meubles, l'érosion semble s'effectuer au rythme moyen d'environ 0,5 à 1,5 m/an selon les endroits et elle peut atteindre les 5 m à 11 m et plus surtout lorsqu'il y a mouvement de masse. Sur le tableau 3, ont été compilées les principales données quantitatives disponibles pour les zones d'érosion active de la Côte-Nord, avec la façon qu'elles ont été acquises; ce n'est donc pas un bilan de l'ensemble de la côte mais plutôt des points de repère pour apprécier le phénomène. En effet, de vastes sections de côtes sont relativement stables et, au contraire, sur les côtes sableuses près de l'embouchure de grandes rivières ou sur des pointes triangulaires, certains endroits bien localisés présentent plutôt de la sédimentation qui peut atteindre jusqu'à 1,5 à 3,5 m/an (Dubois, 1979a; Lessard et Dubois, 1984).

Tableau 3. Exemples de données quantitatives sur les zones d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent.

Zone	Érosion moy. (m/an)	Période	Type de données
Ragueneau et berge NO	0,2 à 1,9	1931-1987	Photos aériennes (12 sites)
Rivière aux Outardes			
Grondin <i>et al.</i> (1990)			
Ragueneau et berge NO	0,1 à 1,9	1931?-1987?	Photos aériennes? (17 sites)
Rivière aux Outardes			
Morneau (1992, carte)			
Ragueneau et berge NO	0,3 à 0,5	?	Inconnu (? sites)
Rivière. aux Outardes			
Allard (1984)			
Rivière aux Outardes (berge E)	0,7 à 0,8	1977-1981	Carte cadastr. (1977) et mesures de
Long (1982)			terrain (1981) (? sites)
Rivière aux Outardes (berge E)	0,7	1935-1965	Photos aériennes (? sites)
Chagnon et al. (1979 in Long 1982)	0,3 à 0,8	1965-1978	Photos aériennes (? sites)
Péninsule de Manicouagan	0,1 à 1,1	1931-1987	Photos aériennes (23 sites)
Grondin <i>et al.</i> (1990)	moy. ± 0.4		
Péninsule de Manicouagan	0,1 à 1,4	1931?-1987?	Photos aériennes? (43 sites)
Morneau (1992, carte)			
Péninsule de Manicouagan (ouest)	0,2 à 0,6	1982-1985	Mesures de terrain (2 sites)
JM. Dubois (non publié)			
Péninsule de Manicouagan (ouest)	0,3 à 0,5	?	Inconnu (? sites)
Allard (1984)			
Péninsule de Manicouagan	? à 8,0	1993-1994	Mesures de terrain (? sites)
Bernatchez et Baker (1995)			
Péninsule de Manicouagan	0,2 à 4,0	1993-1998	Mesures de terrain (? sites)
Bernatchez (1998)	moy. 2,0		
Manicouagan (est., berge O)	0,1 à 0,3	1931?-1987?	Photos aériennes? (2 sites)
Morneau (1992, carte)			
Manicouagan (est. berge O)	max. 0,8	1981-1985	Mesures de terrain (1 site)
JM. Dubois (non publié)			
Rivière Pentecôte (flèche)	± 0,1 à 6,0	1982-1985	Mesures de terrain (4 sites)
JM. Dubois (non publié)	moy. 4,7		

Tableau 3. Exemples de données quantitatives sur les zones d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent (suite).

Zone	Érosion moy. (m/an)	Période	Type de données
Sept-Iles - rivière Moisie	0,8 à 2,6	1930-1976	Photos aériennes (8 sites)
Lessard et Dubois (1984)			
Sept-Iles - rivière Moisie	0,8->3,2	1981-1985	Mesures de terrain (3 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. >2,4		
Riv. Moisie (estuaire)	± 0,1-3,8	1981-1982	Mesures de terrain (15 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. 1,3		
Rivière Moisie - Matamec	1,5 à 1,6	1930-1976	Photos aériennes (2 sites)
Lessard et Dubois (1984)			
Rivière Moisie - Matamec	0,4-1,5	1981-1985	Mesures de terrain (3 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. 0,5		
Moisie (village)	(max.)	1866-1922	Cartes cadastrales (8 sites)
Dubois (1979a)			
Rivière au Bouleau - Sault-Plat	> 1,0	1950-1976	Photos aériennes (2 sites)
Dubois (1979a)			
Rivière au Bouleau	0,4	1982-1985	Mesures de terrain (1 site)
Dubois and Lessard (1986)			
Rivière du Sault-Plat (remblais)	0,3-0,6	1981-1985	Mesures de terrain (3 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. 0,5		
Rivière Tortue	2,1 à 2,4	1950-1967	Photos aériennes (3 sites)
Dubois (1979a)	1,1 à 3,9	1967-1976	
Rivière Manitou - aux Graines	±1,0 à 2,9	1950-1967	Photos aériennes (3 sites)
Dubois (1979a)	±1,0 à 2,8	1967-1976	
Anse de Glaise	<0,1->10,0	1981-1985	Mesures de terrain (4 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. >4,0		
Rivière à la Chaloupe	1,3 à 2,6	1948-1967	Photos aériennes (2 sites)
Dubois (1979a)	1,7 à 11,1	1967-1976	

Zone	Érosion moy. (m/an)	Période	Type de données
Rivière à la Chaloupe	<0,1-0,6	1981-1985	Mesures de terrain (4 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. >0,2		
Rivière Sheldrake - au Tonnerre	0,5 à >1,8	1948-1967	Photos aériennes (5 sites)
Dubois (1979a)	±0 à >1,8	1967-1976	
Rivière Sheldrake	<0,1->1,3	1981-1985	Mesures de terrain (4 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. >0,5		
Rivière Saint-Jean (ouest)	± 0 à 0,2	1981-1985	Mesures de terrain (2 sites)
JM. Dubois (non publié)			
Rivière Magpie (est)	1,8	1948-1967	Photos aériennes (1 site)
Dubois (1979a)	± 0	1967-1976	
Rivière Saint-Jean (ouest)	>1,8	1948-1976	Photos aériennes (1 site)
Dubois (1979a)			
Rivière Saint-Jean (ouest) - Magpie	0,1->4,2	1981-1985	Mesures de terrain (11 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. 1,9		
Rivière Saint-Jean (est)	>2,7 à 7,9	1948-1967	Photos aériennes (3 sites)
Dubois (1979a)	±0 à 8,3	1967-1976	` ,

Tableau 3. Exemples de données quantitatives sur les zones d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent (suite).

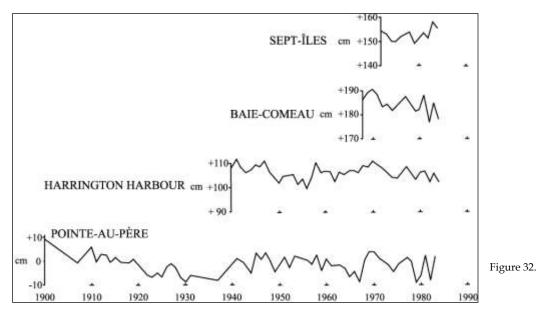
Zone	Érosion moy. (m/an)	Période	Type de données
Rivière Saint-Jean (est)	0,1->2,0	1981-1985	Mesures de terrain (4 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. 1,0		
Longue-Pointe-de-Mingan	3,6 à 6,6	1948-1967	Photos aériennes (5 sites)
Dubois (1979a)	±0 à 3,6	1967-1976	
Longue-Pointe-de-Mingan	0,2-1,0	1981-1985	Mesures de terrain (4 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. 0,7		
Mingan	0,8->7,5	1981-1985	Mesures de terrain (5 sites)
Dubois and Lessard (1986)	moy. >3,0		
Havre-Saint-Pierre (est)	0,1	1982-1985	Mesures de terrain (1 site)
Dubois and Lessard (1986)			

N.B.: Années d'importantes tempêtes (vents de plus 74 km/h et plus) en 1956, 1960, 1962, 1964, 1968, 1969, 1971, 1972, 1977, 1983 (Dubois, 1980c; Dubois and Lessard, 1986); celles après 1983 restent à compiler.

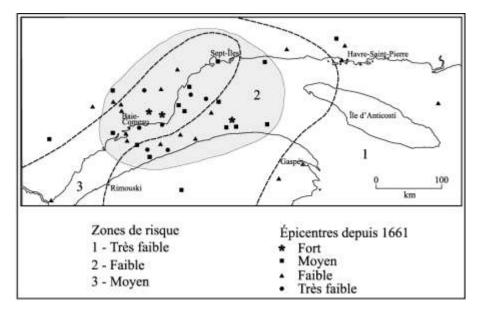
Les données marégraphiques indiquent une relative stabilité du niveau d'eau, sinon une légère baisse, à Harrington Harbour, à Baie-Comeau ainsi qu'à la principale station marégraphique de Pointe-au-Père (Dubois and Lessard, 1986; Dohler and Ku, 1970) (figure 32). Anctil et Troude (1992) ont calculé que cette baisse était de l'ordre de 0,3 ± 0,5 mm/an à Pointe-au-Père, entre 1900 et 1983. Pour leur part, Carrera *et al.* (1990 *in* Shaw *et al.*, 1998b) estiment que le niveau d'eau de la côte sud, tout au moins en amont de Pointe-au-Père, est en hausse de 1,7 à 0,1 mm/an; ils estiment aussi que la hausse est de 1,21 mm/an à Tadoussac, de 0,62 mm/an à Baie-Comeau et de 1,9 mm/an à Sept-Iles, mais qu'elle est en baisse au rythme de 0,1 mm/an à Harrington Harbour. Enfin, Pirazzoli (1986), lui, estime que Pointe-au-Père est en légère émersion de 0,2 mm/an et que Harrington Harbour est stable. Enfin, Anctil et Troude (1992) ont également démontré que bien avant la Haute-Côte-Nord, les variations du débit du Saint-Laurent n'ont plus d'effet sur les niveaux d'eau. Ils terminent leur article en mentionnant que la remontée isostatique postglaciaire doit encore se faire sentir s'il est exact que la hausse généralisée du niveau marin est de 1 à 2 mm/an. En fait, on peut encore se demander qui a raison dans les cas de Pointe-au-Père et de Baie-Comeau.

Les données géodésiques indiquant les variations altitudinales du continent n'ont pas encore toutes été analysées. En effet, en 1986, Dubois et Lessard avaient examiné près de 250 bornes tant des gouvernements fédéral que québécois sur l'ensemble de la Côte-Nord, mais seulement une dizaine avaient été revérifiées depuis leur installation soit aux alentours des quais de Sept-Iles; ce travail demeure à faire pour la période plus récente. Pour l'instant, on ne peut donc conclure sur le mouvement positif ou négatif du continent sur la Côte-Nord. Par contre, à Sept-Iles, le poids des infrastructures a engendré du tassement des sédiments deltaïques et on a constaté une subsidence par compaction des formations meubles du delta de la rivière Moisie de l'ordre de 8,4 mm/an entre 1964 ou 1972 et 1980.

Sur la Haute-Côte-Nord, le risque séismique de récurrence centenaire est assez élevé d'autant plus qu'historiquement on y a dénombré plusieurs séismes dépassant des magnitudes de 4 et même quelques-uns dépassant 5 (Gwyn et Dubois, 1982); il y a donc des risques que des tremblements de terre y induisent des mouvements de masse (figure 33). Par contre, le risque sur la Moyenne-Côte-Nord est faible et il est très faible sur la Basse-Côte-Nord. Il faut noter que les séismes de moins de 4 sont imperceptibles ou presque et que des dommages ne sont entraînés que par des magnitudes de 5 et plus.



Données marégraphiques à partir du début des stations de Pointe-au-Père, Harrington Harbour, Baie-Comeau et Sept-Iles, jusqu'en 1983. Source: Dubois and Lessard (1986, p. 68).



l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent à partir de l'historique des tremblements de terre de 1850 à 1970. Modifié de Gwyn et Dubois (1982).

L'importance des tempêtes (vents de 74 km/h soufflant plus de 3 h) a été décrite par Ouellet et Dupuis (1988) et Drapeau (1992) dans la région de Rivière-du-Loup avec leurs conséquences sur l'érosion rapide du littoral (Dionne, 1986). Dubois (1979a) a fait une revue de la littérature mondiale à ce sujet. D'après Grondin *et al.* (1990), l'effet le plus important se fait sentir lorsque les vagues

Figure 33.Zones

séismiques dans

de risques

générées sont perpendiculaires vers la gauche par rapport à la direction des vents, qui sont le plus souvent à composante ouest sur la Côte-Nord. Sur la Moyenne-Côte-Nord, leur effet est indiscutable car on a pu trouver une relation directe entre les grandes périodes d'érosion et la récurrence des tempêtes (Dubois, 1979a; Dubois et Briard, 1980; Dubois and Lessard, 1986), cependant, on n'a aucunement pu démontrer qu'il y avait une recrudescence du nombre (Valton *et al.*, 1983) et de la sévérité des tempêtes dans le dernier siècle.

Les mouvements de masse (glissements, éboulements et coulées en ravin) sont fréquents lorsque les falaises ont plus de 3 ou 4 m de hauteur et qu'elles se présentent avec une formation de sable sur une formation de sédiments fins plus imperméable (Dubois, 1979a); l'effet est particulièrement désastreux là où l'induration de type ortstein de surface est défoncée et provoque de la suffosion, par la circulation de plus grandes quantités d'eaux souterraines, puis des coulées en ravin (Dubois et St-Pierre, 1986; Dubois et al., 1990a; Bernatchez, 1995). On est porté à croire que c'est un phénomène qui se produit uniquement au printemps, en été ou en automne, mais de plus en plus de récentes observations que nous avons faites montrent qu'il y a beaucoup de petits glissements et surtout de décrochements qui se produisent en hiver et le matériel est par la suite déblayé avec le départ du pied-de-glace au printemps ou par les vagues.

Enfin, à titre d'exemple d'aménagement, l'effet de retenue des sédiments par les barrages hydroélectriques doit aussi être pris au sérieux à cause du déficit de sédiments qu'il provoque inévitablement à la côte (Dubois, 1979b,c, 1980c; Dubois *et al.*, 1981) même si les lâchées d'eau régulières permettent l'évacuation de sédiments et leur apport sur la côte. De plus, on doit évoquer tous les ouvrages de protection qui créent un déficit sédimentaire à leur aval, c'est-à-dire dans le sens de la dérive littorale (exemple figure 9).

5. LA PERSPECTIVE OU L'AVENIR

Même si les évidences de hausse du niveau marin relatif sur la Côte-Nord du Saint-Laurent sont controversées, il serait normal que tôt ou tard un tel effet se fasse sentir avec la phase de réchauffement général de la planète que nous connaissons et même si ce n'est pas encore acquis de façon indubitable dans les régions nordiques (Granberg, 1998). Emery et Aubry (1991) ont compilé les estimés d'une vingtaine d'études et il semblerait que la hausse du niveau marin relatif ait été de l'ordre de 10 à 20 cm dans le dernier siècle. Houghton *et al.* (1996 dans Shaw *et al.*, 1998) estiment pour leur part que cette hausse du niveau marin pourrait atteindre 49 cm d'ici une centaine d'années. De plus, même si l'on se demande encore si la Côte-Nord est toujours en voie d'émersion isostatique ou si elle a commencé sa subsidence, comme la plupart des terres des Provinces atlantiques, il est certain que tôt ou tard elle n'échappera pas à cette subsidence qui se transmet progressivement depuis la fin de la déglaciation de la côte atlantique vers le centre du Québec-Labrador, lieu de fonte finale de la dernière calotte glaciaire (Dubois, 1979a).

Pour leur part, Shaw et al. (1998a) estiment que les Haute et Moyenne-Côte-Nord ainsi que l'île d'Anticosti seraient déjà en phase de submersion et que toute la Côte-Nord le sera d'ici en moins d'une centaine d'années (figure 34). Ils ont donc établi un indice de sensibilité des côtes canadiennes à la hausse du niveau marin basé sur sept facteurs (Shaw et al., 1994, 1998a,b) : 1) topographie (falaise ou non), 2) types de matériaux, 3) formes de terrain, 4) tendance du niveau marin, 5) taux de déplacement de la ligne de rivage, 6) hauteurs de marée, 7) hauteurs moyennes des vagues. La majeure partie de la Côte-Nord présente un indice moyen, mais élevé dans les zones de deltas (figure 35). Mais la carte montre une certaine méconnaissance de la Côte-Nord et des publications puisque plusieurs zones sensibles de deltas et de marais n'y figurent pas.

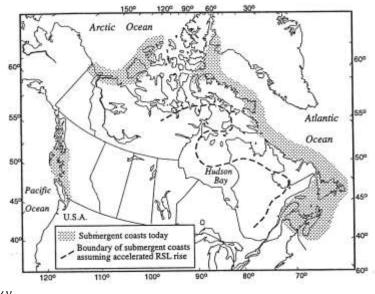


Figure 34. Localisation des zones actuellement en submersion au Canada, d'après Shaw *et al.* (1998a), et prévision des zones qui seront probablement en submersion vers l'an 2100. Source : Shaw *et al.* (1998a, p. 367).

Actes du Colloque sur l'érosion des berges

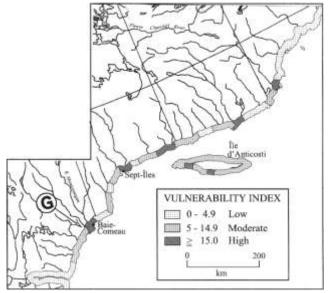


Figure 35. Zones sensibles à la hausse du niveau marin relatif dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Source : Shaw*et al.* (1994).

Pour Parcs Canada, Dubois (1996a) a établi, pour la Moyenne et la Basse-Côte-Nord ainsi que pour la côte nord de l'île d'Anticosti, une classification élémentaire du risque d'évolution et d'érosion des côtes (figure 36) : 1) évolution rapide (falaises vives de sédiments fins; zones de sédimentation), 2) évolution lente (falaises vives de sédiments graveleux), 3) évolution très lente (falaises vives de sédiments graveleux en alternance avec des roches

sédimentaires), 4) zones stables (roc ou zones protégées des vagues). Il serait bon que cette classification soit améliorée et étendue à l'ensemble de la région. D'ailleurs, Bernatchez (1995) en a établi une à grande échelle pour le risque d'érosion de la péninsule de Manicouagan : 1) risque élevé (falaises actives), 2) risque moyen (falaises en voie de stabilisation ou partiellement en érosion), 3) risque faible ou nul (zones végétalisées avec érosion localisée), 4) zones d'enrochement (stabilisées artificiellement).

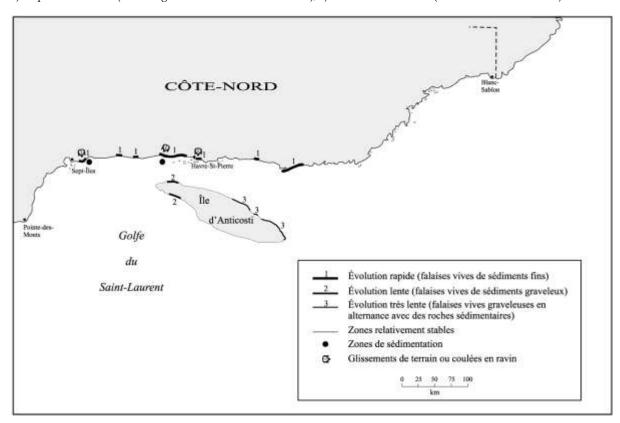


Figure 36. Zonage sommaire du risque actuel à l'érosion des côtes de la Moyenne et de la Basse-Côte-Nord ainsi que de la côte nord

de l'île d'Anticosti. Source: Dubois (1996a).

Par contre, ce qu'il faut retenir à partir des indices à long terme que nous avons, c'est le déficit grandissant de sédiments à la côte et l'augmentation constante de la longueur des falaises dans les zones de dépôts meubles, et donc par le fait même des zones où s'exerce l'érosion. De plus, dans le cas de la Haute-Côte-Nord, le risque séismique n'est pas à négliger comme déclencheur éventuel de mouvements de masse. Enfin, même si elle ne l'est pas actuellement, il faut se dire que la Côte-Nord ne pourra échapper à la submersion tôt ou tard que ce soit à cause de la subsidence isostatique du continent ainsi que de la hausse du niveau marin mondial de sorte que la prédiction de Shaw *et al.* (1998a), mentionnée plus haut me semble tout à fait réaliste. Des données d'érosion d'anciens marais littoraux et de progression de cordons littoraux dans ces marais que nous avons prises récemment sur le terrain (avec Jean-Claude Dionne et Pascal Bernatchez) nous incitent à penser dans ce sens.

6. AVENUES DE MESURES D'ATTÉNUATION

Les différentes avenues de mesures d'atténuation à prendre pour éviter que les populations n'aient à subir le désagrément de l'érosion des côtes doivent être envisagées en fonction de la vision d'avenir que le Gouvernement du Québec, les MRC ou les municipalités sont prêts à adopter, soit à court, moyen ou long termes.

Les solutions à court terme sont toujours les plus faciles à adopter parce qu'elles sont habituellement rapides à appliquer et relativement peu coûteuses. Les solutions à moyen terme demandent plus de réflexion et elles exigent donc certains délais pour être appliquées ainsi que, habituellement, des coûts plus élevés. Les solutions à long terme demandent une sérieuse planification, des choix souvent difficiles, des délais d'application longs et des coûts très élevés mais qui peuvent parfois être répartis sur de longues périodes en fonction des choix qui sont pris.

En fait, l'avenue à prendre doit être un choix collectif de vision d'avenir de chacune des communautés (MRC et municipalités) pour l'aménagement des côtes de formations meubles de leur territoire et de la part du Gouvernement surtout dans le cas des infrastructures de communication. À mon point de vue, cette vision ne peut être orientée que dans deux sens, évitablement à long terme : artificialisation complète ou naturalisation complète des côtes.

Dans le premier cas, on s'accroche à vivre sur le littoral et on se retrouvera nécessairement avec un littoral de béton ou de hauts perrés d'énormes blocs qu'on entretiendra à grands frais au cours des décennies et des siècles. En effet, comme il y a très peu de sédiments qui proviennent du large ou des rivières sur les côtes de la région, ces dernières s'approvisionnent en sédiments à même leur érosion. Dans un tel contexte, si l'on réussit à protéger le littoral avec quelque méthode que ce soit, douce ou dure, il en résultera un déficit aigu de sédiments et le littoral instable cherchera toujours à s'approvisionner aux endroits les moins bien défendus, soit généralement le pied des aménagements.

On peut alors se demander si on aimerait vivre dans un tel environnement comme on en trouve, par exemple, sur les littoraux complètement défigurés des côtes atlantiques françaises (figure 37), du littoral de la mer Noire en Géorgie (figure 38), de la côte atlantique japonaise (figures 39 et 40), du littoral méditerranéen espagnol (figure 41), de certaines côtes du Nouveau-Brunswick (figure 42) ou tout simplement de Notre-Dame-du-Portage (figure 43).



Figure 37. Plage entièrement protégée par un perré de gros blocs à la pointe de l'Aiguillon, sur la côte atlantique française.

(photo: coll. J.-M. Dubois, 84-18-03)

Figure 38. Long rempart de blocs de béton pour protéger un complexe hôtelier touristique à Pitsunda, en Géorgie, sur la mer Noire.

(photo: coll. J.-M. Dubois, 76-B-16)



Figure 39. Littoral entièrement protégé par des dolos à Yugawara, au Japon. (photo: coll. J.-M. Dubois, 80-33-04)

Figure 40. Littoral entièrement couvert de caissons évidés de forme triangulaire au sud de Kasheima, au Japon. (photo: coll. J.-M. Dubois, 80-31-02)





Figure 41. Littoral entièrement couvert de structures de défense en trompettes à Cubelles, au nord-est de l'Espagne; ces structures protègent une centrale d'énergie nucléaire. (photo: coll. J.-M. Dubois, 86-14-25)

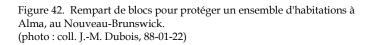






Figure 43. Mur de protection pour un ensemble d'habitations construit sur le littoral et malmené par les assauts de la mer à Notre-Dame-du-Portage. (photo : coll. J.-M. Dubois, 97-18-32)

L'artificialisation des côtes de dépôts meubles n'est pas encore très répandue sur l'ensemble de la Côte-Nord (Dubois, 1988, 1990), mais il est facile de constater que le processus va en s'accélérant.

Dans le deuxième cas, on laisse la Nature faire son oeuvre et on déménage progressivement ses pénates vers l'intérieur des terres en créant une sérieuse zone verte comme tampon, surtout dans les zones les plus exposées telles celles sur le front des deltas. Cette alternative peut paraître extrême mais elle me paraît la plus réaliste à long terme car la plupart des fronts de delta de la Côte-Nord sont des avancées dans l'estuaire ou le golfe et ils sont donc des intrus que les forces de la Nature essaieront coûte que coûte d'éroder jusqu'à ce que la côte se régularise à ces endroits en une baie en forme de croissant. C'est certain que ce n'est pas pour demain, mais lorsque l'on retrace l'évolution à long terme des littoraux dans les formations meubles, on en arrive toujours à la même conclusion.

7. RÉFÉRENCES

ALLARD, J.D. 1984. Zone exposée aux mouvements de terrain dans la région de Chute-aux-Outardes. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, DV-83-01, 42 p. et 4 cartes.

ANCTIL, F. ET TROUDE, J.-P. 1992. Étude de la remontée relative des niveaux d'eau de l'estuaire du Saint-Laurent. Canadian Journal of Civil Engineering, vol. 19, p. 252-259.

BERGERON, G., DEMERS, C., DION, S., DUBOIS, J.-M.M., DUMOULIN, G., GILBERT, G., LACROIX, J., LAINESSE, S., MORISSETTE, A. ET RICHARD, F. 1983. *Environnements physique et humain de la région de Lourdes-de-Blanc-Sablon, Basse-Côte-Nord du Saint-Laurent*. Département de géographie, Université de Sherbrooke, 132 p.

BERNATCHEZ, P. ET BAKER, N. 1995. *Analyse du littoral de la péninsule de Manicouagan*. Rapport de baccalauréat, Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke, 122 p.

BERNATCHEZ, P. 1995. Classification de l'érosion des berges de la péninsule de Manicouagan. MRC de Manicouagan, Baie-Comeau. 45 p., 4 cartes au 1 : 20 000.

BERNATCHEZ, P. 1997. Géomorphologie et environnements quaternaires du bassin de la rivière aux Anglais, région de Baie-Comeau : étude de la formation de dépôts coquilliers. Mémoire de maîtrise, Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke, 233 p.

BERNATCHEZ, P. 1998. Le recul rapide de la frange côtière de la région de Manicouagan : problèmes de gestion et impacts environnementaux. 19^e Colloque du Centre d'études nordiques, Québec, 11-12 décembre, p. 29.

BERNATCHEZ, P. (en prép.) Géomorphologie littorale et variations du niveau marin relatif à l'Holocène sur la Haute Côte-Nord du Saint-Laurent. Thèse de doctorat, Université Laval.

BIRD, E.C.F. 1980. *Project no. 1 : Recent changes on the world's sandy shoreline*. Commission de l'environnement côtier. 24^e Congrès de l'Union géographique internationale, Shimoda, Japon, 26 p.

BROUILLETTE, D. 1981. Cartographie préliminaire de la géomorphologie et des formations meubles de la zone affectée par la mer de Goldthwait dans la région de Tadoussac-Betsiamites. Rapport de baccalauréat, Département de géographie, Université de Sherbrooke, 38 p.

CARRERA, G, VANICEK, P. AND CRAYMER, M.R. 1990. The compilation of a map of recent vertical crustal movements in Canada. DSS Research Contract 50SS.23244-7-4257.

CHAGNON, J.-Y., LAROCHELLE, F. ET LEFEBVRE, G. 1979. Comportement des berges de l'estuaire de la rivière aux Outardes. Comité consultatif - Hydro-Québec, rapport final, 49 p.

DESMARAIS, G. 1976. Contribution à l'étude du Quaternaire de la Haute-Côte-Nord du Saint-Laurent : cartographie géomorphologique de la zone côtière entre Papinachois et Pointe-des-Monts, comté de Saguenay. Rapport de baccalauréat, Département de géographie, Université de Sherbrooke, 40 p.

DESMARAIS, G., CLAVET, D. ET DUBOIS, J.-M.M. 1982. Géologie et géomorphologie de la zone côtière. In Roche Associés. Étude des répercussions environnementales, forages hauturiers d'exploration dans le golfe du Saint-Laurent. Société québécoise d'initiatives pétrolières (SOQUIP), Québec, 14 p.

DIONNE, J.-C. 1969. *Tidal flat erosion by ice at La Pocatière, St. Lawrence Estuary*. Journal of Sedimentary Petrology, vol. 39, n^o 3, p. 1174-1181.

DIONNE, J.-C. 1984. An estimate of ice-drifted sediments based on mud content of the ice cover at Montmagny, Middle St. Lawrence Estuary. Marine Geology, vol. 57, p. 149-166.

DIONNE, J.-C. 1986. Érosion récente des marais intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. Géographie physique et Quaternaire, vol. 40, n° 3, p. 307-323.

DIONNE, J.-C. 1988. Ploughing boulders along shorelines with particular reference to the St. Lawrence Estuary. Geomorphology, vol. 1, n^0 4, p. 297-308.

DOHLER, J.C. AND KU, L.F. 1970. Presentation and assessment of tides and water level records for geophysical investigations. Canadian Journal of Earth Sciences, vol. 7, p. 607-625.

DRAPEAU, G. 1992. *Dynamique sédimentaire des littoraux de l'estuaire du Saint-Laurent*. Géographie physique et Quaternaire, vol. 46, n^o 2, p. 233-242.

DUBOIS, J.-M.M. 1973. Essai de classification de la zone côtière et identification d'unités physiographiques sur la Côte-Nord. Ministère des Travaux publics du Canada, étude des rives du Saint-Laurent, Québec, 71 p.

DUBOIS, J.-M.M. 1977a. Nature, stratigraphie et dynamique des formations meubles le long de la route 138 entre Sheldrake et Mingan, Moyenne-Côte-Nord du Saint-Laurent. Service de géographie appliquée de Sherbrooke Inc.; rapport à Roy, Bergeron, Gariépy, Leroux, Dupont et Ass., Montréal, 5 p.

DUBOIS, J.-M.M. 1977b. *Déglaciation de la Côte Nord du Saint-Laurent : analyse sommaire*. Géographie physique et Quaternaire, vol. 31, nº 3-4, p. 229-246.

DUBOIS, J.-M.M. 1979a. Environnements quaternaires et évolution postglaciaire d'une zone côtière en émersion en bordure sud du Bouclier Canadien : la Moyenne-Côte-Nord du Saint-Laurent, Québec. Thèse de doctorat, Département de géographie, Université d'Ottawa, 754 p.

DUBOIS, J.-M.M. 1979b. *Photographie aérienne panchromatique et dynamique littorale*. Conseil national de recherches du Canada, Comptes-rendus de l'Atelier sur les appareils de mesure des courants et sédiments de la zone littorale, 24-25 oct. 1979, Ottawa, p. 121-140.

DUBOIS, J.-M.M. 1979c. Télédétection des mouvements actuels de sédiments estuariens et littoraux entre Magpie et Havre-Saint-Pierre, Moyenne-Côte-nord du Saint-Laurent. Services de géographie appliquée de Sherbrooke Inc.; rapport à la Division de l'hydraulique, Hydro-Québec, 23 p.

DUBOIS, J.-M.M. 1980a. Géomorphologie du littoral de la Côte Nord du Saint-Laurent : analyse sommaire. In S.B. McCann (réd.) The Coastline of Canada; littoral processes and shore morphology. Geological Survey of Canada, Paper 80-10, p. 215-238.

DUBOIS, J.-M.M. 1980b. *Géomorphologie de la région de la pointe Noire au sud de la route 138, Haute-Côte-Nord du Saint-Laurent*. Département de géographie, Université de Sherbrooke; rapport à Roy, Bergeron, Gariépy, Leroux, Dupont, Desmeules, ing.-conseils, Montréal, 17 p.

DUBOIS, J.-M.M. 1980c. *Télédétection et études d'impact sur le littoral des barrages hydroélectriques (Québec)*. Bulletin de l'Association internationale de géologie de l'ingénieur, n^o 22, p. 87-90.

DUBOIS, J.-M.M. ET BRIARD, M. 1980. Évolution historique du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent, Québec, Canada. 24^e Congrès de l'Union géographique internationale, Commission sur l'environnement côtier, 23 août-26 septembre 1980, Tokyo.

DUBOIS, J.-M.M., DESMARAIS, G. ET ROBERTSON, M. 1981. Géomorphologie, télédétection et aménagement hydroélectrique au Québec. In Dubois, J.-M.M. (réd.) Le géographe et l'aménagement au Québec II : ressources et société. Association des diplômés en géographie de l'Université de Sherbrooke, 17 oct. 1980, Sherbrooke; Département de géographie, Université de Sherbrooke, Bulletin de recherche n° 57-58, p. 74-88.

DUBOIS, J.-M.M., GWYN, Q.H.J., LAURIOL, B., BOISVERT, J.-J. ET BONN, F. 1982. Un projet à long terme d'étude des tendances multiscalaires d'évolution littorale dans le golfe du Saint-Laurent : premiers résultats. Conférence régionale de l'Union géographique internationale en Amérique Latine, 9-21 août 1982, Rio de Janeiro (texte de 12 p.).

DUBOIS, J.-M.M. 1983. Géologie des formations en surface et géomorphologie de la zone côtière de la Moyenne-Côte-Nord du Saint-Laurent (Québec), avec description de forages. Commission géologique du Canada, Dossier public n^o 959, 123 p., 6 cartes au 1 : 25 000.

DUBOIS, J.-M.M. ET DESMARAIS, G. 1983a. Projet de cartographie dynamique de la zone côtière pour les cartes marines et de cartographie multitemporelle des littoraux pour les cartes environnementales. Coastal mapping workshop; Department of Energy, Mines and Resources of Canada, Pacific Geoscience Center, Sidney, B.C., 16-17 mai 1983, 3 p.

DUBOIS, J.-M.M. ET DESMARAIS, G. 1983b. *Géologie des formations en surface de la Moyenne-Côte-Nord du Saint-Laurent (Québec)*. Commission géologique du Canada, Dossier public n^o 958, 2 cartes au 1 : 100 000.

DUBOIS, J.-M.M., DESMARAIS, G., BROUILLETTE, D., PERRAS, S., TREMBLAY, G. L., LARIVIÈRE, L. DENIS, F. ET LESSARD, G. L. 1984. Géologie des formations en surface de la mer de Goldthwait, Côte-Nord du Saint-Laurent (Québec): première partie (12J, 12K, 12L, 12O, 12P). Commission géologique du Canada, Ottawa, Dossier public n^o 1045, 5 cartes au 1: 250 000.

DUBOIS, J.-M.M. ET LESSARD, G. L. 1984a. L'affrontement de deux géants; l'évolution millénaire du delta de la rivière Moisie dans le golfe du Saint-Laurent. GEOS, vol. 13, n^o 1, p. 14-16.

DUBOIS, J.-M.M. ET LESSARD, G. L. 1984b. Photo-interprétation et évolution postglaciaire et actuelle d'un delta sur la bordure sud du Bouclier Canadien au Québec. Photo-interprétation, n^o 84-5, p. 35-52.

DUBOIS, J.-M.M., GWYN, Q.H.J., GRATTON, D., PAINCHAUD, A., PERRAS, S., CADIEUX, R., ST-PIERRE, L. ET BIGRAS, P. 1985. *Géologie des formations en surface et géomorphologie de l'île d'Anticosti*. Commission géologique du Canada, Ottawa, Dossier public n⁰ 1132, 8 cartes au 1 : 50 000.

DUBOIS, J.-M.M. ET ST-PIERRE, L. 1986. *Cartes des matériaux d'emprunt et des zones de risques sur la Moyenne-Côte-Nord du Saint-Laurent*. Département de géographie, Université de Sherbrooke, Bulletin de recherche n^o 92-93, 8 p. et 14 cartes au 1 : 50 000.

DUBOIS, J.-M.M. AND LESSARD, G. L. 1986. Erosion rates and causes, Northern Gulf of St. Lawrence, Québec, Canada. Thalassas (Espagne), vol. 4, n^o 1, p. 63-70.

DUBOIS, J.-M.M. 1988. Shorelines, encroachments and artificial structures of Québec, Canada. In H.J. Walker (réd.) Artificial Structures and Shorelines. Kluwer Academic Publishers, p. 475-488.

DUBOIS, J.-M.M. 1990. *Indices d'artificialisation des côtes du Québec*. Studies in Marine and Coastal Geography n^o 7, Saint Mary's University, Halifax, p. 94-124.

DUBOIS, J.-M.M., MARTEL, Y.A., CÔTÉ, D. ET NADEAU, L. 1990a. *Les ortsteins du Québec : répartition géographique, relations géomorphologiques et essai de datation*. Le Géographe canadien, vol. 34, n^o 4, p. 303-317.

DUBOIS, J.-M.M., GWYN, Q.H.J., BIGRAS, P., GRATTON, D., PERRAS, S. ET ST-PIERRE, L. 1990b. *Géologie des formations en surface, île d'Anticosti, Québec.* Commission géologique du Canada, Ottawa, carte n^o 1660A, 1 : 250 000.

DUBOIS, J.-M.M. 1993. The St. Lawrence River System, Atlantic Coast of Québec. In Hildebrand, L. and Magoon, O.T. (réd.) Coastlines of Canada. American Society of Civil Engineers, p. 159-169.

DUBOIS, J.-M.M. 1996a. Géomorphologie côtière de la Côte-Nord du Saint-Laurent et identification de zones d'intérêt pour la création d'aires marines. Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke; rapport à Parcs Canada, 46 p.

DUBOIS, J.-M.M. 1996b. *Le milieu naturel*. In P. Frenette (réd.) *Histoire de la Côte-Nord*. Institut québécois de recherche sur la culture et Presses de l'Université Laval, Collection Les régions du Québec, Sainte-Foy, p. 23-72 et 583-591.

DUBOIS, J.-M.M. 1997. Rapport-synthèse sur l'état du Saint-Laurent par Environnement Canada. Compte rendu, Géographie physique et Quaternaire, vol. 51, n^o 2, p. 251-252.

DUBOIS, J.-M.M. ET PERRAS, S. 1998. Géographie physique et paléogéographie quaternaire de la région de Blanc-Sablon. In Pintal, J.-Y. (réd.) Aux frontières de la mer : la préhistoire de Blanc-Sablon. Ministère de la Culture et des Communications, Les Publications du Québec, Dossier n^o 102, p. 281-315.

EMERY, K.O. AND AUBREY, D.G. 1991 Sea levels, land levels, and tide gauges. Springer-Verlag, New York, 237 p.

GRANBERG, H. (1998) Communication personnelle. Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke.

GRONDIN, G., D'ASTOUS, J., DEMERS, D. ET DORVAL, P. 1990. L'érosion des berges de la péninsule de Manicouagan et de la région de Ragueneau, Québec. Comptes-rendus de la Conférence canadienne sur le littoral, Kingston, 8-11 mai 1990, Conseil national de recherches du Canada, Publication NRC 31460, p. 503-520.

GWYN, Q.H.J. ET DUBOIS, J.-M.M. 1982. Risques séismiques. in étude des répercussions environnementales, forages hauturiers d'exploration dans le golfe du Saint-Laurent. Société québécoise d'initiatives pétrolières (SOQUIP), Québec, 4 p.

HOUGHTON, J.T., MEIRA FILHO, L.G., CALLANDER, B.A., HARRIS, N., KATTENBERG, A. AND MASKELL, K. (RÉD.) 1996. Climate change 1995. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergouvernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.

LEBLANC, S. (en prép.) Évolution littorale de la péninsule de Manicouagan. Mémoire de maîtrise, Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke.

LESSARD, G. ET DUBOIS, J.-M.M. 1984a. Évolution littorale multitemporelle d'une côte récemment déglacée du nord du golfe du Saint-Laurent. Revue de géomorphologie dynamique, vol. 33, nº 3, p. 81-96.

LONG, B. 1982. L'estuaire aux Outardes : sédimentologie et hydrodynamique. INRS-Océanologie; rapport à Hydro-Québec, 80 p. et 4 cartes.

MORNEAU, F. 1992. *Projet de stabilisation des berges de la péninsule de Manicouagan et de la région de Ragueneau*. Ministère des Transports et ministère de la Sécurité publique, Québec, 28 p. et annexes.

OUELLET, Y. ET DUPUIS, P. 1988. Choice of water level elevation for the design of coastal structures. In El-Sabh, M.I. and Murty, T.S. (réd.) Manmade hazards. Reidel, p. 395-410.

PARENT, M., DUBOIS, J.-M.M., BAIL, P., LAROCQUE, A. ET LAROCQUE, G. 1985. *Paléogéographie du Québec méridional entre* 12 500 et 8 000 ans BP. Recherches amérindiennes au Québec, vol. 15, nº 1-2, p. 17-37.

PIRAZZOLI, P. A. 1986. Secular trends of relative sea-level (RSL) changes indicated by tide-gauge records. Journal of Coastal Research, Special Issue no 1, p. 1-26.

SHAW, J., TAYLOR, R.B., FORBES, D.L., RUZ, M.-H. AND SOLOMON, S. 1994. Sensitivity of the Canadian coast to sea-level rise. Geological Survey of Canada, Open File Report 2825, 114 p. et carte M-270.

SHAW, J., TAYLOR, R.B., SOLOMON, S., CHRISTIAN, H.A. AND FORBES, D.L. 1998a. *Potential impacts of global sea-level rise on Canadian coasts*. The Canadian Geographer, vol. 42, n^o 4, p. 365-379.

SHAW, J., TAYLOR, R.B., FORBES, D.L., RUZ, M.-H. AND SOLOMON, S. 1998b. Sensitivity of the Canadian coast to sea-level rise. Geological Survey of Canada, Bulletin 505, 79 p., carte en annexe.

VALTON, A.M., DUBOIS, J.-M.M. ET BOISVERT, J.-J. 1983. *Projet d'évolution des littoraux dans le golfe du Saint-Laurent : les tempêtes et l'érosion des côtes. in* P.J. Ricketts (réd.) Coastal studies in Canadian geography n^O 2, Saint-Mary's University, Halifax, p. 103-116.

PÉRIODE DE QUESTIONS

COMMENTAIRE:

Je pense que les deux premiers conférenciers ont très bien fait le tour de la question. Ils ont permis de visualiser le problème. Messieurs Dionne et Dubois ont mentionné que le problème est d'identifier la cause. Ce qui paraît intéressant, c'est d'être d'abord sorti de la péninsule avec M. Dionne, de savoir ce qui se passe à Batiscan ou à l'île d'Anticosti. Ce qui a été démontré, c'est que les problèmes locaux n'ont pas nécessairement des causes locales. Il faudra y revenir au cours des prochaines discussions. Ce qui a été démontré, c'est que les problèmes dépassent les strictes dimensions de l'estuaire du Saint-Laurent. On pourrait faire comme messieurs Dionne et Dubois pour le cas de la rivière Moisie, (c'est) une suggestion. Il y a un effet de pendule. La sédimentation de l'érosion n'est pas concurrente au changement du niveau marin. Il y a un décalage entre les deux. L'exemple de la rivière Moisie est le plus évident qu'on ait vu ce matin.

Ce qui n'a pas été mentionné ce matin, mais qui à mon point de vue est important, c'est le surbaissement (subsidence) que M. Dionne a été un des premiers à mettre en évidence. Si on remet en perspective le fait que le niveau marin a déjà été plus bas que le niveau actuel et qu'on pense au décalage qui existe entre les deux, le problème est de savoir si à Pointe-au-Père ou à Baie-Comeau les mesures actuelles du changement marin ont été bien prises. Je sais, pour l'avoir étudié moi-même, qu'il est difficile de faire la différence entre le bruit et le signal. Et que les mesures peuvent varier selon ce qu'on définit comme étant le bruit ou le signal. À ce moment-là, même si le niveau marin à l'heure actuelle ne bouge à peu près pas, comme dans une partie nulle, il n'en reste pas moins que le fait que le niveau marin ait été plus bas, il y a deux ou trois milliers d'années, a quand même, encore aujourd'hui, des répercussions. Cela ne va pas se résoudre à court terme, parce que c'est là pour longtemps. C'est ce que j'avais à dire.

LE MÉCANISME DE PARTICIPATION DU MILIEU

AU PROGRAMME DE STABILISATION DES BERGES DU LAC SAINT-JEAN

Raymond Larouche, chargé de projet (Alcan) Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean

Monsieur Raymond Larouche est chargé de projet au Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean et affilié à la Division de l'énergie électrique, chez Alcan, section Québec.

Après avoir obtenu son diplôme de technicien en Sciences appliquées au Cégep de Chicoutimi, il fut à l'emploi des Consultants BDDBL à Ville de La Baie, durant quatre ans. Depuis 1980, il travaille à titre de chargé de projet dans les différentes usines de la compagnie Alcan au Saguenay-Lac-Saint-Jean.

RÉSUMÉ

Au Saguenay – Lac-Saint-Jean, avec ses six (6) centrales hydroélectriques situées sur les rivières Péribonka et Saguenay, trois (3) réservoirs et un bassin hydrographique de 73 800 km carrés, Alcan peut produire, en moyenne, 1 935 MW annuellement. L'utilisation du lac Saint-Jean comme réservoir, en 1926, a provoqué un rehaussement moyen de ses eaux, en période été/automne, de 2 à 3 mètres, ce qui a accentué l'érosion qui pouvait alors y être observée. Dès le début des années 30, des travaux de protection des berges du lac Saint-Jean furent entrepris. Par la suite, ils se sont poursuivis sous diverses formes. En 1986, après une vaste étude d'impact et des audiences publiques, Alcan concluait avec le gouvernement du Québec une première entente de 10 ans qui établissait les types de travaux qui devraient être réalisés pour protéger les berges, de même que de nouveaux paramètres pour la gestion du niveau des eaux du lac Saint-Jean. Ce programme de 10 ans avait comme objectif de contrer l'érosion en tenant compte des aspects techniques, économiques, sociaux et environnementaux. Dès le début de ce programme, un mécanisme de participation du milieu a été mis en place. Ce mécanisme fait en sorte que tous les intervenants concernés par les différents travaux de protection ont été informés et/ou consultés avant, pendant et après leur implantation. Entre 1986 et 1996, c'est une centaine de kilomètres des berges du lac, de ses tributaires et de son exutoire qui aura fait l'objet d'interventions afin de les protéger efficacement. Au plan social, la satisfaction des riverains et de la population, face aux travaux, n'a cessé de croître. En juillet 1995, un comité d'évaluation du milieu a recommandé au ministre de l'Environnement du Québec, à certaines conditions, la reconduction de l'entente de 1986 pour une nouvelle période de 10 ans, soit de 1996 à 2006, ce qui a été fait en décembre 1995 par décret gouvernemental.

1. PROBLÉMATIQUE ET HISTORIQUE DU PROGRAMME

Le lac Saint-Jean, véritable mer intérieure de plus de 1 000 km², est l'un des plus vastes plans d'eau du Québec méridional. Sa localisation est montrée aux figures 1 et 2. Il est utilisé depuis 1926 par Alcan comme réservoir pour la production d'énergie hydroélectrique nécessaire à la production d'aluminium dans ses six (6) usines d'électrolyse du Québec.

L'installation de barrages électriques sur les principaux tributaires du lac que sont les rivières Péribonka et Grande Décharge a contribué à régulariser les débits et le maintien du niveau du lac à des cotes plus élevées durant l'été et l'automne, ce qui a augmenté le potentiel récréatif du plan d'eau. La diminution des fluctuations saisonnières du niveau a facilité, par ailleurs, dans les années 50 et 60, la construction de résidences secondaires près des berges et a favorisé la navigation de plaisance.

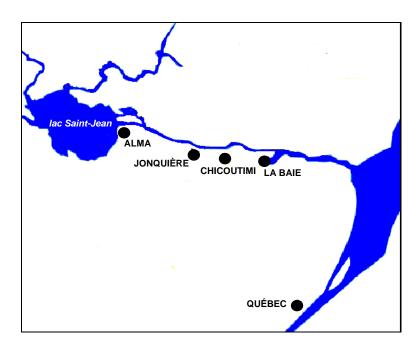


Figure 1. Localisation géographique du lac Saint-Jean.



Figure 2. Le lac Saint-Jean.

Le relèvement du niveau des eaux de 2 à 3 mètres en période d'eau libre de glace a provoqué, à l'origine, l'inondation des terres riveraines et a ainsi accentué l'érosion naturelle des berges causée par les vents, les vagues et les courants marins.

C'est depuis les années 30, qu'Alcan protège les berges du lac Saint-Jean. Les premiers travaux se sont limités à la pose de perrés dans les zones habitées et le long des routes. De façon plus intensive, de 1967 à la fin des années 70, elle a tenté, par diverses

techniques de protection, d'arrêter la détérioration des berges. Mais ce n'est qu'à la suite d'une étude d'impact environnemental globale entreprise en 1981 et d'une audience publique sur le programme de stabilisation des berges menée en 1985 qu'elle s'entendait avec le gouvernement du Québec sur un programme de restauration d'une durée de dix ans. Une entente définissait les types de travaux à être effectués sur environ une centaine de kilomètres et établissait de nouvelles règles quant à la gestion du niveau du lac (figure 3).

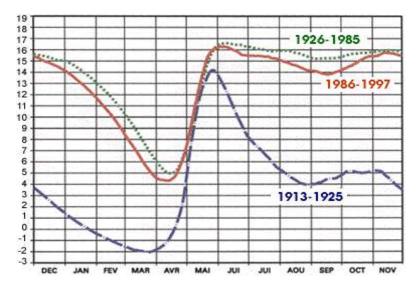


Figure 3. Niveaux moyens historiques du lac Saint-Jean.

Alcan a donc offert un compromis au dilemme qui opposait un bien collectif avec son potentiel récréo-touristique et faunique, à un bien individuel avec son potentiel énergétique. En somme, la problématique générale de l'érosion des berges du lac Saint-Jean porte essentiellement sur le partage d'une ressource commune, soit le plan d'eau du lac Saint-Jean.

Dans ce contexte, Alcan s'est fixé comme objectif de résoudre le problème d'érosion des berges tout en tenant compte des aspects sociaux, économiques, techniques et environnementaux. En d'autres mots, elle a recherché un compromis acceptable pour tous les intervenants du milieu.

Afin d'assurer la réalisation du programme, Alcan a mis en place une équipe pluridisciplinaire de six (6) personnes regroupant les spécialités suivantes : génie civil, biologie, communication et gestion immobilière.

Information et consultation des intervenants du milieu

L'information et la consultation des différents intervenants du milieu concernés ont été des éléments primordiaux du programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean.

Dès le début du programme en 1986, Alcan acceptait d'associer le milieu à la planification du programme d'interventions annuelles. C'est ainsi qu'un mécanisme de participation du milieu a été mis en place afin d'impliquer tous les intervenants concernés (riverains, associations de riverains, municipalités, municipalités régionales de comtés (MRC), ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF)).

Ce mécanisme définit les différentes étapes du projet, de la planification des travaux jusqu'à leur implantation, au cours desquelles chacun de ces intervenants doit être informé et/ou consulté.

Le tableau 1 présente les intervenants concernés par le programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean.

Tableau 1. Intervenants directement concernés par le programme de stabilisation des berges.

Intervenants	Globalement	Annuellement
Riverains	4 300	100
Association de Riverains	90	12
Municipalités	14	10
MRC	3	3
MEF		
MAC		
Garde côtière canadienne		
UPA		

2. TYPES DE TRAVAUX EFFECTUÉS SUR LES BERGES DU LAC SAINT-JEAN

Stabilisation des plages

La principale mesure de protection retenue pour les secteurs de plage consiste en la réalisation de rechargements de sable (0 à 5 mm) ou de gravillon (0 à 20 mm).

Un rechargement de sable consiste à déposer sur la plage un matériau dont le diamètre des particules varie entre 0,5 et 4,75 mm. Les taux de rechargement de sable effectués depuis le début du programme ont fluctué entre 23 et 140 tm/m.lin.

Dans le cas des rechargements de gravillon, le diamètre moyen des particules déposées sur les plages a varié entre 1,5 mm et 8 mm, alors que les plus grosses possèdent un diamètre de 19 mm. À proximité de la berge, sur une largeur de 8 m, une couche de sable d'une épaisseur de 300 mm est ajoutée sur tous les rechargements de gravillon. La granulométrie du gravillon étant plus grossière que celle du sable, la résistance à l'érosion des plages rechargées en gravillon est supérieure. Les taux de rechargement de gravillon réalisés depuis 1986 ont varié entre 22 et 80 tm/m.lin.

Par ailleurs, pour ralentir le processus d'érosion, certaines plages faisant face à des conditions érosives sévères ont été protégées par la mise en place de structures de protection combinées à la réalisation de rechargement de sable ou de gravillon.

Une des principales mesures employées dans ces circonstances consiste en la construction de systèmes d'épis. Un épi est une structure perpendiculaire à la plage (semblable à un quai) qui peut être linéaire, en forme de [ou de T. Depuis 1986, Alcan a procédé à la construction de 51 épis qui, pour la plupart, sont en pierres. De ce nombre, dix (10) ont été aménagés dans les secteurs de plages publiques avec une passerelle de bois pour permettre aux villégiateurs de se rendre à l'extrémité de ceux-ci en toute sécurité.

L'autre mesure de protection des plages utilisée est le brise-lames. Cet ouvrage est une structure parallèle à la ligne de rivage, normalement construit en plusieurs sections. Autour du lac Saint-Jean, six (6) brise-lames en pierres ont été construits depuis 1986.

Stabilisation des berges

La construction de perrés conventionnels en enrochement est la plus importante mesure de protection réalisée depuis 1986 par Alcan pour stabiliser directement les berges.

La grosseur des enrochements utilisés pour aménager les perrés varie de $50 \text{ à } 3\,500 \text{ kg}$ ($100 \text{ à } 1\,200 \text{ mm}$ de diamètre). La majorité des ouvrages implantés sont à une pente de 1V: 2H et une attention spéciale a été accordée à la protection du pied des structures,

soit par la mise en place d'une clé, soit par l'aménagement d'un amoncellement de pierres d'une largeur de 1 200 mm à la base de l'ouvrage.

À compter de l'année 1992, Alcan a commencé à retourner sur des sites qui avaient fait l'objet d'une protection avec des enrochements avant 1986. L'objectif poursuivi par Alcan était double : d'une part, des travaux étaient effectués afin de réaliser un renforcement des perrés qui avaient été endommagés au fil du temps ; d'autre part, les interventions visaient à donner un accès au lac aux riverains qui n'en avaient pas. Les accès au lac peuvent être subdivisés en quatre catégories : descentes en blocs de béton ou en pierres plates, escaliers en béton et escaliers en pierres plates.

Dans certains cas particuliers, Alcan a mis en place des perrés en pierres plates pour stabiliser la berge. Ces perrés consistent à empiler les unes sur les autres des pierres plates en les décalant légèrement. Cette configuration permet d'obtenir un mur presque vertical, ce qui peut être très avantageux à certains endroits.

Des travaux de stabilisation avec des pierres 25-150 mm ont également été réalisés. Ces travaux consistent essentiellement à déposer sur la berge, à un taux variant entre 7 et 10 tm/m.lin, une bande de pierres dont le diamètre varie entre 25 et 150 mm. Ce genre de protection plus légère est retenu pour stabiliser les berges à la place de perrés conventionnels dans les zones moins exposées aux vagues.

Notons que des travaux de revégétalisation ont été entrepris dans les secteurs où le terrain entre le dessus des perrés et le milieu terrestre était dénudé. Ces interventions visaient à favoriser la reprise de la végétation, pour ainsi stabiliser le sol à l'arrière du perré, dans des talus à forte pente pouvant atteindre jusqu'à 30 m de hauteur. Ces travaux étaient combinés à l'occasion avec des mesures visant à adoucir les pentes des talus.

Dans les zones où l'exposition à la vague est faible, des travaux ont été effectués avec les techniques de génie végétal. Les différentes protections réalisées depuis 1997 comportent des méthodes et des végétaux très variés. De la plante aquatique aux arbustes, de la pépinière au prélèvement dans les zones adjacentes, en pot ou à racine nue avec ou sans fascine, les différentes interventions nécessiteront un suivi pendant les prochaines années afin d'en évaluer les résultats.

Finalement, les gabions sont un autre mode de protection qui a été employé dans le cadre du programme de stabilisation des berges. Il s'agit de paniers de broche d'acier recouverts d'un revêtement vinylique qui sont remplis de pierres rondes de 100 à 200 mm de diamètre. Les paniers généralement utilisés ont des dimensions de 1 m \times 1 m \times 2 m et sont disposés les uns sur les autres afin de former une structure stable.

3. LE MÉCANISME DE PARTICIPATION DU MILIEU

Au cours des dix (10) dernières années, ce mécanisme a permis au milieu de se faire entendre à toutes les étapes du projet. Ainsi, avant d'entreprendre quelques travaux que ce soit, la direction du programme de stabilisation informe et consulte tous ces intervenants. Chacun d'eux doit donner un avis de conformité ou son accord à la réalisation des travaux. Ce n'est qu'une fois ce processus complété que l'entreprise demande au MEF l'émission d'un certificat d'autorisation permettant l'exécution des travaux projetés.

Par ailleurs, durant la période de réalisation des travaux (automne et hiver), le mécanisme de participation du milieu peut se traduire par des rencontres sur le terrain avec les riverains.

Les principales étapes de consultation reliées aux planifications annuelles des travaux se résument comme suit :

Consultation préliminaire

Une présentation de la programmation préliminaire (localisation des sites et type d'intervention) est faite au MEF et aux MRC à la fin du mois de juin. Cette démarche vise à présenter les travaux proposés et s'assurer de leur conformité par rapport au décret régissant le programme et aux schémas d'aménagement des MRC.

Information/rétroaction

Du 1^{er} au 15 juillet, les membres de l'équipe se rendent sur le terrain afin de rencontrer individuellement les riverains concernés par les travaux planifiés, pour l'année suivante.

Cette étape permet de discuter avec ces riverains de la nature des travaux, de la méthode utilisée et de la période d'intervention. En cas d'absence, une carte de visite est laissée à leur résidence, leur suggérant de communiquer avec les responsables du programme pour obtenir de l'information sur les travaux projetés.

Consultation des plans et devis préliminaires

Durant la période estivale, les plans et devis préliminaires sont préparés. Dès septembre, le MEF, les MRC et les municipalités concernées reçoivent ces plans et devis pour l'ensemble des sites projetés l'année suivante. Chacun d'eux doit statuer sur la conformité des travaux par rapport à leur réglementation respective. Des certificats ou avis de conformité sont émis par les MRC et les municipalités.

À la fin du mois de septembre, les riverains reçoivent une lettre à laquelle sont annexées des copies partielles de plan exposant les travaux proposés, leur nature et leur période de réalisation.

De façon simultanée, les associations de riverains reçoivent une copie desdits documents pour consultation. Les membres de l'équipe demeurent disponibles pour toute rencontre d'information.

Plans et devis définitifs

À partir des commentaires obtenus lors des consultations, les plans et devis définitifs sont complétés pour la fin octobre. Ces documents sont envoyés avant le 1er novembre de chaque année au sous-ministre aux opérations régionales du MEF, afin d'obtenir un certificat d'autorisation annuel pour l'ensemble des sites projetés.

Communications publiques

Suite à la réception du certificat d'autorisation, Alcan fait connaître la programmation annuelle par l'entremise de la publication « Berges en bref » ou par l'envoi d'un communiqué aux médias régionaux.

BILAN DES TRAVAUX RÉALISÉS DE 1986 À 1996 4.

Au total, les interventions réalisées depuis 1986 protègent une longueur de berge équivalant à 109 km, ce qui représente près de 25 % du total des 436 km de berge répertoriés autour du lac Saint-Jean, sur ses tributaires et son exutoire qui sont sous surveillance dans le cadre du programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean.

Les 109 km de travaux réalisés au coût de 52 millions de dollars se répartissent comme suit :

Plage

rechargement

29 km

51 épis, 6 brise-lames

Agricole, forestier, villégiature sans plage, milieux humides

perré, gabion, empierrement et génie végétal

80 km

À titre d'information, soulignons que ces divers travaux ont nécessité les quantités suivantes de matériaux : 1 145 000 t.m. de gravillon, 885 000 t.m. de sable et 941 000 t.m. de pierre de carrière.

Implantation des ouvrages

Après avoir obtenu le certificat d'autorisation annuel du MEF, l'implantation des ouvrages débute.

Afin de minimiser les impacts des travaux de stabilisation sur l'environnement, ceux-ci sont réalisés en dehors de la saison de villégiature, en deux périodes distinctes.

Travaux d'hiver (entre le 1er février et le 1er mai)

Tous les travaux de construction de perré, d'empierrement, de pierres 25-150 mm, de gabions, d'épis et de brise-lames sont réalisés pendant l'hiver. Au cours de cette période, la circulation des véhicules lourds sur la glace et la neige, sur le lac et les chemins d'accès aux sites, souvent sur des terrains riverains aménagés, est facilitée et la perturbation des sols minimisée.

Précisons qu'en plus d'être autorisés par le MEF, les travaux ci-haut mentionnés ont reçu, chaque année, après consultation, l'aval de la Garde Côtière canadienne en vertu de la Loi sur les eaux navigables.

Travaux d'automne (entre le 15 septembre et le 15 décembre)

Les rechargements de plage (sable ou gravillon) sont effectués à l'automne, sauf dans les situations urgentes. L'épandage de matériaux granulaires en bordure de la berge est ainsi effectué au moment où la faune piscicole qui fréquente les plages a déserté ces milieux ou, du moins, y est moins abondante qu'au printemps.

Programme de contrôle et suivi

Au cours de la période 1986-1996, tous les aspects du programme de stabilisation ont été couverts par un vaste programme de contrôle et suivi. Ce sont 436 kilomètres de berge du lac, de ses tributaires et de son exutoire qui ont fait l'objet de ce programme de contrôle et suivi.

Ce programme visait les objectifs suivants :

- s'assurer que le programme d'interventions résoudrait le problème d'érosion;
- en évaluer et en contrôler les effets secondaires (impacts sur l'environnement, effets socio-économiques, réactions du public) ;
- permettre de réajuster ce programme en tenant compte des résultats obtenus et de l'évolution de la situation.

Le programme de contrôle et suivi a couvert les cinq composantes suivantes :

- le suivi de l'érosion ;
- le suivi des ouvrages;
- le suivi environnemental (biophysique et socio-économique) ;
- le suivi des travaux ;
- le suivi social.

Les résultats obtenus pour chacune de ces composantes ont fait l'objet de rapports annuels et ont été soumis au MEF.

Les résultats

Les résultats qui suivent sont basés sur le bilan des dix (10) ans du programme de stabilisation, bilan qui a été transmis au MEF le 28 juin 1996. Ces résultats reposent sur le programme de contrôle et suivi.

Au plan technique

De façon générale, les moyens mis en œuvre pour stabiliser les plages et les berges ont donné d'excellents résultats. Le suivi des largeurs de plage effectué sur près de 45 km montre que la largeur des plages inférieure à 8 mètres était de plus de 10 km en 1986 et qu'en 1996 moins de 800 mètres de plage étaient inférieurs à 8 mètres.

Les systèmes d'épis et de brise-lames ont pour leur part généré une accumulation moyenne de 0,9 t.m/m/an. Ils contribuent de façon importante à stabiliser les plages dans les secteurs où les conditions érosives sont sévères. Dans plusieurs cas, les rechargements non protégés subissaient une érosion importante qui a pu être contrôlée par la mise en place des structures. Les études réalisées prévoyaient qu'en l'absence de mesures de protection, ces secteurs de plage auraient subi une érosion de 11,3 t.m/m/an. Sur la base de ces résultats, on peut donc conclure que les épis et les brise-lames ont permis d'éviter la réalisation de rechargements annuels d'environ 120 000 t.m/an. Les diverses études effectuées depuis 1986, ainsi que l'observation du rendement des ouvrages réalisés grâce aux activités de suivi ont, par ailleurs, permis d'acquérir des connaissances relativement à la stabilisation des plages.

Les simulations réalisées à l'aide d'un modèle mathématique de propagation des vagues ont montré que les conditions érosives observées entre 1987 et 1995 sont en général équivalentes ou plus sévères que la moyenne prévisible à long terme. Ceci confirme que les conclusions énoncées précédemment, relativement à l'efficacité des ouvrages, continueront à être valides dans le futur.

Au plan environnemental

Le Code d'éthique sur l'environnement du programme de stabilisation adopté en 1987, les diverses mesures de contrôle, la formation et la sensibilisation des intervenants ont contribué à minimiser l'impact des travaux lors de leur réalisation.

La perte de superficie d'habitat humide associée à l'érosion a été contrée par la mise en place de près de 5,8 km de digue et de perré protégeant les marais affectés. Ces interventions assurent désormais la pérennité de plus de 150 hectares de milieux supports pour la faune.

Les connaissances acquises au cours des dix (10) ans ont conduit à une classification des habitats basée sur des critères hydrologiques et physiographiques et sur les types de marais prédominants. Les potentiels pour le poisson, la sauvagine et les mammifères semi-aquatiques ont été réévalués pour tous les habitats.

Un suivi des poissons fourrages des plages a montré que la majorité des espèces rencontrées au lac Saint-Jean utilisent ces milieux. Ce suivi constitue l'une des rares études d'envergure sur ces communautés au Québec. Les populations recensées ont présenté d'importantes variations spatiales et temporelles depuis 1987. Le rendement de pêche et la diversité de ces communautés n'ont pas été modifiés par les rechargements de plage. Ces aires de fraye, d'alevinage et d'alimentation pour plusieurs espèces ont donc conservé leur intégrité.

Au plan social

À la lumière des enquêtes et sondages réalisés sur une base régulière, il est permis de conclure que la qualité des ouvrages réalisés au cours des dix (10) dernières années, et le mécanisme de participation du milieu ont contribué à modifier de façon significative les perceptions de la population régionale et des riverains face aux travaux de stabilisation.

Population régionale

Le premier sondage grand public réalisé sur le programme de stabilisation des berges date de 1986. À cette époque, sur les 600 répondants à qui on avait demandé si les efforts d'Alcan pour prévenir l'érosion des berges du lac étaient adéquats, 78 % avaient répondu par la négative. Deux ans plus tard, un autre sondage permettait de constater un virage important quant au degré de satisfaction concernant les travaux de stabilisation. À ce moment, près d'une personne sur deux se déclarait satisfaite des travaux (42 % au Saguenay contre 61 % au Lac-Saint-Jean). Fait à signaler, ce sondage démontrait que la familiarité avec la question variait selon l'appartenance régionale. Ainsi, deux fois plus de gens au Saguenay qu'au Lac-Saint-Jean déclaraient ne pas en savoir assez pour être en mesure d'exprimer une opinion sur le sujet. Cette tendance est encore observée aujourd'hui.

Au Lac-Saint-Jean, le taux de satisfaction de la population a constamment progressé durant la période, passant de 64 % en 1992 à 80 % en 1995. En 1995, il ne restait plus que 1 % des répondants qui se déclaraient tout à fait insatisfaits du programme de stabilisation des berges. Ils étaient plus de 20 % en 1989. Au Saguenay, le taux de satisfaction est passé de 39 % en 1992 à 52 % en 1995, une progression beaucoup plus lente qu'au Lac-Saint-Jean. Un peu moins de 65 % de la population est en mesure d'exprimer une opinion sur le sujet. Toutefois, les gens qui ont une opinion sont très positifs, 80 % d'entre eux se disent satisfaits du programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean.

Riverains

Deux sondages effectués par la maison CROP en 1991 et 1996 auprès des riverains du Lac-Saint-Jean permettent de voir l'évolution des taux de satisfaction, notamment en ce qui a trait aux travaux de stabilisation.

En 1996, lorsqu'on a demandé aux riverains s'ils étaient satisfaits des travaux effectués chez eux, 77 % ont répondu affirmativement, ce qui représente une hausse de 5 points par rapport à 1991. Plus précisément, 36 % se disaient très satisfaits et 41 % assez satisfaits des travaux. En 1991, près de 72 % des riverains se disaient très (34 %) ou assez (38 %) satisfaits des travaux de stabilisation des berges effectués chez eux. L'aspect le plus remarquable de ces résultats est, sans doute, le taux élevé de riverains qui se disent très satisfaits autant en 1991 qu'en 1996.

Par ailleurs, les riverains ont été questionnés sur certains aspects particuliers soit :

L'efficacité des travaux contre l'érosion

En 1996, 78 % des riverains se disent très (34 %) ou assez satisfaits (44 %) de l'efficacité des travaux contre l'érosion, une hausse de 7 points sur 1991. À cette période, 71 % d'entre eux affirmaient être très (27 %) ou assez (44 %) satisfaits.

La qualité des travaux

Plus de 84 % des riverains se disent maintenant très (39 %) ou assez satisfaits (45 %) de la qualité des travaux. En 1991, 83 % des répondants se disaient très (35 %) ou assez (48 %) satisfaits de la qualité des travaux.

Poursuite du programme pour une autre période de dix (10) ans

C'est le 6 juillet dernier qu'a pris fin le premier programme. Toutefois, Alcan a entrepris dès 1993 des démarches auprès du MEF afin d'obtenir l'autorisation pour continuer à protéger les berges du lac Saint-Jean pour une nouvelle période de 10 ans. En mars 1995, le ministre de l'Environnement et de la Faune a créé un comité, composé d'intervenants du milieu, dont le mandat était d'évaluer le fonctionnement et les résultats du programme et de lui faire des recommandations précises sur le renouvellement du décret de 1986.

En juillet 1995, ce comité recommandait au ministre, à certaines conditions, la reconduction du décret de 1986 pour une période de 10 ans, soit de 1996 à 2006. Le conseil des ministres du Québec a ratifié cette recommandation le 20 décembre 1995. Les travaux qui seront réalisés d'ici 2006 consistent en l'entretien des ouvrages effectués entre 1986 et 1996. Ils seront de même nature et les mêmes techniques de réalisation seront employées. Les seules choses qui seront différentes seront l'envergure des travaux et leur coût. Dans les deux cas, il s'agit du tiers de la période 1986-1996.

Pour la prochaine décennie, le mécanisme de participation du milieu continuera à s'appliquer et il sera en quelque sorte bonifié, puisque les trois MRC du Lac-Saint-Jean ont convenu de mettre sur pied un comité de suivi du programme de stabilisation.

CONCLUSION

Par l'entremise du mécanisme de participation du milieu, depuis 10 ans, Alcan s'est assuré que ses interventions de stabilisation étaient comprises et acceptées, et que toutes les suggestions utiles, soumises par les intervenants concernés, étaient prises en considération lors de l'élaboration des plans et devis.

Le bilan de dix (10) ans du programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean, que nous venons de réaliser, établit que l'objectif de départ, soit résoudre les problèmes d'érosion des berges du lac Saint-Jean en tenant compte des aspects techniques, sociaux, économiques et environnementaux, a été atteint et dans certain cas, dépassé.

Dans l'ensemble, ce bilan démontre que les travaux de stabilisation réalisés sont efficaces, qu'ils ont entraîné une activité économique significative, que la population et les riverains en sont satisfaits et que tout a été mis en œuvre pour en minimiser les impacts sur l'environnement.

PROGRAMME DE PROTECTION DES BERGES DE LA PÉNINSULE DE MANICOUAGAN 1989-1996

François Morneau Ministère des Transports du Québec

Monsieur François Morneau est titulaire d'un baccalauréat pluridisciplinaire de l'Université Laval, orienté principalement en géographie physique et en écologie.

Il a poursuivi des études graduées au Département de géographie à la même université où il complétait une maîtrise en géomorphologie et en cartographie écologique.

Après différentes charges d'enseignements à l'Université Laval et quelques mandats chez un consultant en environnement, il était engagé, en 1985, à titre de géomorphologue au Service de l'environnement du ministère des Transports du Québec. Dans le cadre de ses fonctions qui consistent à la réalisation et à la supervision d'étude d'impacts sur l'environnement, à des activités de surveillance de chantiers de construction et de suivis environnementaux, M Morneau, par sa formation, est responsable notamment des dossiers relatifs aux problématiques d'érosion. C'est ainsi que dès 1988, il participe activement à diverses études de protection de berges dans diverses localités dans l'Est du Québec et notamment sur la Côte-Nord.

En 1996, suite au « déluge du Saguenay ». Monsieur Morneau a été affecté pendant plus d'un an au Bureau de la reconstruction et de la relance au Saguenay - Lac Saint-Jean. À titre de coordonnateur des travaux de reconstruction, il fut au coeur de la planification et de la réalisation des grands travaux de reconstruction des quartiers dévastés et de la restauration des principales rivières perturbées.

De retour au ministère des Transports depuis un an, il est chargé de projet d'études environnementales d'un vaste programme de protection de berges autour de la péninsule gaspésienne, dans la Baie des Chaleurs et aux Iles-de-la-Madeleine.

RÉSUMÉ

Le but de la présentation est de mettre en perspective l'intervention des ministère des Transports et de la Sécurité publique dans le cadre du programme de protection des berges de la péninsule de Manicouagan. Ce programme, qui a débuté en 1989, a été complété en 1996.

Les points qui seront abordés lors de l'exposé sont : l'historique et le contexte du programme, les types de problèmes rencontrés, les zones prioritaires retenues, les travaux de stabilisation réalisés et leurs impacts.

HISTORIQUE ET CONTEXTE

En 1988, le gouvernement du Québec était saisi d'une demande des autorités locales relativement au problème de l'érosion des berges sur la Côte-Nord. Cette demande s'inscrivait dans le cadre de la conférence socio-économique de la Côte Nord. À titre indicatif, la MRC de Manicouagan présentait une étude de justification d'intervention sur les berges de son territoire pour un montant de 33 M \$. Lors de la conférence, le ministre des Transports, également ministre responsable du Développement régional, s'était engagé à verser un montant de 6 M \$ dans le cadre d'un éventuel programme de protection des berges.

Dans la foulée de cette conférence, un groupe de travail interministériel avait été créé afin de préparer un rapport sur l'état des berges à l'échelle de la Côte-Nord. Des représentants des ministères de la Sécurité publique, des Transports, des Affaires municipales, de l'Environnement et des Ressources naturelles avaient donc été chargés de dresser un inventaire des zones d'érosion, d'établir une planification des interventions nécessaires et de faire des recommandations au ministre des Transports. Une base de données issues des formulaires d'inventaire des zones d'érosion envoyés aux municipalités a permis d'orienter le travail du comité interministériel. C'est à partir de l'analyse de cartes, de la photo-interprétation des photographies aériennes, d'un survol en hélicoptère de la Haute et de la Moyenne-Côte-Nord, ainsi que de plusieurs visites sur le terrain, qu'ont été établis l'inventaire et l'analyse des zones d'érosion de la Côte-Nord. Les zones d'érosion à stabiliser à court terme dans le cadre du programme concernaient les secteurs où des propriétés publiques ou privées (route, pont, aqueduc, émissaire d'égout, bâtiments publics et résidences principales) étaient menacées dans un horizon de 5 ans. Les critères adoptés pour établir le niveau d'urgence des interventions étaient le taux de recul moyen observé sur plusieurs décennies et le type de problème géotechnique observé. Le groupe de travail recommandait des interventions de stabilisation à court terme dans la MRC de Manicouagan, dans les municipalités de Ragueneau, Pointe-Lebel et Pointe-aux-Outardes. Ailleurs, les zones d'érosion où il y avait urgence étaient essentiellement des tronçons routiers relevant du ministère des Transports.

En octobre 1991, à la demande du Conseil des ministres, un protocole d'entente associait le ministère de la Sécurité publique (MSP) et le ministère des Transports (MTQ) à la réalisation d'un programme de protection de 7,65 km de berges, évalué alors à 3,3 M \$; les frais devant être partagés respectivement à 55 % et 45 %. Le Conseil des ministres confia au MSP la maîtrise d'œuvre des travaux liés à la protection du littoral hors route du secteur de la péninsule de Manicouagan, autorisant ainsi des interventions sur des propriétés privées et municipales en vertu des articles 11 et 12 de la Loi sur la protection des personnes et des biens en cas de sinistre (L.R.Q.,c.P. 38.1). Le MTQ était maître d'œuvre des travaux affectués à l'intérieur de ses emprises et devait assurer la préparation des plans et devis, la préparation des études environnementales et des demandes des différentes autorisations environnementales ainsi que la supervision des travaux pour tous les secteurs d'intervention. Les travaux ont été réalisés entre 1991 et 1996.

LES TYPES DE PROBLÈMES D'ÉROSION SUR LA CÔTE-NORD

Les problèmes d'érosion des berges sont associés directement à la géomorphologie des côtes, principalement aux grandes formations proglaciaires, deltaïques et marines situées aux embouchures des grandes rivières de la Côte-Nord.

Ces fronts deltaïques, parce qu'ils constituent des avancées de terre dans le fleuve et qu'ils sont composés d'une unité argileuse à la base et d'une unité sablonneuse en surface, sont des milieux très vulnérables à l'érosion littorale.

Les formations sédimentaires de la Côte-Nord sont donc soumises à différents processus d'érosion, contrairement aux formations rocheuses, qui résistent facilement tant aux assauts de la mer que du temps. En effet, mis à part l'archipel de Mingan et l'île d'Anticosti, formés de roches tendres, les formations rocheuses de la Côte-Nord sont constituées de roches granitiques très résistantes à l'érosion.



Actes du Colloque sur l'érosion des berges

L'ÉROSION LINÉAIRE

Vue de la côte naturelle du front deltaïque de la péninsule de Manicouagan. À noter, l'alternance entre un segment de plage bien développé où le talus est recouvert de végétation, et un autre, situé plus au centre, où le segment de plage est restreint et le talus en érosion. Ce trait de côte illustre bien la dynamique naturelle de ce type de milieu côtier.

La photo du bas montre une portion de la rive nord de l'estuaire de la rivière aux Outardes, dans la municipalité de Ragueneau. Ce talus abrupt, haut de 3 à 4 m, est composé d'une unité argilo-limoneuse très friable, surmontée d'une unité sablonneuse dont la surface est indurée. Le taux de recul enregistré dans ce secteur est de 1,9 m/an, l'un des plus rapide de la région. Le moindre assaut des vagues de l'estuaire érode la berge, très vulnérable. Les courants fluviaux de la rivière, notamment lors du jusant, favorisent le transport des matériaux provenant du talus, éliminant ainsi la possible formation d'une plage en pied de talus.

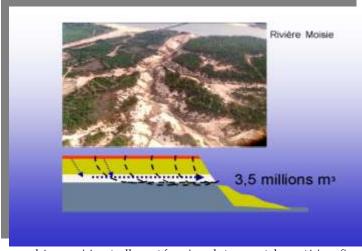


marquées de décrochements et d'encoches de ravinement. À noter, sur la photo de gauche, l'amorce du décrochement provient d'un glissement rotationnel dans le haut du talus. Les matériaux ont comblé le lit de la rivière et remblayé une portion de la rive opposée. Compte tenu de l'ampleur du phénomène, aucune mesure de stabilisation n'est réalisable.

La photo du bas montre d'autres ravinements importants le long de la rivière Sainte-Marguerite, à Sacré-Cœur.

LA SUFFOSION

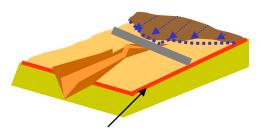
Le processus de suffosion est un phénomène d'érosion très particulier qui, bien qu'il soit assez peu connu, est l'un des processus actifs à l'origine de ravinements de grande importance, comme celui de la rivière Moisie, à l'est de Sept-Îles. Les grandes formations deltaïques dont certaines ont des surfaces imperméabilisées par la présence d'une carapace ferrugineuse, présentent des caractéristiques stratigraphiques, granulométriques et hydrogéologiques favorables au processus de suffosion. Les conditions de mise en place de ce processus sont favorisées par la superposition d'unités granulaires (sable) reposant au-dessus d'une unité limono-argileuse qui maintient une nappe d'eau perchée. Dès que la couche indurée (carapace ferrugineuse) est altérée, soit par un décapage des sols de surface, soit par la construction de routes forestières dans le cas de la rivière Moisie,



l'infiltration des eaux de surface alimente la nappe d'eau perchée, ce qui éventuellement favorisera le transport des matériaux fins

dans des interlits de matériaux plus grossiers. Ce processus favorise la création de puits horizontaux et verticaux, qui peuvent mener à la formation d'un réseau souterrain de drainage préférentiel qui, lors de phénomènes climatiques importants comme la pluie torrentielle du 4 novembre 1966, a emporté plus de 3,5 millions de mètres cube de sable dans la rivière Moisie, qui avait alors remblayé la section transversale de son lit.





LES PROCESSUS MIXTES

Les problèmes de ravinement en bordure des falaises meubles situées sur le pourtour des fronts deltaïques sont très fréquents et peuvent causer d'importants dommages, tant aux bâtiments qu'aux infrastructures. La couche indurée, qui agit normalement comme un agent protecteur, peut, lorsqu'elle est détruite par des fossés de drainage par exemple, provoquer une érosion régressive importante qui générera un processus d'approfondissement et d'élargissement et le recul de la tête du ravin. Toute modification de patrons de drainage des terres sur le pourtour des terrasses sablonneuses aux surfaces indurées, augmente considérablement les risques de ravinement catastrophique. À cet égard, la question du drainage des tourbières à des fins d'exploitation dans ce type de milieu doit être étudiée sérieusement, afin d'éviter de graves problèmes de ravinement.



La situation précaire de ce tronçon routier, situé dans la région de la municipalité de Rivière-Saint-Jean, est menacée par différents types de processus d'érosion. D'abord, l'érosion littorale sévère provoque le recul de la falaise et la disparition de la plage. Ce corridor est aussi affecté par des encoches de ravinement favorisées par la canalisation du drainage de surface, au-dessus de la couche indurée, et l'infiltration des eaux de drainage là où la couche indurée a été détruite (phénomène de suffosion). Ce type de problème très fréquent sur la Côte-Nord, oblige le MTQ à déplacer de longs tronçons routiers. Le tronçon représenté ici a été

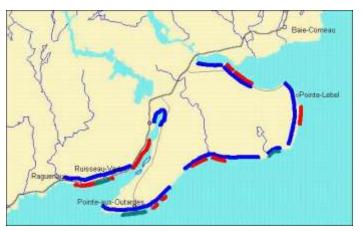
déplacé sur quelque 6 km au cours des dernières années. LES GLISSEMENTS DE TERRAIN

La région de Havre-Saint-Pierre a connu

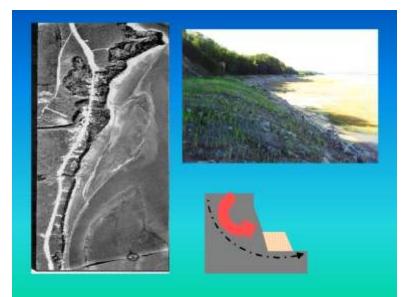
un glissement de terrain important en 1980, qui a emporté la route 138. Ce type de glissement de terrain a été favorisé par différents processus. L'infiltration des eaux de drainage dans les fossés de la route où la couche indurée aurait été détruite a favorisé la saturation de matériaux argileux dans les unités sous-jacentes. Par ailleurs, l'érosion littorale a contribué à ce glissement, en dégageant le pied de talus et en rajeunissant la falaise. Ce type de problème est très répandu sur la Côte-Nord, notamment sur les grands plateaux deltaïques, dont la surface est généralement entourbée. Cet entourbement des surfaces sablonneuses est associé à l'imperméabilisation de la surface, consécutive à la formation d'une couche indurée (processus écopédologique) dans les premiers horizons des sols sablonneux.

LES ZONES D'INTERVENTION PRIORITAIRES DANS LE PROGRAMME DE PROTECTION DES BERGES





Les zones d'intervention qui ont été jugées les plus urgentes dans le cadre du programme de protection des berges de la Côte-Nord sont situées autour de la péninsule de Manicouagan et sur les rives de la rivière Outarde, à Ragueneau. Près de 7,65 km de berges, subdivisées en 13 segments de côte, ont fait l'objet de stabilisation dans le cadre du programme.



Les zones vulnérables aux glissements de terrain de la région de Pointe-Lebel ont été les premiers sites d'intervention dans le cadre du programme de stabilisation. Sur la photographie aérienne, des cicatrices de glissement de terrain témoignent de la vulnérabilité des hautes terrasses argileuses de cette localité. Les travaux de stabilisation ont consisté à mettre en place d'imposants remblais qui font contrepoids aux masses argileuses qui pourraient glisser. Bien que ces structures limitent les risques d'un glissement majeur qui pourrait emporter de grandes portions de terrain (100 à 150 m), des zones d'affaissement ou de décrochement subsistent sur la marge supérieure des falaises. Des règlements doivent être établis afin d'interdire la construction de bâtiments et de piscines ainsi que le remblayage et la destruction du couvert végétal.

LES TRAVAUX DE STABILISATION: TYPES D'OUVRAGES ET LEURS IMPACTS

Les travaux de stabilisation des berges ont consisté essentiellement dans la mise en place d'empierrements linéaires vis-à-vis les sites d'intervention. Ces ouvrages permettent d'arrêter le processus d'érosion du pied de talus, qui éventuellement retrouvera une pente d'équilibre naturelle et se revégétalisera. Bien que ces ouvrages rassurent les riverains dans une certaine mesure, ils ont néanmoins des impacts directs et indirects importants sur les zones non protégées dans les secteurs adjacents. L'érosion y est en effet aggravée, notamment à cause du déficit sédimentaire occasionné par la stabilisation de certaines zones



d'érosion, qui ne contribuent plus au bilan sédimentaire de la plage. Par ailleurs, l'impact direct de la présence de l'empierrement se traduit généralement par l'abaissement et la réduction en largeur du bas de plage au-devant de l'ouvrage, ce qui a pour effet de concentrer l'énergie du déferlement et de renforcer

l'agitation de l'eau.

Dans d'autres secteurs, les empierrements ont généré l'affouillement au-devant de l'ouvrage, ce qui a mené à la quasi- disparition du bas de plage.

La photo du haut montre le haut et le bas de plage avant les travaux. La photo du bas montre l'état des lieux deux ans après la mise en place de l'empierrement. À noter, la disparition du bas de plage et la zone d'accumulation d'algues et de zostères marquant l'abaissement du niveau de la plage.





Sur certains segments de la côte, la mise en place de petits épis a permis de capter des sédiments littoraux en transit selon les courants de dérive et de surélever le niveau de la plage jusqu'à recréer un haut de plage. Ce rehaussement s'est avéré suffisant pour protéger le pied de talus contre l'érosion. La végétation de rivage s'est réimplantée, contribuant ainsi à fixer le sable. Cette technique, qui semble donner de bons résultats sur ce site, constitue néanmoins une mesure évolutive qui sera toujours régie par la dynamique littorale elle-même. Un suivi de l'évolution de la plage et l'entretien de l'épis, voire même d'éventuelles modifications, sont essentiels pour assurer l'efficacité d'une telle

mesure.

CONCLUSION

L'érosion des berges est un problème qui préoccupe depuis quelques décennies une grande partie de la population nord-côtière. Les principaux villages et villes étant situés sur la bordure d'anciens grands deltas, qui forment des avancées de terre dans la mer, on y voit les infrastructures (routes, aqueduc, équipements récréotouristiques...) et les propriétés de la population menacées. Force est de constater que les dynamiques érosives ne sont pas prises en compte dans la gestion des zones côtières, qui généralement présentent le plus d'attrait pour le développement résidentiel et la villégiature. Toutefois, après quelques années d'établissement, les riverains constatent la vulnérabilité de leur propriété à divers processus d'érosion. Des mesures de protection sont souvent prises par les riverains eux-mêmes, ce qui a parfois pour conséquence d'aggraver le problème ou d'engendrer des dynamiques plus complexes. Mais, même lorsque les travaux de stabilisation sont réalisés par les autorités municipales ou provinciales, ils font rarement l'objet d'une étude d'impact, qui pourrait permettre d'évaluer les conséquences directes, indirectes et cumulatives sur les systèmes côtiers. Le fait que les travaux de stabilisation de berges soient planifiés et réalisés dans des situations d'urgence justifie le recours à des décrets d'exemption, ce qui permet de procéder sans étude d'impact. L'étude d'impact étant un processus de planification qui s'étend sur plus d'un an, elle peut difficilement être réalisée dans des situations d'urgence. L'aide gouvernementale provient généralement d'un programme d'assistance financière instauré en vertu de la Loi sur la protection des personnes et des biens. Cette loi vise des interventions d'urgence destinées à protéger des infrastructures publiques et des résidences principales et à assurer la sécurité des personnes et des biens. En vertu de cette loi, les interventions de prévention ne sont pas admissibles au financement. Sans prévention pourtant, les problèmes d'érosion s'aggravent et créent des situations d'urgence. Lorsque l'aide gouvernementale arrive, souvent il est trop tard pour adopter des mesures d'intervention plus respectueuses des dynamiques littorales, telles que la mise en place de petits épis, la revégétalisation du haut de plage, la recharge de plage, etc.

Dans une situation d'urgence, la technique d'empierrement s'avère la plus efficace pour protéger une propriété menacée. Toutefois, l'utilisation de cette technique déplace souvent le problème et génère un «effet domino », c'est-à-dire que la première intervention amplifie et étend le problème dans les secteurs adjacents, où il faudra éventuellement prolonger les ouvrages de protection.

Le problème de l'érosion des zones côtières n'est toujours pas pris en compte dans les plans d'aménagement des côtes. Pour la majorité de la population et des élus, le problème de l'érosion des berges est surtout un problème de financement et de volonté de le régler définitivement. Pourtant, au-delà du financement et de la volonté de protéger des biens et des infrastructures, la complexité de la problématique de l'érosion exige qu'on ait une vision d'ensemble avant d'intervenir et d'investir des sommes importantes. À la lumière des interventions récentes dans ce domaine, on constate en effet que les résultats sont souvent décevants. Il est donc impérieux que des études d'ensemble, conçues selon une approche écosystémique de la problématique de l'érosion, appuient une réelle gestion intégrée des zones côtières. Cette question fera l'objet d'une seconde présentation.

RECHARGEMENT DES BARRES DU LITTORAL UNE MÉTHODE DE PROTECTION DES PLAGES

B. B. Karakiewicz, W. Romanczyk, X. Yang, J.L. Bona et A. L. Mercier Université du Québec, ISMER, Rimouski, Québec, Canada. University of Texas, Department of Applied Mathematics, Austin, Texas, USA. Almerco inc., Gatineau, Québec, Canada.

Madame Barbara Boczar-Karakiewicz est professeur-chercheur en océanographie physique à l'INRS-Océanologie à Rimouski. De 1957 à 1975, elle a complété des études universitaires à l'École Polytechnique puis à l'Institut d'hydrotechnique de l'Académie des sciences à Gdansk, en Pologne. Il est intéressant de mentionner qu'elle parle français, anglais, allemand, polonais et russe.

Depuis 35 ans, madame Karakiewicz poursuit des recherches sur les processus d'interaction des vagues avec les fonds sableux des littoraux et des plates-formes continentales. Ses travaux de recherche sont consacrés à la modélisation mathématique et numérique. Ces modèles originaux décrivent, expliquent et quantifient la formation et la dynamique des barres littorales et des rides à grande échelle des plates-formes continentales. La présente recherche a nécessité des collaborations de niveaux national et international, avec des agences gouvernementales, des industries et des universités (Canada, USA, Angleterre, Allemagne, Pologne, France et Australie). Les résultats de la modélisation ont été appliqués dans le cadre de projets de protection des littoraux sableux en Allemagne et en Australie. Actuellement, Madame Karakiewicz dirige un projet pour le Conseil National de Recherche du Canada dans le cadre d'un programme université-industrie, en collaboration avec l'Université du Texas (USA) et en partenariat industriel avec Almerco Inc. (Canada). Madame Karakiewicz participe à la formation des étudiants en maîtrise et en doctorat. Elle collabore également avec les stagiaires en études postdoctorales.

RÉSUMÉ

Nous proposons une méthode de protection des plages par la restauration de l'équilibre dynamique d'un système côtier dominé par les vagues et caractérisé par la présence de barres sableuses. Pour un site choisi, a partir de données de terrain (vagues et bathymétrie du fond marin) nos modèles mathématiques et numériques fournissent les résultats décrivant les effets des interactions fond-vagues. L'analyse de ces résultats permet de définir les recommandations de rechargement des barres d'avant-côtes pour la protection des plages. La quantité de sédiment placé sur les barres doit équilibrer le déficit qui occasionne l'érosion des plages. Grâce au transport du sable par les vaques elles-mêmes, une partie du sédiment du rechargement est déposée sur la plage visible. Les barres rechargées forment également des brise-lames sous-marins qui protègent la côte avoisinante. La méthode proposée utilise les forces de l'environnement marin pour la restauration de son équilibre dynamique. L'inconvénient de cette méthode - la nécessité des rechargements périodiques du site en question (tous les 4-6 ans). L'application de rechargement de barres en Australie (1990) a démontré l'efficacité de notre méthode de protection. En 1998, le gouvernement de la Tunisie a accepté, après un concours international, la réalisation des projets de protection des plages tunisiennes les plus prestigieuses, par la méthode de rechargement proposé par notre équipe.

INTRODUCTION

Nous proposons une méthode de protection des plages par la restauration de l'équilibre dynamique d'un système côtier dominé par les vagues et caractérisé par la présence de barres sableuses. Pour un site choisi, à partir de données de terrain (vagues et bathymétrie du fond marin), nos modèles mathématiques et numériques fournissent les résultats décrivant les effets des interactions fond-vagues. L'analyse de ces résultats permet de définir des recommandations de rechargement des barres d'avant-côte pour la protection des plages.

LES BASES DU MODÈLE MATHÉMATIQUE

Le modèle mathématique de formation des barres d'avant-côte se décompose en quatre modules qui décrivent successivement :

la propagation des vagues de surface; l'hydrodynamique de la couche limite du fond; le transport des sédiments dus aux vagues; la déformation du fond sableux.

La partie essentielle du modèle, c'est-à-dire la description de la propagation des vagues de surface, est basée sur la théorie de vagues non linéaires de Boussinesq (Boczar-Karakiewicz *et al.*, 1995).

Le modèle numérique, dont un schéma est présenté en figure 1, est initialisé par les paramètres des vagues incidentes et par un fond moyen ou par une pente moyenne du fond de la zone côtière.

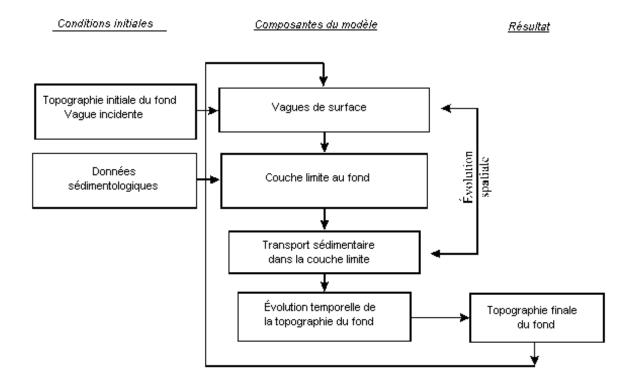


Figure 1. Schéma du modèle numérique.

Les résultats de la modélisation sont présentés à la figure 2.

À partir d'un fond initialement uniforme, le modèle simule, en deux dimensions spatiales (distance horizontale perpendiculaire à la plage et profondeur), l'évolution temporelle de ce fond vers un système de barres d'avant-côte. La topographie du fond se transforme, en réponse à l'évolution temporelle et spatiale des vagues de surface.

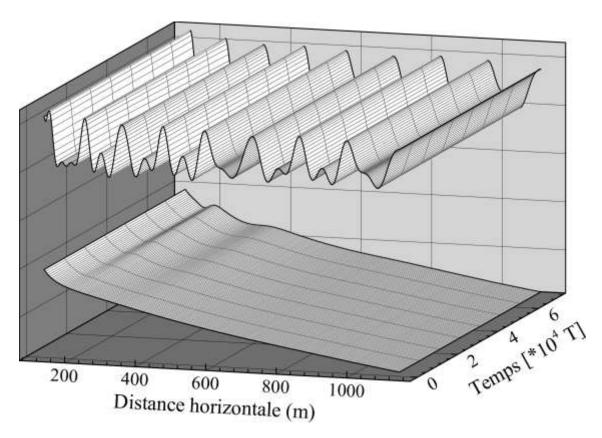


Figure 2. Formation d'un système de barres sous l'action des vagues de surface.

LA FORMATION ET LA STABILITÉ DES BARRES D'AVANT-CÔTE

Les résultats de la modélisation mathématique et numérique (figure 2) et les vérifications de ces résultats avec les mesures de terrain (effectuées sur 15 sites différents, Boczar-Karakiewicz *et al.*, 1995) ont démontré que :

la formation des barres est universelle dans les zones côtières sableuses caractérisées par les pentes moyennes à faibles (qui ne dépassent pas la valeur de 2-3 %) et où l'apport de sédiments est abondant;

les paramètres des barres (leur nombre, la distance qui les sépare et leur distribution spatiale dans la zone côtière) sont déterminés par les paramètres des vagues incidentes et par la pente moyenne de la zone côtière (figure 3);

la dynamique des systèmes de barres est contrôlée par la variabilité des conditions hydrodynamiques, spécifiques à chaque site considéré, en fonction du climat local, des vagues, des marées et des surcots.

Les conclusions de la modélisation mathématique et les vérifications expérimentales ont permis de prédire la dynamique des systèmes de barres d'avant-côte déterminée par les conditions climatiques locales, comme illustré à la figure 4, pour un site particulier choisi (Gold Coast. Australie, voir Boczar-Karakiewicz et Jackson, 1991, Boczar-Karakiewicz et al., 1997).

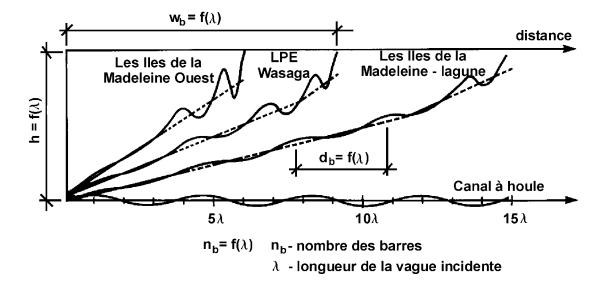


Figure 3. Distribution spatiale et nombre de barres dans un système en fonction de la pente moyenne du fond de la zone côtière.

LES BARRES SABLEUSES ET LA PROTECTION DES PLAGES

L'érosion des plages occasionnée par différentes causes (changements climatiques, développements urbain et balnéaire, construction de ports, urbanisation des dunes côtières, etc.) résulte du déficit de sédiments dans les zones côtières. Ce déficit peut être équilibré par le rechargement. Par opposition aux rechargements de la plage visible, nous proposons le rechargement de la partie sous-marine de la zone côtière.

Les résultats de la modélisation effectuée pour le site de Gold Coast en Australie, illustrée aux figures 4 et 5, ont conduit à recommander de placer une certaine quantité de sédiments sur la barre d'avant-côte existante.

Les mesures de terrain effectuées quelques mois après l'opération de rechargement ont démontré que, grâce au transport de sable par les vagues elles-mêmes, une partie des sédiments du rechargement a été déposée sur la plage visible.

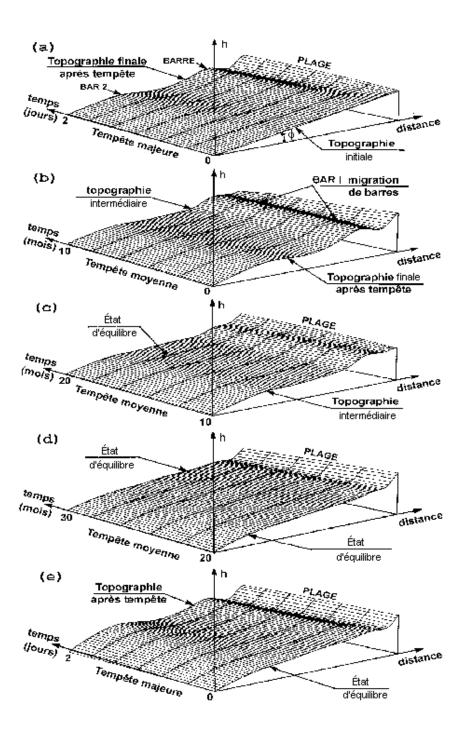


Figure 4. Dynamique des barres sous l'action des vagues pendant une période de 18 mois (comprenant deux tempêtes majeures séparées par 10 mois de tempêtes modérées) : (a) formation du système des barres sous l'action d'une tempête majeure (b) formation d'une topographie d'équilibre sous l'action des tempêtes modérées (c) reformation des barres sous l'effet de la tempête majeure récurrente.

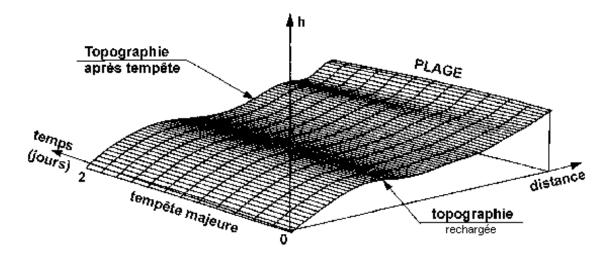


Figure 5. Localisation des sédiments pour le rechargement de la barre côtière à Gold Coast (Australie).

La barre rechargée a formé également des brise-lames sous-marins qui protègent la côte avoisinante pendant les tempêtes majeures.

La méthode de protection des plages par le rechargement des barres d'avant-côte utilise les forces de l'environnement marin pour la restauration de son équilibre dynamique. L'inconvénient de cette méthode, comme de toutes les méthodes de rechargement, consiste en la nécessité de rechargements périodiques du site en question (tous les 4-6 ans).

L'application du rechargement de barres en Australie (1990) a démontré l'efficacité d'une telle méthode de protection (Boczar-Karakiewicz *et al.*, 1995 et 1997). En 1998, le gouvernement de Tunisie a accepté, après un concours international, la réalisation des projets de protection des plages tunisiennes les plus prestigieuses, avec la méthode de rechargement proposée par notre équipe.

Actuellement, nous sommes en négociations avec le gouvernement marocain et avec la Banque Mondiale pour la réalisation du rechargement des plages de Tanger et d'Agadir (Boczar-Karakiewicz *et al.*, 1995 et 1997). Sur ces sites, les protections antérieures : épis et brise-lames, n'ont pas apporté les résultats escomptés (Boczar-Karakiewicz *et al.*, 1995 et 1997).

REMERCIEMENTS

La recherche présentée a été subventionnée par le Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et en Génie du Canada à travers un projet de collaboration entre l'Université et l'Industrie réalisé en partenariat avec Almerco Inc. et l'Université du Texas.

BIBLIOGRAPHIE

BOCZAR-KARAKIEWICZ, B., D.L. FORBES AND G. DRAPEAU. 1995. Nearshore bar development in the Southern Gulf of St. Lawrence. J. Waterways, Port, Coast. & Ocean Eng., ASCE, 129: 49-60.

BOCZAR-KARAKIEWICZ, B. & L.A. JACKSON. 1990. The analysis and role of bars on the protection of a beach system, Gold Coast, Queensland, Australia. Proc. 22th Int. Conf. Coast. Eng., Delft, The Netherlands: 2265-2278.

BOCZAR-KARAKIEWICZ, B., W. ROMANCZYK & J.L. BONA. 1997. Sand bar dynamics and offshore beach nourishment. Proc. Int. Conf. 'Coastal Dynamics '97, Plymouth, UK: 873-882.

LONG, B., L. BENCHEIKH, B. BOCZAR-KARAKIEWICZ, A. MERZOUK & W. ROMANCZYK. 1999. Réhabilitation de plage de Tanger par rechargement du haut de plage, entre Gandori et le port. Can. Coast. Conf., Victoria, BC, Canada (compte rendu sous presse).

PÉRIODE DE QUESTIONS

Question Bonjour Mme Karakiewicz...

Je me pose une question à propos du rechargement de la barre. Est-ce que le sable sur la barre doit être mobile ou s'il est possible de penser qu'on puisse durcir la barre, je ne sais de quelle façon, pour la rendre solide, pour qu'elle reste en place ; ou bien est-ce que le sable doit demeurer mobile pour aller nourrir la plage en sable, si cette plage est trop basse?

B. K. Si j'ai bien compris votre question, vous voulez savoir si on peut construire une barre qui est rigide? Ça dépend. Ce dont on parle ici ne peut servir de recette générale. Chaque site est très spécifique. Donc, la réponse à votre question est la suivante : si le système de barres sur le site choisi est stable, on peut construire une barre relativement stable. Mais si les barres, comme sur la côte est d'Australie, sont très dynamiques, on peut faire plus de mal que de bien avec une barre stable. Dans ces cas-là, il faut rajouter du sable, de manière à permettre au système de réagir. Ce que je n'ai pas dit et qui est important, c'est qu'il faut qu'il y ait une zone de dunes disponible, car la barre que l'on construit est un réservoir de sable sous-marin. Maintenant, une partie de ces sédiments va se déplacer vers la plage, va rester sur la plage, alors qu'une autre partie sera encore érodée. Il ne faut donc pas construire très proche, il faut s'éloigner de la plage et prévoir une zone où il y aura des échanges dynamiques. Donc, en principe, il faut éviter les barres stables, sauf si la zone est extrêmement stable. On pourrait même penser à une barre faite de sacs de sable.

Je vais vous donner un exemple. En Tunisie, l'an dernier, on a construit ce genre de brise-lame, sous-marin ou légèrement visible, et la côte a érodé. C'est toujours à long terme, après 10 ou 15 ans, que le désastre apparaît. Maintenant, les Tunisiens sont obligés d'enlever ces brise-lames et c'est encore plus coûteux que de les mettre en place. Donc, je pense qu'on doit utiliser les méthodes les plus douces possible, parce que si on voit qu'on a brisé l'équilibre du processus naturel, on pourra corriger la situation à moindre frais.

Question *A priori*, *c*'est intéressant, ce que j'appelle les « nutri-barres » pour les plages, *c*'est très bon. J'ai cependant deux questions. La première concerne les coûts. C'est inévitable dans les choix technologiques. Quand on parle d'un dragage en milieu hydraulique, ça se situe entre 20 \$ et 30 \$ par mètre cube, ici au Canada.

B. K. Non, non, 10 \$.

Question Non, je ne pense pas. Madame Verreault ne fait plus ça depuis longtemps, 10 \$ du mètre cube, surtout que c'est un dragage hydraulique, ce n'est pas fait avec des clams. Combien a coûté l'expérience en Australie, par mètre cube ?

Ma deuxième question, parce que le client nous le demande souvent ; seriez-vous prête à garantir votre travail ? Si oui, on vous engage.

B. K. La réponse à la première question.

Question En dollars US s'il vous plaît.

B. K. Oui, c'est une question importante, qu'on pose toujours. Les coûts sont aussi spécifiques à chaque site, parce que ça dépend où vous pouvez trouver votre sable. En Australie, ils en ont prélevé une partie au large et une partie dans la rivière. Donc,

c'était 10 \$ du mètre cube, c'était moins cher que ce que vous dites. Aux États-Unis aussi. Même en Australie, c'était 10 \$ australiens, ce qui est beaucoup plus bas. C'est environ comme le dollar canadien. C'est pas US. Aux États-Unis, c'est 10 \$. Ils ont évalué ça en Californie, par mètre cube, mais ça dépend.

Question Mais ça dépend du nombre de contracteurs qui font ce travail. Ici, il y en a seulement deux. Vous n'aurez pas ça à 10 \$ ici, mais quand même, à 20 \$ ce n'est déjà pas si mal.

B. K. Mais dans certains endroits, ils sont tellement désespérés, par exemple au Maroc, de ne pas avoir de source de sable, qu'ils sont prêts à utiliser la roche pour en faire du sable. Donc, vous savez, les coûts, c'est toujours relatif. C'est très très cher, mais le coût relié à la perte d'une plage est souvent plus élevé que le coût exigé pour y amener du sable.

Et maintenant votre deuxième question. Est-ce que je peux garantir ? Non, personne ne peut garantir. Tous les rechargements de plages visibles, car on a beaucoup d'expériences de rechargements visibles et relativement peu de rechargements au large, démontrent que la première année, les pertes de sable sont énormes. Mais si on répète régulièrement le rechargement, les pertes sont de moins en moins grandes et ça devient de plus en plus rentable.

Donc, la manière dont le conseil municipal est arrivé à couvrir les coûts, c'est en taxant les propriétaires des hôtels et les touristes. On paye une taxe supplémentaire. Cela leur apporte un revenu supplémentaire pour régulièrement recharger les plages. C'est donc, je pense, uniquement une question de gestion. En Australie, ils sont peut-être très vulnérables. Huit cents kilomètres plus au nord, il y a eu un cas où la gestion du littoral a causé la perte d'une plage. Donc, on a complètement perdu deux ou trois kilomètres de plage très touristiques, qui sont restés sur un lit de roches brunes (bed rock) très dur et très laid. Donc, je ne sais pas si on peut parler du coût de cette perte. À cause de cela, le coût est très relatif. Mais je ne peux pas garantir que ça va marcher à cent pour cent. Par ailleurs, les murs de protection, les pierres, les épis... Est-ce que quelqu'un a garanti ... ? Oui, il y a 15 ans peut-être, mais maintenant après 15 ans, on voit que ça n'a pas marché.

LA TECHNOLOGIE DES STABILISATEURS DE COURANTS DE FOND

Dick Holmberg

Holmberg Technologies inc., Whitehall, Michigan, USA

Monsieur Dick Holmberg a réalisé depuis 1960 plus d'un millier de projets de contrôle de l'érosion sur le pourtour des Grands Lacs et en milieu côtier marin. Il fut parmi les premiers à identifier les tendances récentes d'érosion des berges comme étant largement tributaires de causes autres que naturelles. Monsieur Holmberg a aussi été un pionnier du développement des techniques de restauration des berges basées sur la dynamique de l'écoulement sous-marin. Plusieurs études indépendantes ont démontré le bienfondé de ses méthodes et leur aptitude à ne pas engendrer d'effets secondaires.

Monsieur Holmberg a souvent suscité l'attention des médias. Il est intervenu à maintes reprises auprès de comités gouvernementaux locaux, d'états et fédéraux aux États-Unis, prônant un changement des politiques actuelles en matière de berges, lesquelles s'avèrent être à ses yeux destructives. Ses écrits techniques ont été publiés notamment par l'Association internationale de contrôle de l'érosion, l'Association pour la préservation des berges et des plages de la Floride et la Zone côtière '85.

RÉSUMÉ

Les « technologies de stabilisation des courants sous-marins » sont un système de gestion des sédiments créé par D. L. Holmberg afin de simuler une géologie adaptée aux différents types d'érosion des berges. Le système breveté consiste en modules de forme hydrodynamique s'étendant parallèlement à la berge. Ces modules dont le gabarit s'accroît vers le large, sont attachés à la terre et possèdent une fondation constituée de matériaux de filtration extensive.

Le système est adapté à chaque site. Il a été fonctionnel sans effets secondaires indésirables tant pour des berges offrant de vastes étendues d'arrière-plage comme en Floride, que pour les Grands Lacs où les arrière-plages sont étroites et où les sources de rechargement proviennent en grande partie des longues zones de berges. Étant donné que le système a recours à la dynamique de l'écoulement sous-marin, il peut aussi avoir des applications directes concernant l'érosion des berges de rivières. Il existe actuellement quelque 90 systèmes en place.

Le texte et les images sont ceux du document vidéo présenté lors du colloque. Traduction : Pascal Bernatchez ; révision : Yolande Leblanc ; balayage des images : Gérald Poirier

Le « Undercurrent Stabilizer Technology » ou la « Technologie des stabilisateurs de courants de fond » est un système de gestion des sédiments développé par D.L. Holmberg afin de reproduire les aspects bénéfiques des processus hydrogéologiques pour différents types de côtes en érosion. Le système est composé de modules, de formes hydrodynamiques et allongées, placés de façon plus ou moins perpendiculaire à la côte (système d'accrétion). Les modules sont implantés parallèlement les uns aux autres et sont accrochés au rivage. Leur composition agit comme un filtre qui laisse passer l'eau tout en absorbant l'énergie.

Le système est conçu et adapté à chaque site. Il fonctionne efficacement et sans effets négatifs autant pour les rivages avec de larges plates-formes littorales, comme en Floride, que pour les plates-formes étroites où la source sablonneuse des plages est assurée principalement par la dérive littorale, comme pour les Grands Lacs. Puisque le système tient compte des écoulements dynamiques présents sous la surface de l'eau, il a des effets directs sur l'érosion des berges. Près de 90 systèmes sont présentement implantés.

Le dragage intensif de chenaux et l'implantation de barrages sur les rivières ou encore l'excavation des sédiments ont renversé le modèle naturel d'engraissement des plages le long de plusieurs côtes au cours du dernier siècle. Comme l'érosion provoquée par ces interventions a augmenté la pente des plages et a modifié leur géométrie, la turbulence sur l'estran s'effectue sur une plus grande surface.

Les structures de protection traditionnelles accroissent l'énergie sur l'estran en augmentant la réflexion et la concentration des forces hydrologiques. Les problèmes généralement associés aux structures traditionnelles sont évités en utilisant notre technologie car nos structures absorbent l'énergie des vagues et des courants plutôt que de l'intensifier, en même temps que ses effets négatifs.

La technologie des stabilisateurs de courants de fond atténue les impacts reliés à la diminution non naturelle de sable, freinant la migration du sable vers les points d'arrachement ou d'érosion et en augmentant l'efficacité des profils de plage qui favorisent la sédimentation.

L'atténuation de la pente du profil de la plage va progressivement faire dévier et se dissiper la turbulence sur l'estran, permettant au sable de se déposer dans les eaux calmes de la zone traitée et de celle adjacente à cette dernière. Ainsi, la formation de hautsfonds locaux vient progressivement diminuer la turbulence sur l'estran. Comme la zone traitée tend à s'exonder, en réponse au système d'accrétion; les vagues et les courants auront progressivement moins d'énergie pour remobiliser les sédiments déposés dans la zone traitée.

La sédimentation recommence souvent à une vitesse surprenante. Le système d'accrétion est généralement enfoui, en raison de la hausse du niveau de sable au fur et à mesure que le profil de plage devient lui aussi en accrétion. Les côtes adjacentes bénéficient de l'apport en sable dans le secteur traité. Une étude universitaire portant sur plusieurs sites concluait à un gain en volume des profils mesurés aux environs des systèmes de stabilisateurs de courants de fond (en regard d'une tendance régionale vers une perte de volume), en plus d'une accrétion significative des plages (haut de plage-estran) et d'une apparente absence d'impact négatif dans la zone adjacente; ce qui doit être vu comme un succès à presque tous les points de vue.

La compagnie développe aussi des techniques de stabilisation des falaises qui s'appliquent conjointement avec la technologie des stabilisateurs de courants de fond pour la restauration des plages naturelles bordées de falaises.

Holmberg Technologies présentations - Document vidéo - Durée : 19 minutes 22 secondes.

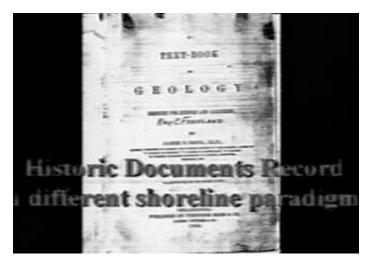


Diapositive 1:

Tout d'abord, je voudrais me présenter. Mon nom est Dick Holmberg, et comme vous pouvez le voir, notre firme se nomme Holmberg Technologies, Inc. Notre principal champ d'intervention est l'érosion, et particulièrement l'érosion des plages. Plusieurs personnes ne sont pas familières avec ce problème. Nous allons donc expliquer la cause de l'érosion des plages, et vous présenter des cas concrets de cette problématique et les techniques que nous avons développées avec notre technologie pour y remédier.

Diapositive 2: Aujourd'hui, à travers le monde, nous voyons des dommages terribles à une échelle globale. Des maisons s'effondrent. Des chemins de fer sont emportés par les vagues. Nous regardons un trésor naturel, une merveilleuse ressource, se détruire.





Diapositive 4 :
Aujourd'hui, au lieu que les plages s'élargissent, nous constatons que les côtes sont en érosion sur des milliers de milles. De plus en plus de rapports montrent que d'importantes quantités de sédiments sont érodées et transportées vers les eaux profondes.

Diapositive 3:

Il est intéressant de consulter les documents historiques à propos de l'érosion. Il y a seulement 130 ans, des manuels, dans nos universités, relataient que la ligne de rivage n'était pas en érosion. En fait, ces manuels rapportaient plutôt que la côte était en expansion ou en progradation.

Pendant plus de 3 500 ans, les littoraux ont été alimentés par les vagues qui transportaient des sédiments provenant d'une profondeur de plus de 400 pieds.

Les deltas, comme celui du bassin de la rivière Mississippi, s'édifiaient à une vitesse moyenne de 50 milles carrés annuellement.





Diapositive 5: Une force naturelle, une force physique appelée « gravité », transporte le sable vers des niveaux toujours plus bas, comme dans nos ports.

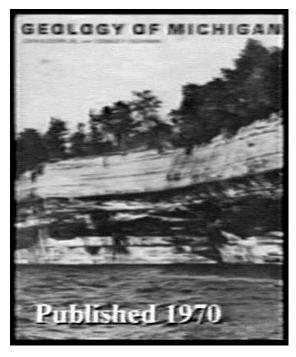
Diapositive 6:

Comme vous pouvez le voir, le sable se déplace en s'éloignant de la rive. La zone portuaire a été draguée, de sorte que le fond y est plus bas que ceux des secteurs adjacents, afin de maintenir une voie pour le commerce en assurant le passage des bateaux. Les flèches rouges indiquent la direction de la migration du sable le long de la rive. Le sable est ensuite transporté vers le large.

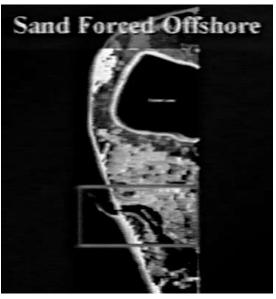




ositi ve 7: A mesure que les sédiments quittent nos rivages, ces derniers sont davantage attaqués par les vagues qui remanient d'autres sédiments qui deviennent à leur tour disponibles pour leur transport. Les vagues ellesmêmes, lorsqu'elles sont générées par les vents, créent des courants qui se déplacent parallèlement au littoral et



Diapositive 8 : J'ai trouvé d'autres manuels. L'un d'entre eux, a été publié par l'Université du Michigan en 1970, identifie clairement le problème du sable quittant le littoral.





Diapositives 9 a et 9 b : Regardez cette photographie aérienne tirée de ce manuel. Une quantité importante de sable quitte le littoral, en raison de la présence d'une zone portuaire. Là encore, les géologues ne veulent pas parler ou discuter de ce fait.



Depuis plus de 130 ans, la combinaison des différentes structures d'ingénierie occasionne la perte de sable, sur des milliers de milles de plages et de dunes. Le sable est transporté vers le fond de nos Grands Lacs. Comme vous pouvez le voir sur cette photographie, le sable se déplace dans la direction du port. Les ingénieurs ont maintenu qu'il y avait seulement un léger déséquilibre sédimentaire le long de la rive.

Diapositive 11:

Aujourd'hui, nous regardons nos rives et nous constatons que ce n'est pas uniquement les ports qui causent des problèmes. Dans les Grands Lacs, il y a plus de 1 000 projets majeurs d'ingénierie incluant des centrales électriques et bien d'autres structures d'ingénierie.



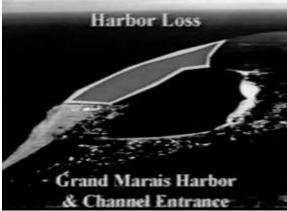


Diapositive 13 : Regardez le long du littoral, particulièrement dans cette section, la ligne de rivage est complètement en recul, ce qui cause un autre problème.

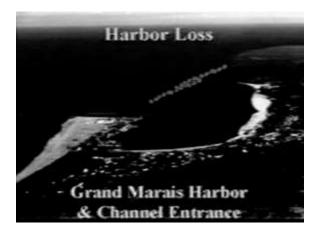
Diapositive 14:

La flèche de terre qui sépare la lagune est étroite. Elle est en érosion et il y a formation de brèches. La lagune et les milieux humides vont être détruits, et seront aux prises avec de grandes vagues de forte énergie. Éventuellement, la lagune va devenir le nouveau trait de côte.



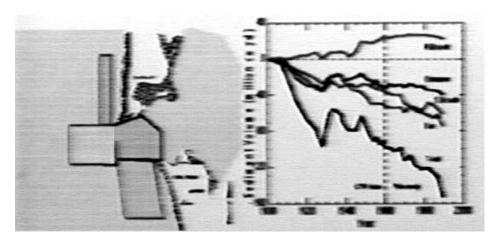






Diapositives 15 a, 15 b et 15 c:

Un cas particulier s'est produit à Grand Marais au Minnesota, sur le bord du lac Supérieur. Une large portion de terrain a été érodée et transportée vers les eaux profondes du lac Supérieur. Comme la côte reculait, l'approche traditionnelle des ingénieurs a été d'enrocher la côte, sans toutefois arrêter la perte de sable. Une brèche s'est formée, alors que les blocs ont été submergés. Ce n'est désormais plus un port et il ne peut plus servir pour la navigation.



Diapositive 16:

Un autre point intéressant : un nouveau rapport portant sur la région de Grays Harbor, Washington, a été réalisé par le corps des ingénieurs de l'armée. Il est question d'une importante perte de sédiments sur les rives de quatre secteurs adjacents aux structures portuaires. Cent cinquante millions de verges cubes de sable ont été perdues depuis 1900. Un autre fait intéressant : depuis 1949, le taux d'érosion a augmenté passant de 3 pieds à 60 pieds par an actuellement. Le rapport soutient aussi que la bande de terre qui sépare la baie intérieure de l'océan ne mesure plus que de 300 pieds. Par conséquent, dans sept ans, cette baie fera partie intégrante de l'océan. Cent cinquante millions de verges cubes de sable sont suffisantes pour vider, sur une largeur de 60 pieds et sur une épaisseur de 10 pieds, l'ensemble de la plage du front maritime atlantique de cette région.



Diapositive 17:

Stickney Ridge est localisée à Grand Haven, Michigan, immédiatement au sud d'un port où l'érosion occasionne de sérieux problèmes depuis plus de 50 ans. Plus de 40 maisons ont été emportées dans cette région durant cette période. Ces propriétés ont subi les conséquences de ce problème. Il était pourtant possible de déceler certaines évidences. Le sable a simplement été retiré sous les maisons. Sans support, elles sont tombées dans le lac.

Diapositive 18:

Nous avons été appelés ici dans une situation d'urgence, parce que la base de la falaise était en érosion. Vous pouvez voir, où il y a la ligne rouge, une succession de murets qui n'ont pas réussi à arrêter l'érosion ainsi que la chute des maisons.



158 Actes du Colloque sur l'érosion des berges





Diapositives 19 a et 19 b:

Un an plus tard, vous pouvez voir la localisation des murets indiquée par la ligne rouge, et vous pouvez voir aussi où nous avons implanté les modules de notre système. Nous en reparlerons davantage dans un moment. Dans la zone en jaune, on observe une concentration de morceaux de bois provenant des murets endommagés.

Cette photographie montre la localisation des rangées de murets, six ans après notre intervention. Remarquez la végétation, sa croissance, et la hausse du niveau de sable.



Diapositive 20:

Je voudrais maintenant vous expliquer ce qu'est un stabilisateur de courants de fond. Il s'agit de modules en géotextiles, des matériaux synthétiques, dans lesquels nous injectons un ciment. Cela permet de diminuer la profondeur de l'eau, de faire diminuer les courants, de briser les vagues et de favoriser la sédimentation du sable, pour édifier à nouveau les plages et les dunes.

Diapositive 21:

Vous pouvez voir où étaient les murets et constater encore la différence en 1992. Récemment, au printemps, j'ai visité le site. Il y a davantage de plantes, les arbres sont plus gros et la plage se développe, de même que les dunes.

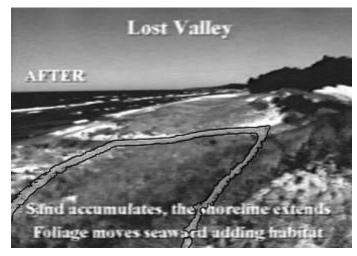


159 Actes du Colloque sur l'érosion des berges



Diapositive 22: Ici, vous avez une autre région dans laquelle nous avons travaillé, soit à Montague au Michigan. Le secteur indiqué par deux traits gras montre le site où le stabilisateur de courants de fond a été placé.

Diapositive 23: Voyez après le traitement. Remarquez l'élévation du rivage, les nouvelles dunes, les plantes en croissance. Le secteur indiqué par deux traits gras montre l'endroit où le système a été placé.





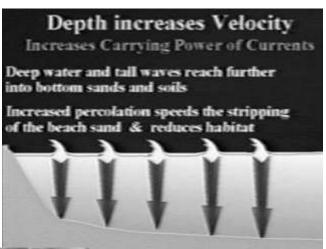
Actes du Colloque sur l'érosion des berges

Diapositive 24: Lorsque l'eau remplace le sable, comme nous le constatons ici à New Buffalo au Michigan située juste au nord d'un port, il est important d'observer certaines choses. Non seulement nous perdons le support, mais

l'eau devient très profonde au pied de la falaise.

Diapositive 25:

Lorsque cela se produit, les vagues deviennent plus importantes. Ces vagues ont davantage d'énergie et les courants ont une plus grande force pour transporter le sable ailleurs.



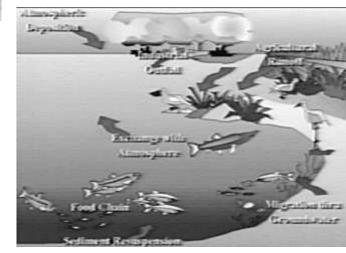
New Buffalo - 1983

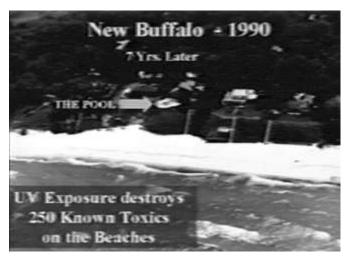
Diapositive 26:

Plusieurs approches traditionnelles ont connu un échec. Comme vous pouvez le voir dans la zone orangée, il y a d'importants dommages sur le talus et à proximité. Remarquez l'endroit où la piscine est localisée et gardez cette localisation en tête. Les stabilisateurs de courants de fond ont été placés sous l'eau, dans les endroits où nous voulions diminuer les vagues et les courants.

Diapositive 27:

Lorsque vous voyez des régions où il y a des fosses septiques, des maisons ou des industries, cela veut dire que les eaux de drainage et de ruissellement transportent des toxines vers les plans d'eau. Il existe plusieurs formes de toxines qui pénètrent dans nos eaux. Il est important de comprendre ce fait parce qu'il s'agit de l'eau que nous buvons et dont nous avons besoin pour vivre, de même que d'autres formes de vie, qui dépendent aussi de cette eau.





Diapositive 28:

itive

La plage s'est reformée. Regardez la piscine 7 ans plus tard et la qualité de l'eau. Un facteur important à propos des plages, c'est qu'elles agissent comme un filtre naturel et assurent la qualité de nos eaux tout en protégeant nos propriétés. Les plages sont des aires de récréation, mais elles sont aussi des habitats pour les bivalves, et d'autres formes de vie qui dépendent de ces milieux pour survivre. Il est vraiment important pour nous, et pour toutes formes de vie, d'avoir des littoraux restaurés.

29:

Regardez à New Buffalo : la localisation de la piscine est indiquée par la flèche. Le secteur portuaire ne provoque plus de perte importante de sable, comme il l'a déjà fait auparavant. Le littoral est stabilisé, la richesse de la communauté s'est accrue, la valeur des propriétés est en croissance, les gens viennent s'installer dans ce secteur. La restauration des plages n'a pas simplement une valeur récréative, ni une stricte valeur économique, c'est aussi un bénéfice écologique. Nos plages retrouvent ainsi leur condition naturelle d'accumulation.



Leeland 198



Diapositive 30:

Une fois la plage restaurée, une autre partie importante des travaux de restauration concerne l'arrière-plage. Sur cette photographie, vous pouvez voir les travailleurs qui restaurent une zone où le sapement a endommagé les racines des arbres. Il s'agit de sauver l'ensemble des arbres autour de la zone d'escalier.

Diapositive 31:

Neuf ans plus tard, vous pouvez à peine discerner l'escalier. Remarquez les arbres, leur taille, la santé et la beauté de cette région, lorsqu'elle retrouve ses conditions naturelles.



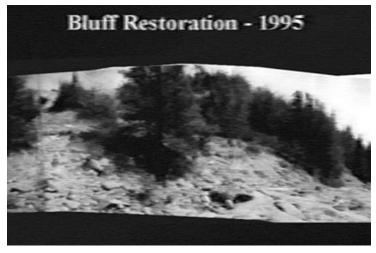
Frankfort Hills 1987 The first layer anchors he project and binds o the earth beneath

Diapositive 32 : Cette zone de dunes, localisée à Frankfort, Michigan, était située sur un flanc élevé à pente forte, ce qui est plus difficile à stabiliser. Vous pouvez voir nos travaux en cours qui sont à toute fin pratique terminés. La photographie suivante illustre les résultats de ces travaux seulement quelques années plus tard.

Diapositive 33:

Comme il est indiqué, nous avons traité deux secteurs différents, mais les zones environnantes enregistrent aussi des bénéfices, non seulement occasionnés par les stabilisateurs de courants de fond qui édifient la plage dans toutes les directions, mais aussi à partir de la zone de plantes qui s'accroît d'elle-même à travers les autres secteurs et qui favorise la stabilisation de la côte.





Diapositive 34 : Les talus composés de dépôts glaciaires sont aussi difficiles à stabiliser et constituent des zones dangereuses où les blocs et les pierres peuvent dévaler la pente à n'importe quel moment. Nous avons eu de formidables succès avec l'avancement de nouvelles techniques de restauration dans ce type de milieu comme vous le constatez sur la photographie suivante.

Diapositive 35 : Un an plus tard, nous avons neutralisé toutes les pierres dangereuses, les fleurs sauvages poussent, la nature a été restaurée, que les plantes et les animaux semblent beaucoup apprécier.



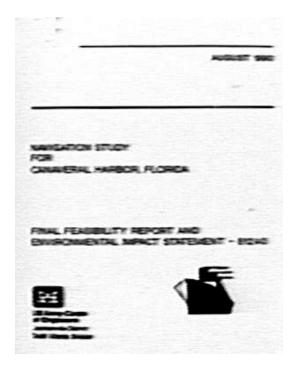
St. Vincent Island Island Seaward Growth Rings 3,500 Years of Fluctuating Seas

Diapositive 36 : Nous allons maintenant nous déplacer vers la Floride dans un environnement océanique le long du golfe du Mexique. Encore une fois, les données historiques montrent un processus complètement différent de ce qui se passe actuellement. La côte n'était pas en érosion. En fait, les plages étaient en expansion comme on peut le voir sur cette photographie.

165 Actes du Colloque sur l'érosion des berges

Diapositive 37:

Les études récentes de navigation, comme celle du Cape Canaveral en Floride qui a été réalisée par le corps des ingénieurs de l'armée, indiquent les vrais problèmes qui surviennent lorsque les ports sont construits et les chenaux sont creusés à travers une plage naturelle. La zone portuaire a été implantée en 1952 au Cape Canaveral. Un petit chenal a été creusé. Immédiatement, 41 milles de côtes qui n'avaient aucun problème d'érosion et qui gagnaient annuellement de 2 à 40 pieds de sable, se sont mis à avoir de sérieux problèmes d'érosion et à perdre une quantité importante de sable.



CHANNEL FLOW

Diapositive 38:

Cette photographie montre comment s'est produit ce changement soudain. Le sable est transporté par les forces gravitationnelles ou par la dérive littorale vers le chenal. Ensuite, le sable est remobilisé vers le large dans les eaux profondes, loin de la côte.

Diapositi ve 39 :

Protéger le littoral avec des structures lourdes n'apporte aucune valeur pratique et en fait, accélère l'érosion. Cette photographie a été prise à Long Boat Key en Floride. L'enrochement concentre l'action des vagues, ce qui augmente la vitesse du courant et favorise la formation d'un chenal parallèle au littoral.





Diapositive 40:

Lorsque des chenaux sont creusés le long du littoral, la plage perd son sable par gravité, qui migre vers le chenal, pour être ensuite transporté vers le large.



En 1982, une propriété du Manasota Key en Floride a perdu 40 pieds de terrain en un an dû à de petites tempêtes saisonnières. Regardez comment les fondations sont près de la limite des marées.

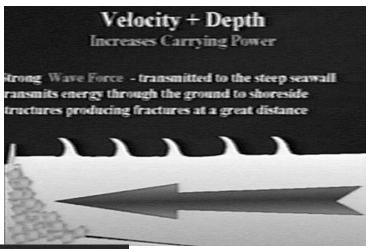




Diapositive 42: Aujourd'hui, de larges plages ont été reformées. Les zones plus élevées ont un couvert végétal et c'est maintenant l'une des plus importantes aires de ponte pour les tortues dans le golfe du Mexique.

Diapositive 43:

Souvenez-vous que l'enrochement du littoral amplifie seulement le problème, en permettant à de plus grandes vagues, et à celles de tempêtes, de pénétrer davantage à l'intérieur de la zone côtière.



Low Velocity and Shallow Waters Limits Carrying Power In addition to the scouring action the height of the wave contributes to it's ability

The penetration of the bottom can not only liquefy the bottom but also frees materials previously safely buried

Diapositive 45:

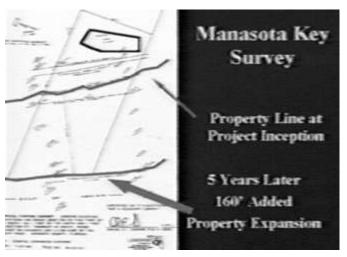
to penetrate the bottom

Le trait rouge indique la localisation d'un enrochement qui à dû être reconstruit trois fois. Il s'est effondré trois fois. Cette photographie montre clairement l'érosion sévère en aval et la perte de sédiments derrière le muret.

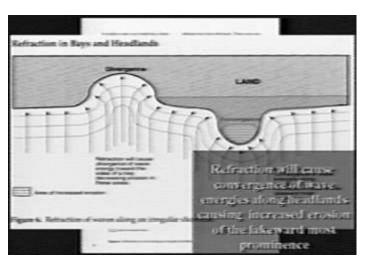
Diapositive 44:

Favoriser l'exondation du littoral, par un apport en sable, diminue et réduit la vélocité des vagues et des courants ainsi que leur pouvoir d'érosion.



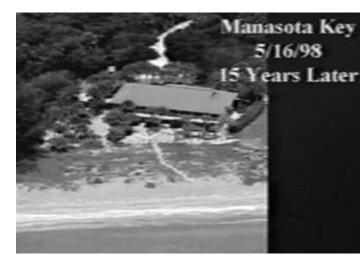


Diapositive 47: Nous pouvons voir la même propriété, 15 ans après. La photographie a été prise l'année dernière.



Diapositive 46:

Une fois que nous avons installé le système, le terrain a gagné 160 pieds. Nous pouvons voir les anciennes et nouvelles lignes de rivage indiquées par les traits rouges. Ceci est très important. L'état et les fonctionnaires fédéraux, devraient réaliser que nous avons non seulement arrêté l'érosion dans ce secteur, mais que nous avons aussi doublé la superficie de cette propriété privée. Nous avons restauré une ressource naturelle et avantagé le système de taxes foncières.



Diapositive 48:

Un élément important relatif à la localisation de cette propriété, c'est qu'elle était située sur le tronçon de la côte le plus exposé à la mer. Ces secteurs perdent généralement leur sable en premier.

Diapositive 50:

Ce secteur a gagné plus d'un million de verges cubes de sable, mais plus important encore, il s'est présentement élevé de six pieds au-dessus du niveau moyen des hautes mers. Ceci est important car les scientifiques parlent de la hausse du niveau marin qui menace nos littoraux. Avec nos travaux de restauration, nous compensons maintenant la hausse du niveau marin de 2 pieds par siècle, que nous prédisent les scientifiques. Nous avons présentement compensé, pour les 300 prochaines années, la hausse du niveau marin, en élevant le littoral de six pieds.



Geologists suggesting people are erosion problem

Diapositive 51 : Les géologues disent aux riverains de quitter le littoral et de ne pas résoudre le problème. On ne peut se permettre de laisser aller New York ou le phare du Cape Hatteras. Nous avons besoin de restaurer nos littoraux.

Diapositive 52 : Nous devons stopper l'érosion qui n'est pas naturelle. Nos propriétés privées peuvent coexister avec les installations partenaires. Nous avons la technologie pour le faire.





Diapositive 53:

Je suis Dick Holmberg de Holmberg Technologies, Inc. Je voudrais vous remercier de m'avoir écouté.

PÉRIODE DE QUESTIONS (avec la participation de Nathalie Perreault, interprète)

Question On n'a pas vu votre système sur le document vidéo. Pouvons-nous avoir plus de détails sur celui-ci?

D. H. et N.P. Les stabilisateurs sont faits de géotextiles. Ça ressemble à des dos d'âne qui servent à ralentir le courant. On permet ainsi au sable de sédimenter. On augmente donc le volume de sable près de la berge. On rebâtit ainsi graduellement la plage. Et on n'a pas vu le système sur le vidéo, parce qu'il est installé sous l'eau. Il a quelques pieds de hauteur. Il est fabriqué de géotextiles. Et on le remplit de ciment pour que ce soit stable.

Question Quelle est l'efficacité de votre système en hiver, dans les milieux où il y a de la glace?

D. H. et N.P. Des installations de ce genre existent déjà dans les grands lacs, au lac Michigan, entre autres, depuis une trentaine d'années. La glace n'est pas un problème dans ce cas-ci. Ce sont plutôt les débris, par exemple des arbres qui, poussés par le vent, arrivent à une vitesse de 20 milles à l'heure. Mais les stabilisateurs ont résisté à ce genre de débris. Ils sont effectivement assez solides pour supporter la glace, pour répondre à votre question.

Question Est-ce que la glace réduit l'efficacité du système ou la vitesse de rechargement de la plage comme telle ?

D. H. et N.P. C'est une bonne question. Effectivement, parfois l'impact de la glace, surtout au printemps quand la glace commence à fondre, forme comme un muret de roches. C'est là que l'énergie des vagues peut se concentrer pour emporter le sable qu'on voudrait accumuler. Cependant, au fur et à mesure que les glaces fondent et qu'on se dirige vers l'été, le sable s'accumule à nouveau grâce aux stabilisateurs. La plage peut ainsi continuer à se régénérer. Il demeure cependant évident que le rendement est moindre, quoique présent, avec les glaces.

Question Quel est le coût de ce système ? Et y a-t-il un endroit où votre technologie a moins bien fonctionné que ce que vous aviez prévu ?

D. H. et N.P. En ce qui concerne les faiblesses de ce système, lorsqu'ils l'ont essayé les premières fois, ils remplissaient les stabilisateurs avec du sable, ce qui créait des problèmes d'instabilité avec les glaces. En utilisant plutôt du ciment, on a éliminé ce problème.

Maintenant, en ce qui concerne les coûts, tout dépend des dégâts sur la berge, compte tenu des modifications qu'il y a eu. En certains endroits, aux États-Unis, on drague le sable au large pour le remettre sur les plages. Cette technologie coûte deux millions de dollars chaque fois. La technologie Holmberg, c'est un million de dollars une seule fois. Vous pouvez donc immobiliser sur plusieurs années.

Question Qu'est-ce qui détermine les endroits où on installe les stabilisateurs ?

D. H. et N.P. Parfois, je n'ai pas le choix. S'il s'agit d'une route qui s'effondre, je dois placer les stabilisateurs vis-à-vis cette portion de berge. Toutefois, lorsqu'il s'agit d'une longue section de côte, je vais tenir compte de la force des vagues et des vents, de la profondeur de l'eau, des modifications qu'il y a eu tout le long de la berge en question. Tout dépend des priorités. Il y a un autre

paramètre. Si j'avais le choix, en prenant l'exemple du lac Michigan, où il y a plus de 600 ports et 400 installations qui ont un impact sur les berges, j'installerais mes stabilisateurs tout près de ces installations, afin d'en diminuer les impacts.

Question Jusqu'à maintenant, on a parlé d'endroits où il y avait beaucoup de sable disponible ou beaucoup d'installations anthropiques (humaines). Ici, nous n'avons ni l'un ni l'autre. Est-ce que cette technologie pourrait quand même être appliquée chez nous ?

D. H. et N.P. J'ai travaillé dans des endroits où il n'y avait apparemment pas de sable du tout. Même les gens ne se souvenaient pas d'en avoir déjà vu là. Il s'agissait d'un fond rocheux profond et d'une côte rocheuse. En installant six stabilisateurs sur une distance de 24 milles, ils ont réussi à ramener du sable pour refaire les plages.

LA PROTECTION DES LITTORAUX NORD-CÔTIERS UNE APPROCHE ENVIRONNEMENTALE

Pierre Bertrand

Les consultants en environnement ARGUS Inc.

Monsieur Bertrand est géomorphologue de formation. Il est diplômé des universités Laval (diplôme de géomorphologie), Paris VII (certificat en aménagement des littoraux) et de l'Institut National de la Recherche Scientifique (étude de doctorat en sciences de l'eau). Il a de plus été stagiaire au Netherland Institute of Sea Research (Hollande) spécifiquement en restauration des milieux littoraux.

Monsieur Bertrand travaille depuis plus de vingt ans sur le Saint-Laurent. D'abord dans le cadre de fonctionnaire au ministère des Pêches et des Océans où il a notamment réalisé plusieurs études portant sur la contamination des sédiments marins. On lui doit d'ailleurs d'avoir mis à jour la contamination de la baie des Anglais par les BPC's. par la suite, M. Bertrand a pris la direction des Consultants en environnement ARGUS où il s'est évertué à développer d'abord des outils de gestion pratique des littoraux, des milieux humides et des systèmes lagunaires et par la suite d'avoir développé, testé et normalisé de nouvelles techniques de stabilisation des rives qui utilisent des armatures végétales. Ces techniques sont d'ailleurs aujourd'hui promues par les deux ministères de l'Environnement.

Au cours des dix dernières années, M. Bertrand a développé plusieurs outils et techniques qui constituent aujourd'hui la base d'une nouvelle discipline en émergence à savoir l'éco-ingénierie. Nouvelle discipline qui tende d'intégrer les principes de l'écologie aux impératifs de l'ingénierie.

En terminant notons que M. Bertrand en plus de présider aux destinées des Consultants en Environnement ARGUS est aussi le vice-président Environnement et Ressources naturelles de ROCHE LTÉE, Groupe-conseil. Il préside l'actuelle commission environnement de l'Association des ingénieurs-conseils du Québec.

RÉSUMÉ

Les administrateurs d'outils législatifs, les responsables de programmes de développement technologique, les gestionnaires de fonds reliés à la mise en valeur des habitats fauniques ainsi que les organismes non gouvernementaux tels que les ZIP sont de plus en plus confrontés à prendre des décisions face à des projets dont le contenu est de plus en plus technique. Face à cela, ces organisations sont souvent réduites à faire confiance aux promoteurs de techniques. Il en résulte régulièrement des projets bidons qui jettent du discrédit sur les organismes parrains tout en minant l'énergie du personnel plus souvent qu'autrement bénévole. Pour palier à cette situation, l'utilisation de guides demeure un outil intéressant pour ces organismes. Ces guides sont généralement rédigés à la demande de décideurs stratégiques et faits par un personnel expérimenté, notamment par des spécialistes qui travaillent régulièrement avec une ou plusieurs des méthodes ou techniques proposées dans ces guides. Ces guides ont rarement comme objectif de freiner le développement de nouvelles techniques ou approches ; ils permettent seulement de faire un tri entre elles.

C'est dans ce contexte que le guide que nous présentons ici trouve sa justification. Il permet d'évaluer, à partir de critères environnementaux, les techniques de stabilisation de rives les plus appropriées dans un contexte géomorphologique donné. Cet outil permettra d'examiner le projet et les informations sur le milieu récepteur, d'évaluer les impacts identifiés par le projet de stabilisation proposé et de réduire les impacts au minimum. Une grille décisionnelle est présentée de manière à faire cheminer le projet proposé. Les principales techniques susceptibles d'être utilisées dans les milieux côtiers du Saint-Laurent sont décrites et certaines d'entre elles sont proposées.

INTRODUCTION

Considérée par plusieurs comme étant un processus naturel, l'érosion des littoraux n'en constitue pas moins un problème réel auquel nous sommes régulièrement confrontés. Cela est d'autant plus vrai qu'une forte proportion des infrastructures de développement et de communications du Québec prennent place en bordure des littoraux.

Les littoraux constituent des systèmes naturels dynamiques et complexes, ce qui n'est pas étranger à leur originalité écologique et à l'attrait qu'ils exercent sur le tourisme. Dans ce contexte, combattre l'érosion, car il s'agit bien d'une bataille, exige le déploiement d'efforts considérables le plus souvent voués, à plus ou moins long terme, à l'échec. Pour ajouter à la problématique, un des impacts déjà mesurable des changements climatiques est la remontée du niveau moyen des océans. Une remontée d'une quinzaine de centimètres depuis le début du siècle serait déjà enregistrée pour le golfe du Saint-Laurent (Pointe-au-Père). En modifiant à la hausse le niveau moyen des océans, c'est l'équilibre sédimentaire des littoraux qui s'en trouve affecté, tel que démontré par le principe de Bruun.

PROBLÉMATIQUE

Contrairement à ce que certains croient, les connaissances scientifiques concernant la dynamique des milieux littoraux sont relativement avancées, et il en va de même en ce qui a trait aux techniques de protection et de restauration des plages. Cependant, il s'agit de deux mondes isolés entre lesquels les échanges semblent difficiles. Les scientifiques et les ingénieurs doivent prendre en considération les aspects qualitatifs et quantitatifs des environnements littoraux.

Depuis plusieurs années, des structures de protection de toutes sortes et de tout gabarit ont été mises en place pour contrer ce phénomène, sans y parvenir convenablement. Les interventions se font généralement par décret, pour des situations d'urgence, laissant ainsi peu de place aux études de la dynamique littorale et à la recherche de solutions mieux adaptées aux conditions environnementales locales et régionales.

Dans ce contexte, il n'est pas surprenant de constater que la technique la plus utilisée sur le littoral de la Côte-Nord est sans contredit l'enrochement. Cette technique, très coûteuse et généralement assez performante à moyen terme, entrave cependant les processus naturels d'érosion et d'accumulation de sable sur la plage et cause, le plus souvent, la disparition de cette dernière. Ce faisant, il s'ensuit le démaigrissement de la base de l'enrochement et des travaux de réparation doivent être effectués régulièrement.

Pris isolément, la disparition de petites sections de plages, suite à des travaux de protection peut sembler insignifiante dans le contexte de la Côte-Nord, cependant, comme les interventions visent des secteurs où des infrastructures sont à protéger, elles prennent souvent place aux mêmes endroits. Cumulées au fil des ans, ces interventions finissent par avoir de sérieux impacts sur la qualité des écosystèmes en place. Pour cette raison, l'altération des rives a été récemment considérée comme hautement prioritaire par le Programme d'action national (PAN) du Canada pour la protection du milieu marin.

LA PROTECTION DES LITTORAUX

Il existe toute une gamme de moyens lorsque vient le moment d'intervenir dans le milieu pour contrer l'érosion du littoral. On pense alors aux champs d'épis, aux murs de protection, aux brise-lames et bien sûr aux empierrements. L'ingénieur n'a que l'embarras du choix. Cependant de nos jours, les ouvrages de protection des littoraux, et des plages en particulier, sont souvent l'objet de critique. On les trouve chers, notamment dans des régions peu peuplées; là où le nombre justifie difficilement de tels investissements moyennement efficaces, laids et parfois dangereux. De plus, les impacts sur l'environnement sont la plupart du temps négatifs. Le problème reste donc entier et le développement de solutions alternatives demeure une avenue ouverte.

Une telle situation vécue il y a quelques années dans la partie fluviale du Saint-Laurent nous a poussé à développer une nouvelle manière de faire. Il en a résulté la mise au point de techniques utilisant des armatures végétales pour contrer le problème d'érosion affectant plus de 450 kilomètres de rives le long du Saint-Laurent. Les techniques furent normalisées dans le cadre de projets pilotes et rendues accessibles au public et aux intervenants par la réalisation d'un guide vendu jusqu'à maintenant à plus de trois cents exemplaires. Comme quoi lorsqu'ils existent, les moyens sont bien utilisés.

PENSER GLOBALEMENT POUR AGIR LOCALEMENT

Le développement de solutions alternatives concrètes pour protéger les littoraux nord-côtiers exige par contre une remise en question de notre mode d'analyse des problèmes d'érosion. Aussi l'utilisation de l'approche éco-systémique comme méthode d'analyse permet d'aborder le problème différemment.

Tout d'abord, il est fréquent de constater que l'érosion des littoraux est une conséquence directe de la dégradation, voire de la disparition d'une des deux composantes intimement liées aux littoraux, à savoir : l'avant-plage et la dune bordière; le littoral n'étant qu'un lieu de transition sédimentaire : Qu'une seule de ces composantes soit affectée et c'est toute la dynamique sédimentaire littorale qui est perturbée!

Aussi, lors des épisodes de tempête, les dunes servent de zones tampons et fournissent alors le sable nécessaire à l'équilibre sédimentaire local et régional. Une partie de ce sable est alors dispersée latéralement via le courant de dérive littoral alors que l'autre portion va engraisser les barres d'avant-plage. Ce faisant les barres d'avant-plage atteignent des dimensions qui, en contrepartie, leur permettent de freiner l'arrivée des prochaines vagues et des houles à la rive. Par la suite, notamment en période de temps calme, les barres d'avant-plage migrent vers les plages et restituent à celles-ci le sable préalablement reçu en période d'agitation. Il s'agit bel et bien là d'un système obéissant à une règle d'auto-régulation. Ainsi, on comprend mieux qu'une intervention sur une seule de ces composantes puissent affecter l'ensemble de la dynamique littorale d'un secteur donné.

UNE APPROCHE ENVIRONNEMENTALE INTÉGRÉE

Les expériences étrangères, notamment hollandaises, sont riches d'enseignement en matière de protection et de restauration de littoraux. Il est possible d'en tirer quelques règles essentielles, à savoir que :

partout où cela est possible, il faut rétablir un système dunaire entre la plage et les secteurs à protéger;

lorsque la dune est présente, il faut mettre en place un plan de conservation et d'entretien;

lorsqu'une plage existe et qu'elle représente une valeur environnementale, il est fortement recommandé de démarrer un programme de suivi de manière à intervenir rapidement et au besoin;

lorsqu'on veut reconstruire une plage, les épis disposés en champ demeurent un outil efficace, particulièrement si les différentes cellules font l'objet d'un rechargement artificiel;

la protection des avant-plages constitue la pierre angulaire d'un programme de protection des littoraux, sans les apports sédimentaires en provenance de cette zone, il devient alors difficile de justifier économiquement des interventions de protection;

il est primordial d'impliquer les utilisateurs des milieux littoraux dans les études et travaux de restauration des systèmes littoraux.

CONCLUSION

Les travaux actuels d'ingénierie destinés à la protection des littoraux s'intègrent difficilement dans une vision de gestion environnementale. Les interventions sont généralement réalisées en situation d'urgence et laissent alors peu de place à l'analyse des impacts à l'échelle régionale à moyen et long termes.

La modification du niveau marin associée aux changements climatiques en cours nous forcera à revoir notre façon de concevoir nos interventions en milieu littoral. Les sédiments de nos dunes, de nos plages et avant-plages devront dès lors être perçus comme une ressource naturelle vitale à laquelle il faudra apporter l'attention nécessaire. Un plan de gestion environnementale de l'ensemble des milieux littoraux de la région de la Côte-Nord devra être conçu par des spécialistes praticiens, présenté et discuté avec les principaux intéressés, à savoir les populations locales, et mis en action dans les plus brefs délais.

Des projets pilotes de protection et de restauration des littoraux devront être encouragés. Un forum permanent de discussions devrait être constitué, de manière à faire le suivi de la problématique, aider à la conception de projets pilotes sérieux, supporter les entités administratives locales dans leur démarche pour obtenir le financement nécessaire à la réalisation du plan global d'intervention et faire un suivi rigoureux des interventions passées et projetées.

Les moyens techniques pour mettre en place « une manière de faire » qui soit plus respectueuse de notre environnement existent. Les littoraux de la côte nord présentent un assemblage d'écosystèmes (marais, herbiers, estuaires, plages, dunes, etc.) qui fait partie de notre patrimoine naturel et qui mérite d'être protégé car la disparition ou la dégradation des habitats littoraux peuvent mener à l'altération irréversible d'habitats vitaux au maintien de l'équilibre biologique du golfe du Saint-Laurent.

PÉRIODE DE QUESTIONS

Question Dans votre grille environnementale, qu'en est-il de la valeur abiotique ?

P. B. À mon avis, c'est implicite. Tout ce qui est biologique. En dernière instance, c'est nous qui profitons de tout ça. La beauté des paysages, le fait qu'il y ait des oiseaux ; c'est nous qui décidons qu'il s'agit là d'une valeur importante. L'autre correspond à des facteurs abiotiques. Il y en a beaucoup parce que plusieurs de ces éléments servent même au design et à la recherche de solutions. Sur les aspects biologiques, on s'occupe de quoi en réalité ? Est-ce qu'on va menacer une aire de reproduction, une aire de repos ? Il y a une question de paysage. Moi j'ai de la difficulté à circonscrire la valeur paysagique. Il y a des gens qui sont spécialistes dans ce domaine. En dernière instance, tout ça dépend de nous. C'est pour ça que dans le choix des techniques, nous nous rapprochons des gens qui utilisent le milieu.

J'écoutais la conférence de M. Larouche, ce matin, qui nous expliquait que les gens de l'Alcan ont fait cet exercice pour essayer de comprendre ce qu'ils voulaient et quels étaient les problèmes et je pense que c'est la meilleure façon de faire. Et je pense que l'essence même de ce colloque, et c'est ça la beauté du colloque aujourd'hui, c'est de sensibiliser un paquet de monde. Ce sont les gens qui prendront la décision finale. Nous sommes beaucoup d'experts dans la salle, qui venons de l'extérieur et qui allons nous esquiver en laissant aux gens d'ici beaucoup d'informations, au meilleur de notre savoir-faire. Mais ce sont les gens qui prendront la décision finale. Ce sont eux qui vont décider s'il est important, pour eux, d'avoir du canard ou pas. Ils peuvent décider qu'il est préférable de protéger la route, plutôt qu'une aire de reproduction ou une aire de repos. Ce sont leurs valeurs et les spécialistes, rendu à ce point, n'ont plus à s'en mêler. Quand tu ne vis pas là, tu n'as pas « d'affaire » là.

Question Je connais bien les ouvrages que tu as présentés au départ, de même que le guide d'évaluation de Pêches et Océans. Il existe une littérature assortie à l'ensemble de ces techniques. Tout ça est assez récent. Ça a été publié au début de 1996. Je me demande pourquoi vous êtes passés à côté d'une technique comme celle de M. Holmberg, qui était déjà connue et qu'il pratiquait déjà depuis une trentaine d'années, à ce que j'ai compris. Il y a aussi d'autres techniques, dont l'une est assez farfelue, qui n'ont pas été mentionnées. Il s'agissait, dans un cas, de pomper l'eau de la nappe sur la plage, pour favoriser le rechargement.

P. B. Pour répondre à ta question, nous sommes conscients que le guide n'est pas exhaustif. Ce n'est pas un guide qui a fait le tour de tout ce qui existait. C'est surtout un guide qui faisait le tour de ce qui était généralement proposé par les contracteurs. La commande venait de Pêches et Océans qui sont obligés de prendre des décisions par rapport à des stratégies qui leur sont proposées. C'est sûr qu'on s'est limité à ce qui était faisable au Québec. Il y a eu un inventaire dans certaines firmes d'ingénierie pour voir ce qu'ils proposaient et on est resté dans ce contexte-là. Moi j'aurais préféré faire le tour, mais il aurait fallu rajouter un zéro à notre contrat et autant que possible par en avant, en avant du point.

Non, nous n'avons pas de prétentions. C'est comme l'autre guide que nous avons fait en stabilisation des berges, d'autres gens nous ont dit : « C'est plate Pierre, tu mets ça dans un guide, tout le monde part avec ça. Nous autres, on a des idées, mais on peut pas les mettre dedans ». Ce n'est quand même pas une bible, tout ça va évoluer. Si, à un moment donné, on peut arrêter les choses et fixer un peu l'imaginaire sur des choses. Ça aide. Ensuite on verra. Tout ça va évoluer.

Quand je vous dis ... Les champs d'épis, moi, je pousserais ça. Je suis content d'apprendre. Tout à l'heure, malheureusement, je n'ai pas assisté à la conférence de M. Holmberg, parce que je préparais la mienne. Les épis ont été très peu utilisés, de façon systématique, au Québec, et très peu suivis... Ce que je veux dire, c'est que mettre une pointe de roches quelque part et passer l'année d'après pour dire qu'il y a du sable, c'est une chose ; mais designer ça systématiquement et faire un vrai suivi et en sortir, éventuellement, un genre de guide qui peut être utile aux autres, ça n'a jamais été fait au Québec. Et tant mieux si Hydro-Québec, c'est ce que je crois comprendre dans le communiqué de presse, s'implique même dans de petits projets qui vont dans ce sens. Je pense que c'est la direction qu'il faut prendre. Épis, sable, dunes, (incompréhensible) ; je pense que c'est dans ce sens qu'il faut aller. Le durcissement des littoraux, il n'y a personne qui gagne là-dedans.

Question Moi, je me questionne à propos des épis, en ce qui concerne le design. Je sais que sur le site Internet de M. Holmberg, « Erosion.com », il se défend bien de dire que ce sont des épis ou que ça se comporte comme des épis. Et même si, pendant sa conférence, nous n'avons pas pu voir à quoi ressemble ses stabilisateurs, j'ai pu lui en reparler et il a semblé dire qu'il s'agissait d'un design qui s'adaptait de place en place, avec de petites différences.

P. B. C'est un commentaire ou une question?

Question C'est que j'arrive au bout de ta conférence et je comprends qu'on fera encore de l'enrochement. Pourtant, Bernard Long me disait au téléphone qu'il se rendait en France, auprès d'un comité départemental aux prises avec des citoyens qui, après avoir bénéficié de travaux d'enrochement, il y a 40 ans, voulaient faire enlever ce qui a protégé leurs berges, parce que ce n'est pas naturel. Ils donnent 10 ans au gouvernement de leur département pour le faire.

P. B. S'il y a quelqu'un qui est contre l'enrochement, c'est bien moi, sauf qu'en milieu côtier, ça a toujours sa place. Pas toujours et partout, mais ça reste une technique parmi d'autres. Si tu n'as pas de sédiments disponibles, si tu ne veux pas payer pour aller en chercher en avant ou en milieu terrestre et en faire quelque chose, tu fais quoi ? Tu ne peux pas te battre personnellement contre la mer. À un moment donné, il faut que tu mettes quelque chose en place. En dernière instance, tu utilises

cette technique-là. Si on peut faire autre chose, oui, faisons autre chose pour l'empierrement. Seigneur !	. J'espère que tu ne conclus pas de ma conférence que je suis

LA STABILISATION DES RIVES, UNE APPROCHE ENVIRONNEMENTALE

Jean-Yves Goupil

Direction des politiques du secteur municipal, ministère de l'Environnement du Québec

Le travail de M. Jean-Yves Goupil consiste entre autres à donner des conseils aux directions ministérielles chargées de faire appliquer la loi et la réglementation en matière de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Il élabore également des cours de formation sur des éléments de la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Ces cours sont donnés aussi bien au personnel du ministère de l'Environnement qu'aux spécialistes de l'extérieur.

Coauteur du document ministériel de références pour l'analyse des projets en milieux hydrique, humide et riverain M. Goupil est aussi l'auteur d'un document de réflexion sur la ligne des hautes eaux et d'un autre sur la bande riveraine de protection. Il est également l'auteur principal du Guide des bonnes pratiques pour la protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Ce document est vendu par Les publications du Québec.

RÉSUMÉ

L'érosion des rives est un phénomène naturel, mais les interventions humaines peuvent l'amplifier ou encore créer de nouveaux foyers d'érosion. Qu'elle soit d'origine humaine ou anthropique, l'érosion peut causer des dommages importants à la propriété riveraine et il devient alors nécessaire d'intervenir dans le milieu pour contrôler l'érosion et stabiliser la rive. À cet égard, la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables établit un partage de responsabilités entre le gouvernement et les municipalités pour la délivrance des autorisations requises pour une intervention en milieu riverain. La Politique fournit aussi un cadre normatif qui précise les règles à suivre dans le choix d'une technique de stabilisation. Selon la Politique, il faut accorder la priorité à la technique la plus susceptible de rétablir la couverture végétale et le caractère naturel de la rive.

ÉROSION ET STABILISATION

L'érosion des rives est un phénomène naturel; c'est un mécanisme d'ajustements à des contraintes hydrauliques ou mécaniques. Cependant, l'activité humaine peut amplifier ces phénomènes d'érosion ou en créer de nouveaux foyers ici et là.

L'érosion a des impacts multiples, notamment sur l'équilibre écologique et hydraulique des lacs et cours d'eau, en augmentant la charge sédimentaire et en favorisant les phénomènes de sédimentation. L'érosion et son corollaire la sédimentation jouent un rôle important dans la vie d'un cours d'eau, mais passé un certain seuil ils peuvent aussi détruire ou perturber des habitats aquatiques et riverains et mettre en péril les usages reliés à l'eau. En s'attaquant à la structure du terrain, l'érosion peut aussi causer des pertes de sol, mettre en danger des bâtiments et des équipements importants et diminuer en conséquence la valeur des propriétés riveraines. Ces atteintes à l'environnement et à la propriété riveraine peuvent rendre nécessaire une intervention pour contrôler l'érosion et stabiliser la rive. Le contrôle de ces interventions est une responsabilité partagée entre le ministère de l'Environnement et les municipalités. Le partage de ces responsabilités est défini dans la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* et dans le *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement*.

LA POLITIQUE DE PROTECTION DES RIVES, DU LITTORAL ET DES PLAINES INONDABLES

La Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables a été adoptée le 22 décembre 1987. Elle a été modifiée une première fois en juillet 1991 et de façon plus importante, en janvier 1996. La Politique met à la disposition des intervenants municipaux et gouvernementaux un cadre d'orientation leur permettant de formuler des normes minimales de protection pour les lacs, les cours d'eau et les plaines inondables.

La mise en oeuvre des objectifs et des mesures de la Politique s'effectue par son intégration dans les schémas d'aménagement des MRC, en vertu de l'article 5 de la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme*. Il appartient ensuite à chacune des municipalités de la MRC de traduire dans un règlement les normes contenues au schéma d'aménagement pour les rendre applicables.

Selon le *Règlement relatif* à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement, les constructions, les ouvrages et les travaux qui sont autorisés par une municipalité, en application d'un règlement conforme aux normes de la Politique, sont soustraits à l'application de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, ceci pour éviter les situations de double autorisation, c'est-à-dire la nécessité pour un propriétaire d'avoir à obtenir à la fois un permis de la municipalité et un certificat d'autorisation du ministère de l'Environnement. Toutefois, cette exclusion ne s'applique pas aux constructions, aux ouvrages et aux travaux qui sont réalisés à des fins municipales, commerciales, industrielles, publiques ou à des fins d'accès public, lesquels restent dûment soumis à l'obtention d'un certificat d'autorisation du ministère de l'Environnement.

La *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* présente des définitions importantes notamment en ce qui concerne la ligne des hautes eaux, la rive et le littoral. Ces définitions sont d'une grande importance, car la Politique prévoit l'application de normes de protection qui sont différentes selon que les travaux doivent être réalisés sur la rive ou sur le littoral, et c'est la ligne naturelle des hautes eaux qui permet de situer la démarcation entre ces deux milieux. La Politique propose aussi un cadre normatif pour permettre l'application des objectifs et des mesures qu'elle contient.

LES DÉFINITIONS

La **ligne des hautes eaux** est donc un concept utilisé par le ministère de l'Environnement pour définir la limite supérieure des lacs et cours d'eau et le début du milieu terrestre adjacent. Selon la Politique, la ligne des hautes eaux se situe à l'endroit où l'on passe d'une prédominance de plantes aquatiques à une prédominance de plantes terrestres. S'il n'y a pas de plantes aquatiques, la ligne des hautes eaux se situe à l'endroit où les plantes terrestres s'arrêtent en direction du plan d'eau.

Des cas particuliers sont prévus. Ainsi, s'il y a un barrage qui cause une retenue d'eau, la LHE se situe à la cote maximale d'exploitation de l'ouvrage hydraulique pour la partie du plan d'eau située en amont. Dans le cas d'un mur de soutènement qui a été érigé légalement, c'est-à-dire en conformité avec les règlements municipaux ou gouvernementaux, la LHE se situe au sommet du mur de soutènement.

Enfin, la Politique prévoit qu'on peut aussi situer la LHE à la limite des innondations de récurrence de 2 ans. Les informations qui permettent d'établir la limite de récurrence de 2 ans sont les mêmes qui servent à la délimitation des zones inondables de récurrence de 20 ans et de 100 ans. En outre, selon une étude réalisée en 1995, il y aurait une corrélation entre la limite des inondations de récurrence de 2 ans et la ligne qui correspond à l'endroit où l'on passe d'une prédominance de plantes aquatiques à une prédominance de plantes terrestres. À cause de cette corrélation, le ministère de l'Environnement considère ces deux lignes comme équivalentes.

La **rive** est la partie du milieu terrestre attenant à un lac ou un cours d'eau. Elle assure la transition entre le milieu aquatique et le milieu strictement terrestre et permet le maintien d'une bande de protection de 10 ou de 15 mètres de largeur sur le périmètre des lacs et le long des cours d'eau. La rive est mesurée horizontalement en partant de la ligne des hautes eaux, vers l'intérieur des terres.

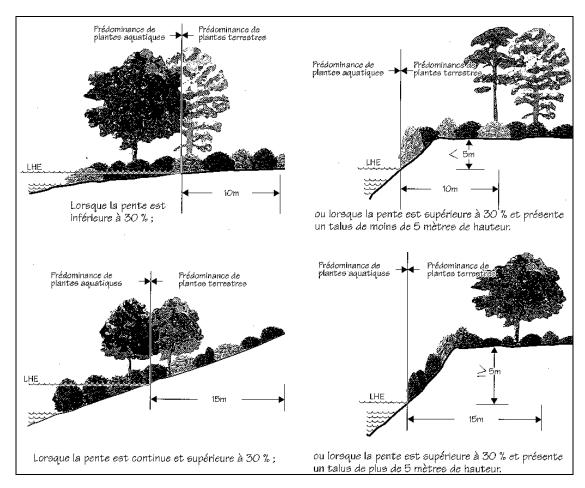


Figure 1. La profondeur de la bande riveraine varie selon la pente et la hauteur du talus.

Selon la Politique, le **littoral** s'étend depuis la ligne des hautes eaux vers le centre du plan d'eau. Les mesures de protection relatives au littoral sont généralement plus sévères que celles relatives aux rives.

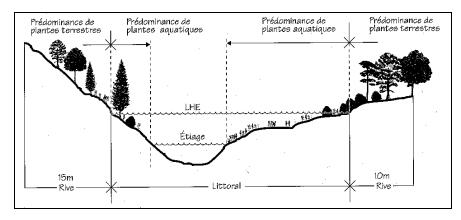


Figure 2. La rive, le littoral et la ligne des hautes eaux.

LE CADRE NORMATIF

En vertu de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables et du Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement, les travaux de stabilisation de rives doivent, au préalable, être autorisés, selon le cas, par la municipalité ou par le ministère de l'Environnement. Tous les lacs et tous les cours d'eau à débit régulier ou intermittent sont visés par ces autorisations. En outre, selon la Politique, il faut accorder la priorité à la technique la plus susceptible de rétablir la couverture végétale et le caractère naturel de la rive.

La végétation riveraine joue des rôles multiples sur le plan environnemental. Elle constitue un habitat pour la faune et la flore, une barrière contre les apports de sédiments aux plans d'eau, un rempart contre l'érosion des sols et des rives, un écran au réchauffement excessif de l'eau, un régulateur du cycle hydrologique, un filtre contre la pollution de l'eau et un brise-vent naturel. En jouant ces rôles importants, la végétation contribue à préserver les valeurs écologiques et biologiques des milieux riverains et c'est pourquoi il faut toujours accorder la priorité aux techniques qui permettent de rétablir la couverture végétale des rives.

Les techniques utilisant les végétaux permettent de restaurer les milieux dégradés et de sauvegarder la beauté des paysages. Par comparaison, les ouvrages de génie mécanique (enrochement, mur de soutènement, etc.) mènent à une artificialisation croissante des milieux riverains. De plus, les ouvrages en enrochement sont souvent surdimensionnés par rapport aux besoins réels de protection. Enfin, les murs de soutènement, qui sont souvent prétexte à l'empiétement du milieu hydrique, doivent généralement être reconstruits après quelques dizaines d'années seulement. Ceci devient un problème important lorsque le terrain est aménagé en forme de terrasse et que le mur est de bonne hauteur.

LA STABILISATION DES RIVES, PAR LE GÉNIE VÉGÉTAL

On peut regrouper les techniques de stabilisation de rives en trois grandes catégories : le génie mécanique, la renaturalisation et le génie végétal. Le génie mécanique comprend principalement les ouvrages en enrochement et les murs de soutènement en bois, en béton ou en gabions. Il s'agit de techniques traditionnelles qui sont biens connues. La renaturalisation des rives est une technique de stabilisation utilisée pour corriger des problèmes d'érosion peu sévères et qui ne requiert pas une expertise très poussée pour être mise en oeuvre. Elle consiste simplement à ensemencer les talus avec des espèces herbacées et à implanter des espèces arbustives et arborescentes. Enfin, le génie végétal est défini comme une combinaison de techniques alliant les principes de l'écologie et du génie pour concevoir et mettre en oeuvre des ouvrages de stabilisation de talus, de berges et de rives en utilisant des végétaux comme matériaux de base pour confectionner des armatures végétales.

Comment les végétaux peuvent-ils former une armature pour le sol sous-jacent? C'est dans la façon de les regrouper, de les disposer et de mettre à profit leur forte capacité d'enracinement qu'on trouve la réponse. Dans le génie végétal, on se sert des végétaux de manière à construire une armature pour retenir le sol en place, au même titre qu'une armature en bois ou en métal. Cette armature ligneuse est solidement fixée au sol par des piquets ou des pieux, et éventuellement par un puissant réseau de racines. En utilisant l'exemple du fagot, de la fascine et du matelas de branches, voyons maintenant comment on peut construire une armature ligneuse.

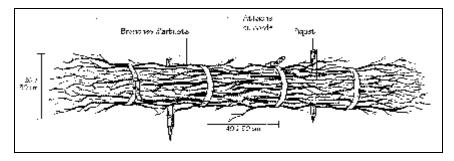


Figure 3. Le rang de fagots.

Comme illustré à la figure 3, le fagot est constitué par un arrangement de branches solidement attachées ensemble de façon à former un boudin uniforme de 20 à 30 cm de diamètre. Le boudin est enterré jusqu'aux 2/3 dans une tranchée creusée parallèlement aux courbes de niveaux et des piquets sont enfoncés profondément dans le sol pour bien fixer le boudin. Dès sa mise en place, le fagot forme ainsi une armature végétale qui contribue à la stabilité du talus. En outre, pour le fagot comme pour les autres techniques de génie végétal, on utilise des branches vivantes ayant une forte capacité de régénération, c'est-à-dire pouvant développer un système racinaire. La surface de contact entre le sol et le fagot est importante et un réseau de racines assez dense pourra se développer sur toute la surface du fagot en contact avec le sol.

En bas de pente, si les conditions l'exigent, on peut remplacer le rang de fagots par une fascine. Dans une fascine, les branches sont toutes placées dans le même sens et solidement fixées entre deux alignements parallèles de pieux enfoncés profondément. Plus imposante qu'un rang de fagots, la fascine présente une forme rectangulaire qui peut avoir de 30 à 40 cm de hauteur sur 20 à 30 cm de largeur. Tout comme le fagot, la fascine est enterrée jusqu'aux 2/3 dans une tranchée creusée en pied de talus. Cependant, pour assurer une meilleure prise dans le sol, on remplace les piquets par des pieux. Le fagot forme une armature végétale plus solide encore que le fagot ; les branches, également vivantes, assureront un fort enracinement.

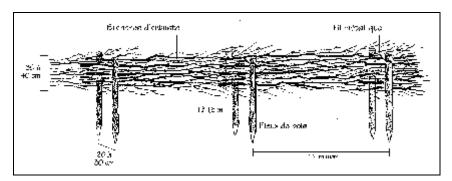


Figure 4. La fascine.

Le matelas de branches désigne un arrangement de branches déposées sur le talus, dans le sens de la pente. On recouvre légèrement les branches avec un matériel terreux et, s'il y a lieu, avec une natte pour assurer une meilleure protection. Le tout est solidement fixé au sol à l'aide de piquets et de fil métallique. Comme pour les fagots, les branches qui composent le matelas sont vivantes et dotées d'une forte capacité de régénération. Toute la surface du matelas de branches étant en contact avec le sol, on peut s'attendre à voir l'enracinement se former sur toute la surface du matelas. La protection offerte par un matelas de branches est immédiate, car il n'y a plus de surfaces dénudées susceptibles d'être endommagées par les eaux de pluie et de ruissellement.

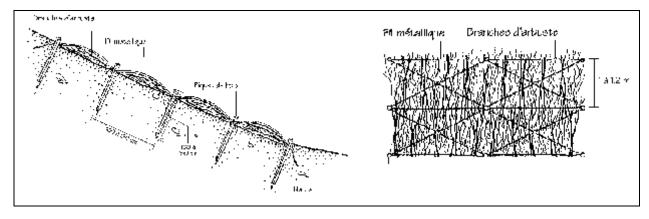


Figure 5. Le matelas de branches.

AMÉNAGEMENT TYPE

L'aménagement type d'un ouvrage de génie végétal comporte généralement un matelas de branches sur le talus et un rang de fagots, ou une fascine, en pied de talus comme illustré à la figure 6. On peut aussi implanter des espèces arbustives dans le haut du talus et recouvrir le matelas de branches d'une natte en fibres naturelles pour assurer une meilleure protection en attendant que le couvert végétal se développe. Le matelas de branches et le rang de fagots forment une armature ligneuse qui protège et stabilise le talus dès leur mise en place et ce, bien avant que la végétation n'ait repris. Si le ruissellement des eaux de surface est important, des rangs de fagots supplémentaires peuvent être mis en place plus haut dans le talus afin de freiner l'écoulement et favoriser la pénétration de l'eau dans le sol.

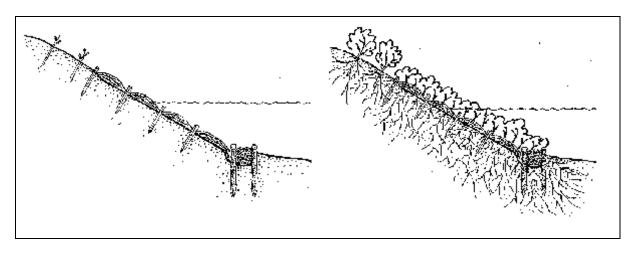


Figure 6. Aménagement type d'un ouvrage de génie végétal.

Photo 1 : Aménagement type d'un ouvrage de génie végétal.

En stabilisant les rives avec des végétaux, on utilise un matériau vivant. Au fur et à mesure que la végétation se développe, l'armature ligneuse s'enracine dans le sol. Au lieu de diminuer, la protection continue de croître, de s'étendre et de se renouveler pendant des années. Après quelques années, la résistance des végétaux aux forces d'arrachement est comparable, voire supérieure, à celle des matériaux traditionnels tels que les enrochements et les gabions. Il suffit de laisser la nature suivre son cours pour que la protection devienne permanente et qu'il ne soit pratiquement pas nécessaire d'intervenir. Le génie végétal permet de repousser les limites où il devient nécessaire d'avoir recours à des ouvrages mécaniques pour stabiliser les rives des lacs et cours d'eau.

Al-III/III

L'enrochement a aussi sa place dans les techniques de génie végétal. Toutefois, contrairement à ce qui se passe dans les

ouvrages purement mécaniques où il occupe toute la place, l'enrochement est réduit au strict minimum lorsqu'il est utilisé en combinaison avec les techniques végétales. On l'utilise à la base de talus affectés par une érosion sévère ainsi qu'aux endroits où les végétaux utilisés en stabilisation végétale ne peuvent survivre parce que l'inondation du talus est soit trop fréquente, soit permanente. On limite la hauteur de l'enrochement au niveau où l'implantation d'une végétation riveraine devient possible.

RÉFÉRENCES

Goupil, Jean-Yves. 1998. Protection des rives, du littoral et des plaines inondables : Guide des bonnes pratiques. Réalisé par le Service de l'aménagement et de la protection des rives et du littoral. Québec : Ministère de l'Environnement et de la Faune : distribué par les Publications du Québec, 1998. ISBN 2-551-18975-6, Envirodoq : EN980461

Environnement Canada, Service canadien de la faune, 1996. *Guide d'interventions*. *Restauration naturelle des rives du Saint-Laurent... entre Cornwall et l'île d'Orléans*, Hull, ministère des Approvisionnements et Services Canada, n° de catalogue : En-40-228/1996F, ISBN 0-660-95265-3, 3 chapitres et 1 annexe.

EXEMPLES D'APPLICATION DU GÉNIE VÉGÉTAL



Photo 3. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.

Après reprofilage de la pente, on met en place une fascine en pied de talus. En aval, près du pont, la fascine est remplacée par un enrochement à titre expérimental. Les travaux ont été effectués à l'automne 1997.

(photo: Les consultants en environnement Argus inc.)

Photo 2. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.

L'érosion du pied de talus en zone agricole a provoqué l'affaissement de la berge. (photo : Les consultants en environnement Argus inc.)





Photo 4. Rivière du Cap rouge à Cap-Rouge. En haut de la fascine ou de l'enrochement, on installe un matelas de branches. (photo : Les consultants en environnement Argus inc.)

Photo 5. Rivière du Cap Rouge à

Cap-Rouge.

Vue rapprochée de la fascine et du matelas de branches. Celui-ci est recouvert d'une natte et le tout est fixé au sol par des piquets et du fil métallique. (photo : Les consultants en environnement Argus inc.)



Photo 6. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.



Le printemps suivant, les premières tiges percent la natte. Celui-ci est recouvert d'une natte et le tout est fixé au sol par des piquets et du fil métallique. (photo: Les consultant en environnement Argus inc.)

Photo 7. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.

L'état du couvert végétal après 2 ans. (photo : ministère de l'Environnement)



Photo 8. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.

Vue générale de la rivière à l'automne 1998. La rive en érosion (à gauche) a été stabilisée avec succès. (photo : Les consultants en environnement Argus inc.)



Photo 9. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.

État des lieux avant intervention. Le talus escarpé a une hauteur approximative de 9 à 10 mètres et une pente de 43 degrés. (photo : Les consultants en environnement Argus inc.)





Photo 11. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.

En plus de la fascine et du matelas de branches, le projet de stabilisation prévoit l'installation de rangs de fagots dans la partie supérieure du talus. (photo : Les consultants en environnement Argus inc.)

Photo 10. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.

Mise en place d'une fascine et d'un matelas de branches en pied de talus. Les travaux de stabilisation ont été effectués à l'automne.

(photo: Les consultants en environnement Argus inc.)



Photo 12. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.

Vue latérale montrant la densité de la végétation arbustive.

 $(photo: Les\ consultants\ en\ environnement\ Argus\ inc.)$



187 Actes du Colloque sur l'érosion des berges

Photo 13. Rivière du Cap Rouge à Cap-Rouge.

État des lieux à l'automne 1998. La végétation arbustive s'est développée normalement et il n'y a plus d'érosion. (photo : Les consultants en environnement Argus inc.).



PÉRIODE DE QUESTIONS

Question La ligne des hautes eaux, ça s'applique au fleuve Saint-Laurent ?

J.-Y. G. Oui, la ligne des hautes eaux, c'est universel au Québec. C'est à partir de la ligne des hautes eaux qu'on délimite le milieu hydrique, c'est-à-dire le littoral et le milieu terrestre, y compris la bande riveraine de protection de 10 mètres ou 15 mètres.

Question La bande de 10 mètres, ça n'existe pas tellement le long du Saint-Laurent, il y a des chalets...

J.-Y. G. Là, évidemment, il y a des situations antérieures avec lesquelles on doit vivre, mais dans le cas des nouveaux aménagements ou des nouveaux travaux qui devraient être faits, la municipalité doit gérer les interventions dans cette bande de protection. Alors, il y a des droits acquis qui sont reconnus, mais le futur est protégé.

Question Concernant... (inaudible)

J.-Y. G. Je ne peux répondre par cœur, mais j'ai une brochure dans laquelle l'élyme des sables est mentionnée. Il y a des espèces herbacées, des espèces arbustives et des espèces arborescentes ... On en a retenu un certain nombre qui sont indicatrices de la ligne des hautes eaux. Alors, en les reconnaissant sur le terrain, on peut y aller de façon sommaire pour délimiter la ligne des hautes eaux et on peut ensuite, à partir de facteurs physiques, valider tout ça. Par exemple, on retrouve régulièrement des traces laissées sur des structures en bois ou en béton, comme sur la culée d'un pont. Tu peux, par comparaison, voir si ta ligne semble ou non valide. Ce serait trop long d'aller plus avant dans les détails.

Question Vous avez montré des techniques de bio-ingénierie qui sont applicables en eau douce, avec ou sans marée, mais ici on est plus souvent dans un milieu d'eau salée. Même Pierre Bertrand, qui est un spécialiste en la matière, n'a pas mentionné la bio-ingénierie comme une technologie vraiment très utilisable en eau salée. Qu'est-ce que votre guide des bonnes pratiques prévoit pour la protection des berges en eau salée, dans les milieux estuariens marins ?

J.-Y. G. Écoutez, il y a eu plusieurs conférences qui ont abordé ces aspects-là, je ne voudrais pas prendre trop de temps là-dedans. Ce que j'ai voulu moi, c'est parler de façon générale des techniques de stabilisation des rives pour les lacs et les rivières. Évidemment, les milieux côtiers, en eau salée, sont très particuliers. Peut-être que Pierre Bertrand, ici, aurait un complément de réponse.

P. Bertrand Oui très court. En fait, la seule espèce qui pourrait être utilisée pour faire des armatures, c'est, pensons-nous, le rosier sauvage qu'on retrouve à un certain niveau en milieu salin, qui semble bien adapté aux embruns, etc. Mais, évidemment, ça nous positionne bien en haut du deux ans. Ce qui fait que ça ne le rend pas vraiment disponible pour des interventions là où ça fait mal, comme on dit dans l'annonce.

MODÈLE D'ANALYSE VISANT LA GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIÈRES

M. François Morneau Ministère des Transports du Québec

Monsieur François Morneau est titulaire d'un baccalauréat pluridisciplinaire de l'Université Laval, orienté principalement en géographie physique et en écologie.

Il a poursuivi des études graduées au Département de géographie à la même université où il complétait une maîtrise en géomorphologie et en cartographie écologique.

Après différentes charges d'enseignements à l'Université Laval et quelques mandats chez un consultant en environnement, il était engagé, en 1985, à titre de géomorphologue au Service de l'environnement du ministère des Transports du Québec. Dans le cadre de ses fonctions qui consistent à la réalisation et à la supervision d'étude d'impacts sur l'environnement, à des activités de surveillance de chantiers de construction et de suivis environnementaux, M. Morneau, par sa formation, est responsable notamment des dossiers relatifs aux problématiques d'érosion. C'est ainsi que dès 1988, il participe activement à diverses études de protection de berges dans diverses localités dans l'Est du Québec et notamment sur la Côte-Nord.

En 1996, suite au « déluge du Saguenay ». Monsieur Morneau a été affecté pendant plus d'un an au Bureau de la reconstruction et de la relance au Saguenay - Lac Saint-Jean. À titre de coordonnateur des travaux de reconstruction, il fut au coeur de la planification et de la réalisation des grands travaux de reconstruction des quartiers dévastés et de la restauration des principales rivières perturbées.

De retour au ministère des Transports depuis un an, il est chargé de projet d'études environnementales d'un vaste programme de protection de berges autour de la péninsule gaspésienne, dans la Baie des Chaleurs et aux Iles-de-la-Madeleine.

RÉSUMÉ

Les questions associées aux difficultés de gérer des milieux très dynamiques (processus naturels) et celles qui concernent la gestion des conflits entre la préservation des mécanismes d'équilibre naturel des côtes, le développement socio-économique des zones côtières et l'exploitation des ressources naturelles sont complexes. Un modèle d'analyse des systèmes côtiers, en cours d'élaboration dans le cadre d'une étude d'impacts portant sur un projet de stabilisation de berges, est proposé ici. Ce modèle systémique pourrait servir d'outil d'aide à la prise de décision dans la gestion intégrée des zones côtières, en permettant notamment de prendre en compte les dynamiques naturelles, la distribution des habitats fauniques, les usages actuels et potentiels.

Lors de cette présentation, les éléments de la problématique de l'érosion des berges et de la gestion des zones côtières sont présentés, afin de proposer un modèle d'analyse visant une gestion intégrée des berges.

PROBLÉMATIQUE DE L'ÉROSION DES BERGES

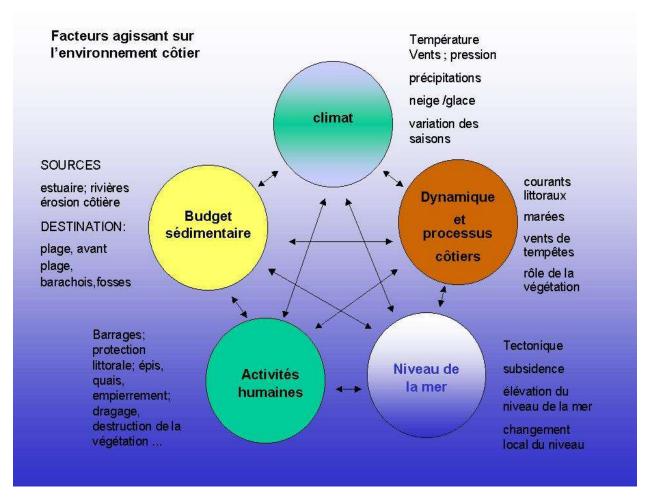
L'érosion des côtes et leur dégradation en général constitue depuis quelques décennies une préoccupation pour les populations qui dépendent des ressources littorales ou qui vivent dans les zones côtières. L'érosion littorale est un phénomène naturel et récurrent qui semble s'aggraver notamment à cause des changements globaux (effet de serre, élévation du niveau moyen des mers, etc.). En effet, l'augmentation des désastres naturels à l'échelle de la planète, qu'on attribue aux conséquences des changements climatiques, notamment au phénomène El Nino et, plus près de nous, les phénomènes climatiques extrêmes récents tels que le déluge du Saguenay, le verglas, les pluies diluviennes survenues en Gaspésie, nous rappellent à quel point les côtes sont vulnérables et que leur détérioration perturbe profondément les populations et leurs activités. Ce problème se pose avec d'autant plus d'acuité que la majorité de la population du monde vit sur la frange côtière et dépend des ressources côtières.

Au Québec, la problème de la vulnérabilité des côtes est moins préoccupant qu'ailleurs dans le monde, étant donné la faible densité de l'occupation du territoire. Toutefois, l'augmentation du nombre d'ouvrages de stabilisation sur le littoral, déjà réalisés ou en voie de l'être, témoigne de l'importance du phénomène. Au Québec, les voies de circulation ont été construites le long des cours d'eau, notamment du fleuve et du golfe. Cela a favorisé et structuré la création de villages et l'étalement de l'établissement humain le long des berges. Ce trait dominant du développement du territoire est particulièrement accentué en Gaspésie. Sur la Côte-Nord, les villages sont surtout concentrés, sur les grands plateaux d'origine deltaïque situés aux embouchures des grandes rivières. On peut facilement estimer que, sur la Côte-Nord, plus de 80 % des gens vivent à moins de 2 km du littoral ou des rivières. En longeant les cours d'eau et les contours des berges du fleuve et du golfe, on constate que le réseau routier est menacé par le recul de la côte dans les secteurs les plus dynamiques. Au cours des années, des dizaines de millions de dollars ont été investies dans le déplacement de tronçons routiers ou dans la stabilisation des berges dans l'est du Québec.

L'étalement de l'établissement humain le long des rives du fleuve et des rivières pose désormais un défi de taille, compte tenu du problème de l'érosion des côtes. C'est ainsi qu'au cours des dernières décennies, suite à des événements particuliers, (fortes inondations printanières, tempêtes...) ou à un phénomène récurrent tel que l'érosion progressive, des interventions visant soit la protection des berges ou le déplacement d'infrastructures et de bâtiments se sont multipliées, artificialisant d'autant les côtes ou perturbant le développement des zones côtières.

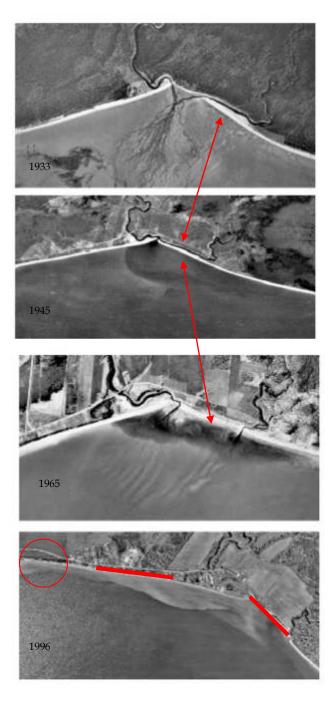
LE LITTORAL, UN MILIEU DYNAMIQUE

Bien que l'érosion des côtes constitue un problème sérieux qui crée d'importants impacts sur l'établissement humain riverain, il constitue néanmoins un processus naturel, en évolution, au gré de l'ensemble des conditions environnementales. Le modelé des rives évolue en fonction de multiples facteurs : le climat, le budget sédimentaire, les dynamiques côtières, les fluctuations du niveau de la mer et les activités humaines. Ces facteurs agissent différemment selon la nature des formations rocheuses et la topographie des rives.



La dynamique des littoraux résulte de multiples processus de sédimentation et d'érosion. En effet, de nombreux agents physiques, chimiques et biologiques provoquent l'érosion, le transport et la mise en place des sédiments. Engendrées par le vents, les vagues entraînent l'érosion des falaises meubles ou rocheuses. Les courants littoraux participent au charriage des matériaux d'érosion, qui en se déposant forment des plages et des cordons prélittoraux. Les marées, qui remanient les matériaux des estrans, commandent le niveau d'attaque des vagues sur les plages et le pied des falaises

La série de photographies aériennes de la baie Saint-Ludger, située au centre de la péninsule de Manicouagan, prises à différentes époques, montre l'évolution d'un système côtier particulièrement dynamique.



En 1933, le système évoluait au gré des dynamiques naturelles, sans influence de l'homme. Les flèches littorales situées aux embouchures s'allongaient au rythme des apports sédimentaires provenant de l'érosion même des côtes environnantes et des apports fluviaux. En 1945, ces deux flèches se rejoignaient. On pourrait expliquer ce phénomène par l'apport de sédiments provenant du développement des zones côtières limitrophes: déboisement, drainage des terres, etc. En 1965, des travaux visant la canalisation de la rivière sur la fèche dans le but « d'assainir » le marais lagunaire, a vite provoqué sa disparition, provoquant du même coup l'érosion du segment de berge.

Entre 1965 et 1996, le développement de la localité s'est poursuivi. À la suite des travaux de drainage des tourbières situées dans le haut des bassins versants et des terres agricoles, le bilan hydrique des deux rivières a été modifié, ce qui s'est traduit par une augmentation des débits des crues. Ces changements auraient peut-être favorisé le transport des alluvions vers le large, les empêchant ainsi de contribuer au budget sédimentaire de la côte. La construction de chalets et de résidences principales le long de la côte de cette localités'est poursuivie même si l'érosion littorale progressait. Le taux moyen du recul des rives variait autour de 0,5 m/an pour le segment ouest et de 1 m /an pour le segment est. Ainsi, en 1989, les propriétés riveraines étaient considérées comme menacées et l'urgence d'intervenir faisait l'unanimité. Dans le cadre du programme de stabilisation des berges, les deux segments de berges, totalisant 940 m, ont donc fait l'objet de travaux d'empierrement.

L'évolution des côtes se fait suivant un cycle naturel, qui pourrait se résumer ainsi : les falaises et les talus sont soumis à l'érosion

(principalement par les vagues) et reculent en fournissant à la mer, avec l'apport des alluvions des rivières, les matériaux nécessaires à la formation des plages et des avant-plages. Celles-ci tendent graduellement à s'élargir et à s'élever pour former une plate-forme littorale et des cordons prélittoraux. La ligne de rivage s'ajuste au gré des constantes modifications entraînées par le vaet-vient de la marée et le déferlement des vagues. En outre, l'érosion naturelle est généralement en équilibre avec les écosystèmes côtiers. Plusieurs d'entre eux, en constante évolution, ont besoin de l'érosion des secteurs adjacents pour se maintenir. Sans l'érosion, aucune plage, aucun barachois ne pourrait se maintenir et se développer. Les falaises vives (en érosion) de grès rouge, qui caractérisent si bien le littoral de la baie des Chaleurs ou des Îles-de-la-Madeleine, contribuent directement au maintien des

systèmes de plages, de flèches, de barachois et de cordons prélittoraux qu'on trouve dans les différentes localités. Sur la Côte-Nord, le front de mer des grands plateaux deltaïques en régression montre un phénomène cyclique où certains segments du littoral à cause d'une situation géographique (orientation exposée aux vents dominants, long fetch ...) fortement soumise aux assauts de la mer, fournissent les matériaux aux plages environnantes et, dans certains cas, à des barres d'avant-côte submergées, qui contribueront à maintenir l'équilibre précaire de certains autres segments du littoral.

À l'échelle du millénaire, les variations des niveaux marins ont contribué radicalement à l'évolution du littoral. Après la déglaciation quaternaire, qui a provoqué l'enfoncement de la croûte terrestre, les marges côtières ont connu une submersion marine de quelques centaines de mètres par rapport aux élévations actuelles. Des formations sédimentaires de deltas pro-glaciaires se sont formées au droit des embouchures des rivières gonflées par la déglaciation. L'abaissement graduel du niveau de la mer postglaciaire a favorisé la formation d'alignements étagés de cordons littoraux marquant d'anciennes lignes de rivage. Relativement stable depuis quelque deux millénaires, ce niveau marin, à l'exception d'oscillations de courtes durées (tempêtes), est à la hausse dans plusieurs régions du monde. Au Québec, les indices du haussement marin, notamment sur la côte nord du golfe, demeurent difficiles à diagnostiquer, à cause des phénomènes régionaux de subsidences des grands complexes deltaïques (enfoncement progressif des formations meubles) et du rebondissement isostasique (rehaussement des terres consécutif à la fonte des calottes glaciaires), encore perceptibles. Toutefois, dans les Provinces maritimes et aux Îles-de-la-Madeleine, les indices de se haussement ne font plus aucun doute. Quoi qu'il en soit, l'érosion littorale est un phénomène naturel qui touche une bonne part des côtes du golfe et qui, selon les tendances observées partout dans le monde, serait à la hausse. Les ouvrages pour contrer les effets de l'érosion, bien qu'ils stabilisent les berges, contribuent à l'accélération de l'érosion autour des ouvrages eux-mêmes (dans les environnements sédimentaires), amplifient l'érosion dans les secteurs adjacents et pourraient ne plus être « compétents », à moyen et long terme, de résister aux assauts de la mer.

PROBLÉMATIQUE DE LA GESTION DES BERGES

Les problèmes causés par l'aménagement des zones côtières au Québec (développement anarchique, ouvrages qui perturbent les équilibres naturels, etc.) témoignent des lacunes des mécanismes de gestion des zones côtières. Malgré le cadre réglementaire et législatif qui régit les zones côtières, et cela à tous les niveaux de gouvernement, fédéral, provincial, municipal, force est de constater l'imbrication complexe des compétences, des lois et règlements et la multiplicité des acteurs qui participent à la gestion de ces milieux. Dans les faits, les interventions sur le littoral sont généralement évaluées à la pièce, sans égard aux impacts directs, indirects et cumulatifs sur les dynamiques côtières et sur les écosystèmes. Selon le promoteur et la nature du projet d'intervention, différents types d'examens environnementaux peuvent être exigés. Les évaluations environnementales, lorsqu'elles sont réalisées, dénotent généralement des failles méthodologiques, notamment à cause de l'absence d'un modèle d'analyse systémique des zones côtières.

Le développement des activités associées aux littoraux, le très grand nombre d'utilisateurs, tant publics que privés, l'extrême complexité et la fragilité des milieux côtiers nécessite la mise en œuvre de processus de concertation pour l'élaboration de plans de gestion intégrée des milieux côtiers (ARGUS 1993). Par gestion intégrée, nous entendons ici une prise en compte des processus naturels, de l'évolution prévisible des milieux naturels, de l'importance de sauvegarder les écosystèmes et de la biodiversité régionale, en vue du maintien des équilibres naturels, des interventions humaines, de l'exploitation des ressources et des usages des milieux côtiers. L'élaboration d'un plan de gestion intégrée exige donc un outil d'analyse de la zone côtière permettant d'établir un cadre d'analyse des enjeux environnementaux ainsi qu'un mécanisme de concertation des populations riveraines et des utilisateurs visant à définir les orientations en matière de développement et de conservation. Toutefois, au Québec, les structures ou organismes capables de mettre en œuvre un éventuel plan de gestion intégrée sont encore à créer. Les organisations fédérales, provinciales et municipales et leurs partenaires, comme les ZIP et les CRDQ, n'ont pas toujours les mandats, les champs de compétences et les ressources nécessaires pour tenir compte de l'ensemble des problèmes qui affectent les milieux côtiers. Dans le meilleur des cas, les interventions font l'objet d'une consultation et d'une demande d'autorisation auprès d'organismes gouvernementaux, dans la mesure où elles sont assujetties à une réglementation.

Les autorités qui délivrent les autorisations n'ont pas les outils nécessaires pour évaluer adéquatement ces projets, selon une approche de gestion intégrée. Il n'existe pas véritablement d'outils permettant d'évaluer globalement les interactions en milieux côtiers. Seuls des inventaires partiels sur les ressources halieutiques (Banque de données du MPO et du MEF) et des données générales sur les processus dynamiques de quelques secteurs de côtes sont disponibles. À cet égard, l'expérience de la caractérisation et de la cartographie des géosystèmes côtiers des Îles-de-la-Madeleine en vue d'établir un système de référence permanent des écosystèmes côtiers permettant une gestion intégrée apparaît comme un outil intéressant à développer (Argus 1993 : 95). D'autres outils destinés à la gestion de la biodiversité du golfe sont en cours d'élaboration à Environnement Canada (1993).

Élaborer un plan de gestion s'avère beaucoup plus difficile en milieu côtier qu'en milieu terrestre. L'aspect dynamique des zones côtières exige une approche systémique, où les processus écogéomorphologiques actifs doivent être pris en compte pour établir un cadre d'analyse et d'intégration des éléments écologiques et de leur exploitation.

MODÈLE D'ANALYSE DE LA GESTION DES BERGES

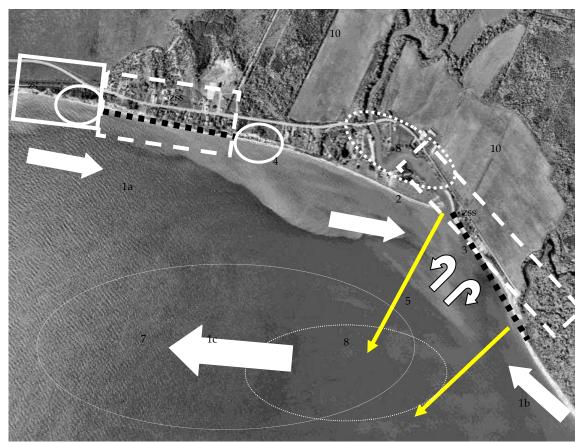
Le ministère des Transports mène actuellement une étude d'impact sur l'environnement relativement à un programme de stabilisation des berges en Gaspésie. S'inscrivant dans la perspective de gestion intégrée des côtes définie plus haut, le cadre méthodologique de cette étude s'inspire d'une approche systémique, où le littoral est perçu et étudié comme un système dynamique plutôt qu'une superposition d'éléments d'inventaire sans liens. On vise donc une conceptualisation de l'environnement côtier du point de vue écologique dans laquelle l'effort est mis sur l'analyse des relations entre les éléments du système.

Concrètement, le système côtier correspond à un segment de berge dont les processus dynamiques sont associés aux mêmes conditions hydrodynamiques et aux mêmes courants littoraux. La stratégie d'étude s'appuie sur un modèle hydrosédimentologique dans laquelle on peut circonscrire une zone d'érosion pouvant fournir les matériaux à des zones d'accumulation comme les plages et les avant-plages. À ces zones peuvent être associées des habitats, des ressources fauniques et certaines formes d'exploitation par les riverains. Le système côtier est délimité par des éléments morphologiques et structuraux de la côtes, tels que des pointes rocheuses, des embouchures de rivières et des structures anthropiques (quai, jetées...) qui exercent un contrôle important dans les patrons de réfraction, dans les processus d'érosion et dans le transports des sédiments littoraux (Carter 1988). À l'intérieur de ces systèmes côtiers peuvent interagir différents types de courants (de dérive et d'arrachement) générés par l'orientation des vagues par rapport au trait de côte. Ainsi, selon la provenances des vents, les vagues forment des courants littoraux qui contribuent au transport des matériaux d'érosion. Le fait que la direction des courants de dérive et la portée de cette dérive varient selon l'orientation des vagues, expliquent la variabilité des impacts des tempêtes selon leur provenance; pour un système côtier, une tempête provenant de l'est n'aura pas les mêmes conséquences morphosédimentologiques qu'une tempête provenant de l'ouest. Toutefois, chaque système côtier présente une configuration littorale qui reflète les conditions géomorphologiques et hydrodynamiques dominantes. Le modèle d'analyse vise donc à les dynamiques littorales à partir des conditions dominantes, vents et fetchs, courant de dérive principal, etc. Le système côtier, comme modèle d'analyse, doit donc présenter un portrait global des conditions hydro-géomorphologiques et de leur évolution : les zones d'érosion et les différents zones et formes d'accumulation, le sens des courants de dérive, les courants d'arrachement, une évaluation du budget sédimentaire disponible pour tout le système, les apports extérieurs du système, les pertes du systèmes, les structures anthropiques et leurs impacts hydrodynamiques, etc. S'ajoutent à ce modèle systémique les données biologiques correspondant aux différents habitats dont la destinée est intimement liée aux dynamiques géomorphologiques. L'utilisation des rives, l'exploitation des ressources et l'aménagement de la zone côtière par les riverains sont des éléments essentiels à introduire dans le modèle d'analyse.

Afin d'illustrer ce modèle d'analyse, nous présentons ici le système côtier de la localité de Baie-Saint-Ludger, située au centre de la péninsule de Manicouagan.

SYSTÈME CÔTIER DE BAIE-SAINT-LUDGER À POINTE-AUX-OUTARDES

Le système côtier de la baie de Saint-Ludger est délimité à l'ouest par l'embouchure du ruisseau du camping (non visible sur la photo) et par l'embouchure de la rivière Saint-Anathase-ouest. Ce système est dominé par un courant de dérive portant vers l'est (1a) qui affronte un autre courant provenant de l'est (1b). Ces courants ont favorisé la formation de longues flèches abritant des marais estuariens aux embouchures des deux rivières. Le sectionnement de la flèche de l'est, vis-à-vis l'embouchure de la rivière, a causé sa disparition. Les courants de dérive entraînent les sédiments provenant des zones sacrificielles ZS (d'érosion). Ces zones sont formées d'une unité limono-argileuse surmontée d'une unité sablonneuse. Toutefois, la ZS résiduelle à l'ouest est essentiellement formée d'une unité argileuse, exposée aux glissements de terrain, qui ne contribue pas réellement au budget sédimentaire des plages. Les zones sacrificielles « habitées » sont aujourd'hui empierrées, ce qui crée un déficit majeur au budget de la plage, qui ne peut plus évoluer au même rythme, et pourrait même démaigrir. Les ouvrages d'empierrement entraînent une érosion sévère à leurs extrémités (4) et, dans le cas de l'ouvrage à l'est (3), des courants d'arrachement seraient la cause de la quasi-disparition du bas de plage. Les sédiments littoraux et deltaïques des deux rivières (5) sont alors entraînés vers le bas estran et la zone infralittoralle. Les surfaces tourbeuses (9) et agricoles (10), qui ont fait l'objet de travaux de drainage, auraient contribué à modifier le régime hydrique des rivières, dont les crues ont désormais une capacité de transport augmentée. Ainsi, les alluvions des rivières de même que les sédiments littoraux normalement associés aux plages sont donc exportés en partie hors du système côtier; une part pourrait alimenter des levées dans la zone infralittorale, et l'autre part pourrait être emportée dans les profondeurs du fleuve (plus de 325 m de profondeur) au devant du delta. Les zones de sédimentation dans la partie infralittorale de la plate-forme ont favorisé le développement d'herbiers de zostères (6) qui constituent une aire d'alimentation importante, tant pour la faune aquatique que pour la faune avienne. Le courant dominant au large de l'estran, portant vers l'ouest, étale les sédiments sablonneux sur la plate-forme littorale, favorisant ainsi le développement de bancs de mollusques (mye commune, moule bleu) (7) qui sont très appréciés de la population locale.



zs : zone

sacrificielle et d'apports de sédiments; zss: ancienne zone sacrifielle empierrée; 1 courant de dérive entraînant les sédiments, 1a dérive vers l'est, 1b dérive vers l'ouest, 1c courant principal au large; 2: zone d'engraissement qui favorise le prolongement de la flèche; 3: zone empierrée soumise à des courants d'arrachement et à la convergence de courants de dérive; 4: érosion sévère aux extrémités des empierrements; 5: transport vers le large des sédiments deltaïques; 6: zone d'herbiers de zostères; 7: zone coquillière; 8: marais intertidal; 9: tourbière en érosion; 10: terres agricoles drainées.

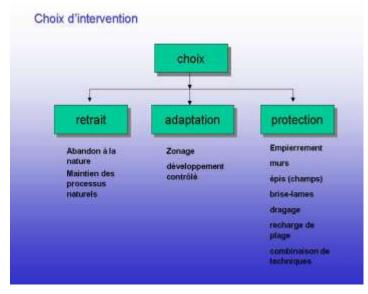
En conclusion, ce système côtier est caractérisé par un recul des côtes (< 1m/an), qui peut s'expliquer notamment par un phénomène de subsidence du complexe deltaïque. Le développement résidentiel de la zone côtière a justifié les ouvrages de protection, qui éventuellement aggraveront le problème dans les secteurs adjacents qui ne sont pas développés. Du point de vue biologique, les ressources fauniques de la zone infralittorale seraient avantagées par le développement de bancs de sable. Par contre, le démaigrissement des plages et la dégradation des marais estuariens pourraient affecter les populations d'oiseaux de rivage et la sauvagine.

Les ouvrages de protection rassurent les riverains. Les falaises protégées vont graduellement se revégétaliser et constituer des zones propices pour la faune avienne. Toutefois, le bas de plage vis-à-vis ces ouvrages et les plages environnantes pourraient se dégrader graduellement et elles perdraient alors leur potentiel récréatif. La mise en place par certains valeureux riverains de fascines et d'épis destinés à maintenir le bas de plage au droit des empierrements constitue une mesure d'atténuation intéressante, qu'il faudrait poursuivre graduellement sur tout le segment de cette plage. Afin de limiter l'artificialisation de l'ensemble du système côtier, qui amènerait une dégradation irréversible des mécanismes naturels de défense et des habitats fauniques, les zones (sacrificielles) d'érosion résiduelles ne devraient pas être stabilisées, afin qu'elles puissent alimenter le système côtier déjà fortement artificialisé.

LES SCÉNARIOS D'INTERVENTION

Sur la base d'une compréhension plus globale des mécanismes naturels de fonctionnement d'un système côtier, un plan de gestion peut être établi et des scénarios d'intervention peuvent être considérés. Face à un problème d'érosion littorale, trois scénarios s'offrent aux décideurs: le retrait, l'adaptation ou la protection (Hanson Lindth 1993).

La solution de retrait est rarement privilégiée, sauf dans les cas extrêmes. Au cours des années, l'érosion littorale a nécessité le déplacement de plusieurs kilomètres de tronçons routiers. Aujourd'hui, avec le développement et la densification des propriétés le long de la route, le déplacement de segments de routes s'avère beaucoup plus onéreux et complexe, car il occasionne de nombreux impacts sur l'aménagement du territoire. Les coûts associés à la reconstruction de la route totalisent à eux seuls plus de 1 M \$ du kilomètre. La dernière solution est généralement privilégiée parce qu'elle perturbe



peu l'environnement humain et que, souvent, elle contribue à augmenter la valeur foncière des propriétés. Le recours à des études coûts/bénéfices a rarement été favorisé. Les interventions sur le littoral, pour une majorité de gens, enrayent définitivement le problème et font généralement l'unanimité des intervenants. Dans le cadre des programmes de stabilisation de berges qui s'adressent aux particuliers, le coût des ouvrages de protection littorale dépasse souvent l'évaluation foncière de la propriété.

Si certaines interventions de protection littorale destinées à sécuriser des propriétés privées isolées peuvent s'avérer discutables en regard des sommes investies, celles visant à sécuriser des infrastructures publiques, (routes, aqueduc, bâtiments) et des concentrations de bâtiments sont rarement remises en question, même sur la base d'études coûts/bénéfices évalués à court terme. Plusieurs villages gaspésiens installés le long du littoral présentent des problèmes d'érosion particuliers qui menacent plusieurs propriétés (commerces, résidences, établissements publics) situées entre la route principale et la mer. Des ouvrages de protection littorale apparaissent comme la seule solution dans de tels cas.

L'expérience américaine dans ce domaine est intéressante. Plusieurs études de cas ont démontré que les interventions littorales créent des problèmes d'érosion souvent plus graves dans les secteurs adjacents et perturbent un ensemble d'activités à l'échelle régionale. Ainsi, les études coûts/bénéfices, sur un horizon de 25 ans, en considérant l'ensemble des coûts directs et indirects générés par les ouvrages de protection eux-mêmes et leur entretien, et en cumulant les coûts des autres interventions qui seront nécessaires pour atténuer les impacts des premières, ont démontré que l'approche interventionniste traditionnelle n'est plus une panacée. Le déplacement d'une partie de village, dans certain cas, s'est avéré une solution valable à l'échelle régionale et moins coûteuse à long terme.

La solution intermédiaire, soit celle de l'adoption de certaines règles de zonage et d'un développement contrôlé est peu répandue au Québec. Cette solution implique une gestion intégrée des zones côtières, basée sur un modèle d'analyse du système côtier. Ainsi, les dernières générations de schémas d'aménagement, actuellement en cours de révision, n'arrivent pas encore à prendre en compte et à circonscrire d'une façon systématique les contraintes géotechniques (zones vulnérables aux glissements de terrain, éboulis, érosion catastrophique, etc.), les contraintes associées aux plaines inondables, la problématique d'une gestion par bassin versant. Pourtant, il est impérieux d'appliquer une gestion intégrée des zones côtières, afin de sauvegarder leurs potentialités et leur biodiversité.

CONCLUSION

Les côtes du golfe sont de plus en plus soumises à l'érosion littorale, qu'on pourrait expliquer par une combinaison de facteurs naturels et anthropiques. Les villages et le réseau routier situés le long des côtes sont particulièrement exposés à ce phénomène. L'opportunité d'intervenir systématiquement pour contrer le phénomène d'érosion des berges par des ouvrages de stabilisation qui généralement fait l'unanimité parmi les intervenants régionaux, pourrait s'avérer néfaste pour le développement futur des zones côtières. Il est désormais urgent d'établir des plans de gestion intégrée des zones côtières, afin de sauvegarder les processus naturels garants de l'intégrité écologique des habitats et des potentialités de développement économique régional. Ces plans de gestion intégrée doivent s'appuyer sur des outils d'aide à la prise de décision qui tiennent compte, selon une approche systémique, des processus écogéomorphologiques naturels actifs, de l'évolution des habitats et des usages actuels et potentiels des zones

côtières. À l'aide de ces outils et avec une médiation entre les usagers et les habitants de la zone côtière, un véritable plan de gestion pourra être établi pour guider les interventions futures.

BIBLIOGRAPHIE

- ARGUS. 1991. Cartographie des géosystèmes côtiers des Îles-de-la-Madeleine, INRS-EAU, 50 p, annexe.
- CARTER, R.W.G. 1988. Coastal Environnements: An Introduction to the Physical, Ecological ans Cultural Systems of Coastlines, University of Ulster, Coleraine, Northern Ireland, Academic Press.
- ENVIRONNEMENT CANADA 1993. Projet pilote d'intégration régionale : Intégration écosystémique, conservation de la biodiversité, Région de Québec, 14 p.
- HANSON, H. LINDH, G. 1993. Coastal Erosion- An Escalating Environnement Threat, Ambio, Vol. 22, no 4, june 1993, p. 188-195.
- ROCHE. 1997. Baie-Saint-Ludger; protection du littoral; faisabilité technique et environnementale de la mise en place d'épis, ministère des Transports, 106 p et annexes.

PRIORISATION DES SITES D'INTERVENTION OU COMMENT METTRE NOS SOUS AU BON ENDROIT

Denis Lehoux et Claude Grenier Environnement Canada, Service canadien de la faune

Diplômé de l'Université Laval en biologie en 1972. Il est engagé par le Service canadien de la faune la même année. Il occupe, depuis lors plusieurs fonctions que l'on peut associer à l'une ou l'autre des trois périodes suivantes :

la période dite d'apprentissage où il s'occupe du programme de l'ARDA et d'inventaires d'oiseaux migrateurs le long du Saint-Laurent;

la période dite belliqueuse où il défend des dossiers environnementaux à caractère conflictuel comme les arrosages forestiers, le drainage agricole et les empiétements riverains;

et finalement, la période de découverte et de sagesse où il met sur pied un plan d'intervention d'urgence pour s'occuper des oiseaux aquatiques lors de déversements d'hydrocarbures et où il démarre un programme de recherche sur la restauration d'habitats, notamment sur la stabilisation des rives à l'aide de techniques faisant appel à la biotechnologie et ce, dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent.

RÉSUMÉ

Les travaux réalisés au cours des dernières années par le Service canadien de la faune en collaboration avec ses partenaires, a permis d'évaluer à quelque 400 km ou à 25 % les longueurs de rives en érosion dans le tronçon du Saint-Laurent compris entre Cornwall et l'île d'Orléans. Les coûts astronomiques reliés à la stabilisation des rives et le fait que l'érosion représente un phénomène souvent naturel et normal nous oblige à admettre qu'il nous est impossible et qu'il serait illogique de tout stabiliser ou protéger. Toutefois des habitats exceptionnels risquent de disparaître si aucune mesure concrète n'est entreprise. Quels sont ces habitats exceptionnels? Sur la base de quels critères pouvons-nous les identifier avant d'entreprendre des mesures concrètes de gestion. Voilà des questions sur lesquels se penche présentement le Service canadien de la faune.

INTRODUCTION

Tous ceux et celles qui ont déjà travaillé le long du Saint-Laurent ont sûrement, à un moment donné, observé les effets désastreux de l'érosion sur les rives du Saint-Laurent. Ainsi, plusieurs milieux insulaires localisés dans le tronçon fluvial entre Montréal et Sorel ont graduellement disparu sous les effets répétés de l'érosion créés notamment par les vagues de vent, le batillage ou les glaces. Des marais de grande valeur qui se trouvaient ainsi protégés par ces mêmes îles, se voient maintenant amputés année après année de plusieurs hectares d'habitats. Près d'une vingtaine d'îles additionnelles risquent de subir le même sort d'ici 25 ans, si la sévérité de l'érosion se poursuit au même rythme. Dans l'estuaire moyen au niveau de Rivière-du-Loup, des marais à spartines reculent de quelques mètres annuellement sous les effets des agents érosifs, menaçant par le fait même de faire disparaître à tout jamais les zonations à Spartine alterniflore et à Spartine étalée qui s'y trouvent. Les conséquences de cette érosion sont multiples et parfois sévères : pertes de sites de nidification, d'alimentation, de repos et de couvert de fuite pour les oiseaux migrateurs, pertes de sites de fraie et d'alimentation pour les poissons, disparition d'espèces désignées menacées ou vulnérables, disparition d'habitats pour une pléiade d'organismes comme le rat musqué, les grenouilles, les tortues... , diminution du succès de chasse, de pêche...

Les coûts astronomiques reliés à la stabilisation des rives, de l'ordre de 500 à 1 000 \$/ mètre linéaire aux endroits les plus sévèrement touchés et le fait que l'érosion représente un phénomène souvent naturel et normal, nous obligent à admettre qu'il nous est impossible et qu'il serait illogique de tout stabiliser et protéger. Toutefois, des habitats exceptionnels risquent de disparaître si aucune mesure concrète n'est entreprise. Quels sont ces habitats exceptionnels ? Sur la base de quels critères pouvons-nous les identifier avant d'entreprendre des mesures concrètes de gestion et de stabilisation ? Voilà des questions auxquelles tente de répondre le présent document.

MÉTHODOLOGIE À SUIVRE

Avant de s'aventurer dans des projets de stabilisation de rives parfois coûteux, il importe de réaliser quelques étapes essentielles. Ces différentes étapes permettront, d'une part, de s'assurer que l'érosion est bel et bien active et importante et d'autre part, que cette érosion menace sérieusement des éléments importants de l'écosystème. Le cheminement proposé est implicite, mais il vaut la peine d'en rappeler les grandes lignes.

1. Localisation des sites d'érosion

Une localisation précise des sites en érosion représente, sans nul doute, la première étape à réaliser. Il s'avère possible, avec un bon photo-interprète, d'effectuer une première localisation de ces sites. Pour ce faire et s'assurer d'un minimum d'efficacité, il est toutefois nécessaire de pouvoir compter sur des photos aériennes récentes, d'une échelle appropriée. On recommande, autant que possible, des photos aériennes couleur à l'échelle de 1 : 10 000. Les photos devront être prises au moment où les niveaux d'eau sont appropriés (à marée basse ou en dehors de la saison printanière d'inondation). Un bon angle de prise de photos est aussi essentiel. Les indices d'érosion peuvent se présenter sous l'une ou l'autre des formes suivantes : traînée de sédiments à proximité du site, rives irrégulières brisant l'homogénéité du paysage avoisinant, morcellement des marais intertidaux, présence d'arbres déracinés. Cette technique ne permettra toutefois que de localiser les endroits où une érosion relativement sévère (supérieure à 1 et même 2 m/an) est présente, de même qu'uniquement les talus de plus forte hauteur. Les informations sur l'érosion pour l'estuaire maritime ne sont pas très nombreuses et souvent dispersées. Elles mériteraient d'être regroupées sous un même couvert. Pour la Côte-Nord et l'île d'Anticosti, il semble que l'érosion toucherait à près de 300 km de rives soit des longueurs quelque peu inférieures aux 400 km en érosion que nous retrouvons présentement dans le secteur fluvial compris entre Cornwall et Québec.

2. Validation visuelle de l'érosion

Des visites sur le terrain sont recommandées pour confirmer la présence de l'érosion. Ces visites devraient se faire autant que possible en bateau bien que des survols en hélicoptère à basse altitude et à vitesse réduite pourraient aussi permettre de confirmer ce qui a été noté sur les photos aériennes. Les indices à rechercher à cet instant sont les suivants : présence d'un talus érodé, hauteur du talus, absence de végétation riveraine ou végétation arborescente ou arbustive perturbée (arbres ou arbustes déracinés), absence de végétation émergente ou végétation émergente discontinue ou éparse aux abords du site, absence de pente d'équilibre.

3. Évaluation de la sévérité de l'érosion

Il est important de déterminer aussi précisément que possible si l'érosion qui a été préalablement identifiée et confirmée sur le terrain, est sévère, modérée ou légère. Pour ce faire, on se doit de comparer entre elles diverses séries de photos aériennes prises, autant que possible, à la même échelle. La période idéale entre les deux séries de photos devrait être de l'ordre de 10 ans et parfois plus si les photos sont à petite échelle. Il ne faudrait pas oublier qu'à une échelle de 1 : 10 000, une érosion de 10 m entraînera, sur la photo, un recul de seulement 1 mm de la ligne de rivage. Il est donc préférable d'avoir un nombre d'années relativement élevé entre les deux séries de photos, sinon la sévérité de l'érosion pourrait être difficile à déterminer. D'autre part, il ne faudrait pas non plus que le nombre d'années qui sépare ces deux séries de photos soit trop élevé. Dans ce cas, il pourrait s'avérer difficile de déterminer si l'érosion notée est une érosion continue, ancienne ou tout à fait récente. Diverses études sectorielles réalisées dans l'estuaire du Saint-Laurent font état de marais en érosion et en évaluent le taux de recul. Par exemple, Argus (1996) estime à 3,7 m²/m linéaire les pertes moyennes subies par le marais de Rivière-du-Loup. Dans l'estuaire moyen, on a calculé des taux annuels de recul du talus variant de 0,1 à 1,7 m (Argus, 1989). Sur la Côte-Nord, à Pointe-aux-Outardes et Pointe-Lebel, l'analyse comparative de photos aériennes de 1989 et de 1994 a démontré un taux moyen de recul de 0,5 m/an (Roche, 1997).

4. Confirmation de la sévérité de l'érosion

Il pourrait s'avérer utile de tenter de vérifier si les taux de recul annuels, évalués à partir de différentes séries de photos aériennes, reflètent bel et bien ce qui se passe encore actuellement sur le terrain. Une façon d'y arriver consiste à mettre en place, sur les sites où cette vérification serait utile, une série de piquets repères. Ces piquets, positionnés à des distances connues de la rive érodée et suivis pendant quelques années (2 à 3 ans), finiront de nous confirmer que l'érosion est encore bel et bien active et d'un ordre de grandeur comparable à ce que nous avions noté sur les photos. On pourrait aussi, dans certains cas particuliers, utiliser des structures artificielles déjà existantes comme des bâtiments, des pylônes, des piliers, pour servir de points de repère et aider à confirmer le taux d'érosion. Il suffit alors de localiser les dites structures sur des photos aériennes datant de quelques années, de mesurer sur la photo la distance qui les séparait à l'époque du talus en érosion et de comparer cette distance à celle actuelle mesurée directement sur le terrain.

5. Identification des éléments biologiques d'intérêt

Cette étape permet de documenter tous les éléments biologiques d'intérêt qui pourraient être éventuellement menacés par l'érosion. Les informations recherchées peuvent être multiples mais demeurent relativement comparables d'une région à l'autre. Parmi ces éléments, on peut noter à titre d'exemple :

5.1 Les milieux humides

Les milieux humides constituent des habitats de choix pour plusieurs espèces fauniques dont la sauvagine. Ils procurent des aires de repos, d'alimentation et d'élevage privilégiées aux oiseaux, souvent à l'abri des prédateurs terrestres et du dérangement humain. Ils peuvent servir de sites de fraie, d'alimentation et de refuges à la faune ichtyenne. Plusieurs autres espèces d'oiseaux et des

mammifères seraient en relation plus ou moins étroite avec de tels milieux. Quelques communautés végétales rares ou certaines espèces d'oiseaux rares sont parfois associées à ces habitats particuliers. Bref, la présence de marais dans une région donnée se veut un gage de biodiversité. Ils abritent une pléiade d'organismes tant végétaux qu'animaux, souvent en nombre beaucoup plus élevé qu'en simple milieu terrestre. Outre leur valeur faunique indéniable, les marais contribuent également à l'amélioration de la qualité de l'eau par la sédimentation, l'activité microbienne, les échanges physico-chimiques entre l'eau et le sol et l'absorption des divers éléments minéraux et nutritifs par les plantes. Dans l'estuaire maritime, les marais sont représentés principalement par des marais à spartines et des zostéraies. Sur la Côte-Nord entre Baie-Saint-Paul et Baie-Comeau, on retrouve seize marais à spartines totalisant près de 1 500 ha (Dryade, 1980). Le plus important se situe dans la baie des Mille-Vaches où le marais occupe 250 ha. Les marais de la rive nord sont presque exclusivement constitués d'herbaçaies salées (911 ha) et de Spartine alterniflore (570 ha). Seul le marais de Baie-Saint-Paul supporte une petite communauté de spartines étalée (11 ha). On dénombre, de plus, sept zostéraies sur la Côte-Nord de l'estuaire maritime totalisant 300 ha (Lemieux et Lalumière, 1995). La plus importante est localisée à la pointe aux Outardes (154 ha).

5.2. Les oiseaux

5.2.1 Les oiseaux coloniaux

Certaines colonies méritent une attention particulière. Ainsi en est-il des colonies de Grand Héron et de Bihoreau à couronne noire. Ces espèces requièrent un habitat très particulier pour nicher. Les héronnières sont presque toutes situées près de sites d'alimentation, dans des boisés peu accessibles aux humains et aux prédateurs terrestres, à des endroits où les hérons disposent d'un vaste champ de vision. En période d'alimentation, les hérons tirent profit de la présence de nombreuses épinoches retrouvées dans les différentes mares et marelles qui caractérisent les marais à spartines. Ainsi, près de 40 % de l'alimentation du Grand Héron se ferait dans les marelles durant certaines périodes de l'été (Savard, 1974). Sur la Côte-Nord de l'estuaire maritime, les colonies de Grand Héron sont au nombre de onze (banque de données du Service canadien de la faune). Elles totalisent 160 individus. Une dizaine de colonies de bihoreaux sont aussi recensées dans le même secteur.

5.2.2 La sauvagine

La sauvagine est un élément important de l'écosystème. Elle représente un atout économique non négligeable (chasse et observation). Sur la Côte-Nord de l'estuaire maritime, les marais à spartines et les zostéraies ne supportent que des populations relativement réduites de sauvagine comparativement à d'autres régions du Saint-Laurent. Au printemps, les effectifs de sauvagine associés aux différents marais totalisent environ 10 000 individus représentés principalement par la Bernache cravant et des canards barboteurs (banque de données du Service canadien de la faune). Le secteur de la Petite Rivière Bergeronnes se distingue à ce moment par le nombre d'oiseaux qui s'y retrouve (≈ 3 000). L'automne venu, les effectifs de sauvagine associés aux différents marais chutent de près de moitié. C'est alors le secteur des Escoumins qui rassemble à cet instant la majorité des effectifs de canards barboteurs. Durant la période de reproduction, seul le Canard noir utilise régulièrement les marais à spartines durant la période d'élevage des couvées. Cette espèce fait l'objet d'attentions particulières, car les effectifs recensés en hiver aux États-Unis ont diminué de près de la moitié de 1955 à 1985. Il semble toutefois que la situation de cette espèce s'améliore puisque les inventaires en hiver font maintenant état d'effectifs plutôt stables. L'utilisation que fait la sauvagine des marais durant la migration diffère sensiblement de celle notée durant la saison estivale. En migration, les marelles plus petites sont habituellement délaissées au profit de mares plus grandes de l'ordre de 0,3 ha et plus. On retrouve aussi régulièrement les canards barboteurs et les Bernache cravant confinés à une étroite bande à la limite des marées et dans les zostéraies. La zostère et les gastéropodes qui lui sont associés, et ce, souvent en quantités fort impressionnantes, fourniront aux oiseaux une bonne partie de leur nourriture. En période de reproduction, le Canard noir utilisera principalement les marelles retrouvées dans la zone de Spartine étalée ou à défaut dans celles de l'herbacaie salée.

5.2.3 Les oiseaux de rivage

Les différents habitats retrouvés le long de la Côte-Nord de l'estuaire maritime rassemblent durant la migration automnale environ 15 000 oiseaux de rivage (Maisonneuve, 1982). Quatre sites se distinguent par le nombre d'oiseaux qui s'y arrêtent soit : Sainte-Anne-de-Portneuf (9 000 oiseaux), la pointe aux Alouettes (2 500 oiseaux) et la baie des Bacons (1 300). Sainte-Anne-de-Portneuf semble constituer le site le plus important pour le Bécasseau à croupion blanc de tout l'est de l'Amérique du Nord. Les oiseaux de rivage utilisent principalement les zones vaseuses et sablonneuses durant les migrations, ces habitats servant à cet instant de sites privilégiés d'alimentation. Lorsque les marées sont hautes, un certain nombre d'oiseaux de rivage (5 % environ) utilisent alors les marais comme sites de repos.

5.3. La faune ichtyenne

La faune icthyenne bénéficie de la présence des marais à spartines de l'estuaire maritime de façons directe et indirecte. Directement, les alevins y prélèvent leur nourriture et passent une partie de leur vie dans les canaux ou dans les marelles à marée basse. À marée haute, certaines espèces s'alimentent à travers la végétation d'insectes, de crustacés, de mollusques et de détritus. Indirectement, les poissons profitent aussi du marais en s'alimentant de toute la biomasse exportée par le jeu des marées. De façon générale, les littoraux de l'estuaire maritime se caractérisent par des communautés ichtyennes peu diversifiées. Ces communautés sont généralement dominées par deux ou trois espèces, dont l'éperlan arc-en-ciel et le Poulamon atlantique. À la fin de l'été et à l'automne, les jeunes stades de l'Alose savoureuse sont à l'occasion dominants ou abondants dans les captures. Les principales autres espèces fréquentant la zone intertidale incluent l'Anguille d'Amérique, les épinoches, le Hareng atlantique, la Plie rouge, la Plie lisse, le Capelan, le Lançon et les crapauds de mer (Argus, 1998).

5.4. Les espèces rares

L'intérêt de préserver les espèces rares réside dans la reconnaissance de sa contribution à la diversité. Les espèces rares sont souvent celles dont les populations sont petites ou localisées en raison de facteurs géographiques, historiques, écologiques ou humains. De par leur aire de répartition restreinte ou la structure de leur population, les espèces rares peuvent devenir vulnérables si une pression néfaste intervient. La protection des espèces rares permet de préserver la biodiversité et, dans le cadre de la nouvelle législation fédérale, cet aspect devient maintenant une obligation légale.

5.4.1 Les oiseaux

On retrouve cinq espèces d'oiseaux considérées comme en péril, dans les marais à spartines de l'estuaire maritime (banque de données du Service canadien de la faune). Ces espèces sont : le Bruant à queue aiguë, le Bruant Le Conte, le Hibou des marais, le Râle jaune et le Petit Butor.

5.4.2 Les poissons

Chez les poissons, l'Éperlan arc-en-ciel, le Poulamon atlantique, l'Anguille d'Amérique et le Hareng atlantique constituent des espèces d'intérêt économique dont le Saint-Laurent et ses tributaires représentent une partie importante de leur répartition québécoise et pour lesquelles des menaces importantes sont identifiées ou dont la population est très faible. Dans le cas des poissons, il serait probablement préférable de parler d'espèces prioritaires plutôt que d'espèces rares.

5.4.3 Les plantes

Près d'une vingtaine d'espèces de plantes retrouvées dans l'estuaire maritime seraient jugées rares et prioritaires (Gratton et Dubreuil, 1990). Par prioritaires, on entend des plantes qui au Québec auraient été trouvées dans moins de 10 localités situées en totalité ou en partie le long du Saint-Laurent.

5.5. Les habitats particuliers

Certains habitats méritent qu'on s'y attarde particulièrement. Ils représentent des habitats à distribution limitée au Québec ou ne sont que peu représentés dans une région donnée, de là l'intérêt de les préserver. Dans l'estuaire maritime, le groupement à Spartine étalée est un bon exemple de ce type d'habitat. Ce groupement ne totalise plus que 550 ha au Québec (Dryade, 1980). Il a été fortement empiété, endigué et perturbé par les nombreux projets agricoles et industriels réalisés dans l'estuaire au cours du dernier centenaire. De ce fait, tous les marais où nous retrouvons ce type de groupement prennent une importance toute particulière. Les zostéraies, bien que plus abondantes que la Spartine étalée au Québec, se veulent relativement limitées sur la

Côte-Nord de l'estuaire maritime (Lemieux et Lalumière, 1995). En ce sens, elles mériteraient possiblement une attention spéciale. Il en serait de même des milieux dunaires retrouvés à Pointe-aux-Outardes qui se veulent uniques régionalement et qui constituent les sites les plus importants de la Côte-Nord. Les arbustaies pourraient s'avérer aussi un autre type d'habitat à prendre en considération puiqu'elles ne totaliseraient que quelques dizaines d'hectares dans l'ensemble de l'estuaire maritime (Picard *et al*, 1997).

6. Validation sur le terrain des éléments biologiques

Il pourrait s'avérer utile d'effectuer des inventaires sur le terrain. Ces inventaires seraient justifiés pour soit valider, bonifier des informations existantes ou en acquérir de nouvelles. Les informations existantes peuvent, en effet, dater de plusieurs années et on peut avoir de bonnes raisons de croire qu'elles ne reflètent plus la réalité. À titre d'exemple, le secteur du lac Saint-Pierre dans la portion dulcicole du Saint-Laurent, n'était, au début des années 80, fréquenté qu'occasionnellement par les Oies des neiges. De nos jours, cette région est maintenant considérée comme le plus important site de migration printanière de tout le Saint-Laurent. Il peut arriver aussi que les données en main soient trop incomplètes pour s'avérer utiles. Ainsi, les informations que nous détenons pour bon nombre d'espèces de plantes rares des milieux dulcicoles du Saint-Laurent ne permettent de les localiser que très imprécisément sur le terrain (ex. : présence de *Armoracia lacustris* sur l'île Grosbois dans l'archipel de Boucherville). Finalement, une absence complète de données pour un site ne nous permettra pas de prendre des décisions éclairées sur la pertinence de le protéger de l'érosion et de statuer sur sa valeur relative par rapport à d'autres sites.

7. Menaces potentielles par l'érosion des éléments biologiques identifiés

Il est important de déterminer si les endroits de grande valeur biologique risquent d'être éventuellement détruits ou détériorés par l'érosion. En connaissant précisément l'emplacement des éléments biologiques de valeur ainsi que le taux annuel de recul de la rive érodée adjacente, il est possible de documenter l'ampleur de cette menace et de l'exprimer en nombre d'années. La sévérité de l'érosion pouvant s'atténuer au fil des ans et un profil d'équilibre pouvant se mettre en place, nous recommandons dès lors de ne conserver dans un premier temps que les sites où un élément de grande valeur risque d'être perturbé en moins de 25 ans.

8. Priorisation des interventions

Prioriser les sites, de façon à identifier ceux qui devraient être protégés en tout premier lieu, demeure une étape importante. Il ne sera pas toujours facile de comparer entre eux différents éléments et déterminer lesquels sont les plus importants. Plusieurs facteurs devraient être alors pris en considération, comme la valeur économique de l'élément considéré, sa contribution à la biodiversité, son importance régionale, sa rareté, ses caractéristiques... Parmi certains des facteurs qui devraient être pris en considération lors de la priorisation des différents éléments, on note ;

8.1. Pour les milieux humides

```
leur superficie ;
la présence de marelles ;
la densité des marelles dans les différentes zonations végétales ;
la présence de grandes marelles de 0,5 ha et plus ;
l'importance régionale et même provinciale du site (unicité) ;
la nature du territoire limitrophe (naturel ou artificialisé) ;
la diversité des habitats limitrophes ;
le degré de perturbation du milieu humide comme tel (empiété, remblayé, drainé, asséché.).
```

8.2. Pour les oiseaux

```
les effectifs et de ce fait leur densité;
les espèces présentes;
le nombre d'espèces présentes;
les périodes de présence (printemps et/ou été et/ou automne.);
leur distribution dans l'estuaire (espèces présentes à un ou plusieurs sites).
```

8.3. Pour les poissons

```
les espèces présentes;
le nombre de frayères;
la distribution des frayères ou des espèces dans l'estuaire;
les périodes de présence des différentes espèces.
```

8.4. Les espèces rares

leur distribution (espèces présentes à un ou plusieurs endroits) ; leur nombre sur un site donné ; les superficies occupées (dans le cas des plantes).

8.5. Les habitats particuliers

leur superficie ; leur distribution dans l'estuaire (unicité).

8.6. Autres facteurs

En plus de ces éléments biologiques, la priorisation devrait tenir compte, comme mentionné précédemment, de l'urgence d'intervenir. Un milieu qui est présentement en érosion et de grande valeur, devrait, il va de soi, être priorisé au détriment d'un autre qui ne sera touché par l'érosion que dans quelques années seulement. La sévérité de l'érosion devrait aussi être considérée. Un habitat qui s'érode au rythme de 2 m/an devrait être priorisé par rapport à un autre qui s'érode au rythme de 0,5 m/an. Finalement, il est toujours possible de tenter d'évaluer si un profil d'équilibre risque de se mettre en place et, si oui, dans combien d'années. Un secteur, qui pourrait se stabiliser d'ici quelques années, pourrait s'avérer moins prioritaire, même si cette stabilisation demeure toujours hypothétique.

9. Évaluation de la meilleure approche de protection

Identifier la source du problème peut aider à trouver la solution la plus avantageuse pour protéger un site. L'érosion est-elle causée par des phénomènes anthropiques (batillage de bateaux) ou naturels (vagues de vent, glaces, courants, dérive littorale, etc.)? Dans le cas d'une érosion causée, par exemple, par du batillage, des campagnes de sensibilisation, ou à défaut des mesures législatives, pourraient aider à diminuer la vitesse des navires et dès lors l'érosion aux abords de sites de grande valeur. Dans le cas de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, il est toutefois à penser que la majeure partie de l'érosion serait imputable à des phénomènes naturels sur lesquels nous n'avons que peu de contrôle. Dans ce cas, la seule façon de sécuriser les milieux en érosion de grande valeur biologique demeure la stabilisation. Plusieurs techniques de stabilisation existent. Naturam (1997) a d'ailleurs fait une bonne synthèse des approches possibles, parmi lesquelles on trouve : les murs de protection, les revêtements, les seuils, les épis, les parcs

de sédimentation, les clôtures, les îlots barrières... Notons toutefois que les technologies alternatives, intégrant harmonieusement la végétation et les structures traditionnelles, tendent à devenir de plus en plus populaires de par leur valeur plus esthétique, plus écologique et par le fait qu'elles pourraient, dans certains cas, s'avérer moins dispendieuses d'application (Argus, 1996). Plusieurs projets pilotes ont déjà été réalisés au Québec avec une telle approche et ont donné des résultats fort encourageants (au Saguenay, dans les milieux insulaires du Saint-Laurent dulcicole, dans certains tributaires de l'estuaire moyen, etc.). Toutefois, ces biotechnologies de stabilisation ont malheureusement toutes été expérimentées en milieux d'eau douce. Leurs possibilités d'application en milieux marins demeurent donc inconnues. Des projets pilotes, comme ceux déjà proposés pour le parc régional de Pointe-aux-Outardes, méritent donc d'être encouragés. Ils permettraient de sélectionner les techniques alternatives les plus avantageuses, applicables éventuellement à l'ensemble du milieu marin. Ils permettraient, par le fait même, de développer une expertise végétale particulière pour ces régions puisqu'un des principes de base dans ces nouvelles technologies demeure l'utilisation de végétaux indigènes ayant un système radiculaire important et adapté aux conditions particulières du milieu d'intervention (rusticité, nature du substrat, résistance à la salinité). Il est cependant important de garder en mémoire que les techniques faisant appel à la biotechnologie ne seront pas toujours la panacée. En certains endroits, la dynamique littorale est tellement forte que les techniques traditionnelles auront encore leur place.

CONCLUSION

La décision de stabiliser ou de ne pas stabiliser un secteur devrait demeurer une décision régionale et ce, pour plusieurs raisons : les critères de sélection des sites pourraient différer d'une région à l'autre ; des sites, considérés de peu de valeur provincialement, pourraient être considérés comme uniques régionalement ; certains voudront ajouter aux valeurs biologiques d'un site donné, des valeurs économiques, éducatives, touristiques, archéologiques ou patrimoniales qui pourront, dans certains cas, être aussi sinon plus importantes que les valeurs biologiques. Afin toutefois de prendre des décisions éclairées, il importe et ce, indépendamment des raisons qui justifieront les interventions, de s'assurer d'avoir en main un minimum de données de base. Plusieurs travaux ont été réalisés le long du Saint-Laurent au cours des dernières années. Ces travaux peuvent fournir une première source d'informations qui pourraient être bonifiées au besoin. Il faut toutefois garder en tête qu'il ne sera jamais possible de documenter tous les niveaux de l'écosystème. Certains éléments demeurent quand même fondamentaux et représentent de bons indicateurs de la valeur d'un milieu : la présence de marais, d'oiseaux en abondance, de frayères, de plantes et d'oiseaux rares en sont quelques-uns, qui plus est si ces éléments revêtent un caractère d'unicité pour la région.

BIBLIOGRAPHIE

ARGUS, LES CONSULTANTS EN ENVIRONNEMENT INC. 1998. Perspectives d'aménagement et de restauration des marais à spartines du Québec. Rapport présenté au Service canadien de la faune, à Pêches et Océans, au ministère des Transports du Québec et à Canards Illimités Canada inc. 123 p. + annexes.

ARGUS, LES CONSULTANTS EN ENVIRONNEMENT INC. 1996. Restauration du marais intertidal de la baie de Rivière-du-Loup: suivi du projet pilote de parc de sédimentation. Rapport présenté au Service canadien de la faune, au ministère des Transports du Québec et à Canards Illimités Canada inc. 23 p.

ARGUS, LES CONSULTANTS EN ENVIRONNEMENT INC. 1996. Restauration naturelle des rives du Saint-Laurent entre Cornwall et l'île d'Orléans. Rapport soumis au Service canadien de la faune, au ministère des Transports du Québec et à la Société d'Énergie de la Baie James. 78 p. + annexes.

ARGUS, LES CONSULTANTS EN ENVIRONNEMENT INC. 1989. Dynamique morpho-sédimentologique des marais littoraux laurentiens : monitorage et perspectives d'intervention (proposition de projet). 34 p.

DRYADE. 1980. Habitats propices aux oiseaux migrateurs : habitats d'eau douce et d'eau salée. Atlas cartographique au 1 :20 000. 127 cartes.

GRATTON, L. ET C. DUBREUIL. 1990. Portrait de la végétation et de la flore de Saint-Laurent. Direction de la conservation et du patrimoine écologique. Ministère de l'Environnement, Québec. 56 p.

LEMIEUX, C. ET R. LALUMIÈRE. 1995. Répartition de la Zostère marine (Zostera marina) dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent et dans la baie des Chaleurs. Rapport présenté au Service canadien de la faune par le Groupe-conseil Genivar inc.. 58 p.

MAISONNEUVE, C. 1982. Distribution et abondance des oiseaux de rivage le long du Saint-Laurent. Estuaire moyen, estuaire maritime, Gaspésie, baie des Chaleurs, Côte-Nord et Îles-de-la-Madeleine. Rapport soumis au Service canadien de la faune. 81 p.

NATURAM ENVIRONNEMENT INC. 1997. Restauration des berges du Parc régional de Pointe-aux-Outardes. Projet parrainé par la corporation du Parc régional de Pointe-aux-Outardes. 137 p.

PICARD, M., D. LEHOUX, R. LANGEVIN ET C. GRENIER. 1997. État des rives et protection des milieux humides du fleuve Saint-Laurent: synthèse des connaissances actuelles. Service canadien de la faune. 20 p. + annexes.

ROCHE. 1997. Baie Saint-Ludger : protection du littoral : faisabilité technique et environnementale de la mise en place d'épis. Étude de faisabilité. Rapport présenté au ministère des Transports du Québec. 106 p.

SAVARD, J. P. 1974. Quelques aspects des moeurs alimentaires du Grand Héron dans les marécages intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent. Environnement Canada, Service canadien de la faune. 42 p.

PÉRIODE DE QUESTIONS

Question On dit depuis tantôt que c'est l'Hydro qui décide, mais est-ce que le gouvernement va tenir compte de ce que l'on veut réellement, en mettant l'argent requis, ou il va plutôt tenir compte des décisions des professionnels ?

D. L. Si vous avez de bons arguments, je ne vois pas pourquoi on ne se plierait pas à vos recommandations. C'est vous autres qui connaissez votre coin. Bien souvent, vous allez connaître votre coin plus qu'on peut le connaître. Je ne dis pas qu'ils ne tiendront pas compte des recommandations des professionnels, mais si vous avez de bons arguments et que c'est bien structuré, je ne vois pas pourquoi ça ne marcherait pas.

Question Si on a un professionnel qui dit « On laisse la nature faire » ...?

D. L. Ça, c'est une autre paire de manches. Moi tout ce que je disais, c'est plutôt par rapport à vos priorisations. Quand vous allez en arriver à prioriser, vous dites : « Chez nous, on pense que ça est plus important, on veut stabiliser. ». Mais là, il y a toutes sortes d'autres valeurs à prendre en considération. Moi, j'ai uniquement parlé des valeurs biologiques, mais il y a aussi les valeurs patrimoniales, sociales, économiques, à prendre aussi en considération. Je pense que votre bataille va se faire entre les différentes valeurs qui vont être mises sur le tapis. Mais pour la priorisation, je reviens à ce qui me concerne plus. Si vous autres vous décidez que c'est cette zone terrestre-là que vous voulez protéger pour telle ou telle raison et que les raisons sont bonnes, on va vous appuyer, pas de problème.

SYSTEME DE GESTION INTEGRÉE EN MILIEU CÔTIER : APPLICATION AUX URGENCES ENVIRONNEMENTALES EN CAS DE DÉVERSEMENTS

ET À LA PLANIFICATION ET À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Stéphane R. Leblanc Environnement Canada, Dartmouth, N.E., Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke Pascal Bernatchez Département de géographie et Centre d'études nordiques, Université Laval

Stéphane Leblanc est employé d'Environnement Canada depuis 1993. Il est présentement coordonnateur régional de la région de l'Atlantique pour le programme de cartographie des zones sensibles côtières dans la section des urgences environnementales, Direction de la Protection de l'environnement. M. Leblanc est responsable du développement d'un programme de cartographie permettant la gestion et la priorisation des ressources environnementales sensibles en cas d'incidents tels les déversements pétroliers et la détermination des mesures de protection et d'intervention. M. Leblanc est aussi officier d'urgences environnementales et certifié en techniques d'évaluation et de restauration des côtes correspondant aux effets des hydrocarbures sur le littoral. De plus, M. Leblanc est membre de l'équipe régionale d'intervention pour la protection de l'environnement. Il a participé à plusieurs projets dont celui du renflouage du Irving Whale et du cargo Flare ayant fait naufrage au large de Terre-Neuve et de Saint-Pierre et Miquelon, et tout récemment celui de l'avion Swiss Air vol 111, qui s'est écrasé au large des côtes de la Nouvelle-Écosse. M. Leblanc participe activement à plusieurs projets en milieu côtier. Cet intérêt marqué pour le milieu littoral l'a aussi amené à poursuivre ses études dans ce domaine. M. Leblanc a obtenu son B. Sc. en Géographie physique à l'Université de Sherbrooke en 1993 et il poursuit depuis 1998 une maîtrise Sc. en Géographie physique avec spécialisation en Géomorphologie physique à l'Université de Sherbrooke, sous la direction du Dr Jean-Marie Dubois. Son projet de recherche porte essentiellement sur le suivi de l'évolution littorale de la péninsule de la Manicouagan. M. Leblanc est aussi boursier du Conseil de recherches en Sciences naturelles et en Génie du Canada (CRSNG).

RÉSUMÉ

À la suite de déversements pétroliers importants à la fin des années 1980, le gouvernement canadien a mandaté Environnement Canada pour développer un système de gestion spatiale des urgences environnementales afin de répondre efficacement lors d'incidents futurs. C'est à partir de différentes recommandations qu'a été développé le programme de cartographie des zones sensibles de la région de l'Atlantique. Ce système permet une gestion intégrée et systématique des ressources sensibles en milieu littoral; il constitue un outil de planification et d'intervention pour les organismes d'urgences en cas d'incidents environnementaux. Ce système est convivial, portable et évolue dans le temps. L'approche de ce système est aussi basée sur un partenariat étroit avec plusieurs organismes fédéraux, provinciaux, privés et communautaires. Ce système est l'un des plus avancés au niveau international et son approche et plusieurs de ses composantes sont aussi utilisées ailleurs au Canada et dans le monde (É.-U., Russie, Chili, Chine, etc.).

Dans le cadre de ce colloque sur l'érosion des berges et de interventions en milieu marin, nous démontrerons comment l'approche utilisée pour le système de cartographie des zones sensibles pourrait contribuer à la gestion intégrée concernant spécifiquement la planification et l'aménagement dans les milieux côtiers à une échelle régionale. Le système étant composé de plusieurs éléments tels: les processus intervenant dans la dynamique littorale (fetch, dérive littorale, etc.), le type de rivage, les ressources biologiques et humaines, ceux-ci incluent par le fait même des éléments fondamentaux pour la gestion efficace de l'évolution littorale. L'utilisation de cette approche avec l'ajout et la modification de certaines variantes pourrait constituer une avenue potentielle pour le développement d'un outil permettant une gestion plus efficace des milieux en érosion. Par conséquent, ce système favoriserait une meilleure protection des ressources, le développement de plans et de stratégies de gestion ainsi que des mesures d'intervention intégrées au milieu nature.

1. INTRODUCTION

Cette communication portera sur l'utilisation de systèmes pour la gestion intégrée en milieu côtier. Tout d'abord, la présentation du programme de cartographie des zones sensibles du littoral en cas de déversements développé par Environnement Canada pour la région de l'Atlantique permettra d'expliquer concrètement l'utilité de ce type de système lors des urgences environnementales.

Dans un deuxième temps, nous démontrerons comment l'adaptation de certaines des approches de ce système de gestion et l'ajout de modules pourraient contribuer à améliorer la planification et l'aménagement du milieu côtier, notamment dans les milieux en érosion en prenant le cas de la région de Manicouagan sur la Côte-Nord du Saint-Laurent.

2. PROGRAMME DE CARTOGRAPHIE DES ZONES SENSIBLES

2.1 Vers une gestion des urgences environnementales

Il se produit chaque année des milliers de déversements de mazout ou autres substances dangereuses. Au Canada, 9133 déversements par année ont été rapportés en moyenne entre 1988 et 1995 (Environnement Canada, 1998). Ces incidents ont des effets néfastes sur les écosystèmes et sur la vie socio-économique des communautés côtières, d'où la nécessité de bien connaître le milieu naturel et sa dynamique afin d'intervenir de façon rapide et efficace. Face à cette réalité, des efforts considérables ont été déployés à travers le monde depuis le début des années 1970 afin de développer une cartographie des ressources littorales sensibles. Celle-ci constitue une composante indispensable au développement de plans d'urgences et est, par conséquent, utilisée pour la planification et pour répondre efficacement lors d'incidents environnementaux tels les déversements pétroliers. Toutefois, la cartographie des zones sensibles a connu une évolution marquée seulement depuis la dernière décennie à la suite de certains déversements majeurs dont le NESTUCCA au large des côtes de l'état de Washington en 1988 et celui du EXXON VALDEZ en Alaska en 1989. Ces événements tragiques ont entraîné la création d'une commission chargée d'effectuer une revue publique sur la sécurité des pétroliers et la capacité de réponse aux urgences en eaux canadiennes (Public Review Panel on tanker safety and marine spills response capability, 1990). L'une des recommandations de la commission était que le gouvernement canadien ainsi que chacune des provinces devaient améliorer leur capacité de réponse aux urgences. L'un des outils proposé était le développement d'un système de gestion numérique pour la réponse et la planification des urgences environnementales. La cartographie des zones sensibles existait depuis plusieurs années mais les données utilisées étaient souvent trop générales, inconstantes, désuètes ou tout simplement inexistantes dans certains secteurs. De plus, l'ensemble des données était pour la plupart représenté sur cartes papiers à des échelles variées, ce qui ne permettait pas une utilisation efficace et rapide lors d'incidents. Afin de répondre à ces exigences, Environnement Canada a été l'un des organismes mandatés pour le développement du système de gestion.

2.2 Cartographie des zones sensibles de la région de l'Atlantique

Le programme de cartographie des zones sensibles de la région de l'Atlantique est basé sur l'utilisation de la technologie des systèmes d'information géographique. Le système intègre des données multisources géoréférencées de façon zonale, linéaire et ponctuelle permettant ainsi une gestion spatiale des urgences environnementales. Les cartes des zones sensibles incluent entre autres les principales caractéristiques biophysiques et socio-économiques du milieu, les ressources sensibles, une classification de la côte, les caractéristiques opérationnelles et les stratégies de réponse aux urgences ainsi que les mesures de nettoyage appropriées en relation avec chacun des milieux littoraux (Owens et al., 1996). Par la méthode de superposition, il permet de représenter une grande quantité d'informations à la fois et d'effectuer différentes analyses spatiales et statistiques pour faciliter une prise de décision rapide et éclairée. Ce système de gestion intégrée constitue un outil de prévention, de planification et d'intervention pour les organismes responsables des urgences lors d'incidents environnementaux. Il était donc important que ce système soit portable et convivial pour être utilisable directement sur le terrain lors d'interventions d'urgences afin d'accéder rapidement à l'information nécessaire pour gérer les crises environnementales et ainsi minimiser les impacts sur les milieux naturel et socio-économique. Une interface adaptée aux besoins des utilisateurs facilite l'accès à l'information et permet une production rapide de cartes thématiques, de rapports et de graphiques. De plus, il permet la gestion de données multimédias telles la vidéographie et la photographie, ce qui est fort utile pour visualiser rapidement le milieu d'intervention ou encore l'état des côtes avant le déversement. Ce système de gestion évolue aussi dans le temps, c'est-à-dire qu'il offre une grande flexibilité pour la mise à jour et le suivi des composantes biophysiques et humaines du milieu en temps réel lors d'incidents environnementaux et permet d'enregistrer et de créer des archives pour le suivi de ces ressources.

L'approche de ce système repose sur un partenariat étroit avec plusieurs organismes fédéraux, provinciaux, privés et communautaires. Cette approche multidisciplinaire permet d'obtenir et d'échanger différentes données essentielles au bon fonctionnement du système et à la gestion intégrée du milieu. Enfin, au cours des dernières années, ce système a été expérimenté à plusieurs reprises et sans cesse amélioré, ce qui explique que plusieurs de ses composantes et l'approche développée sont utilisées ailleurs au Canada et dans le monde (É.-U., Russie, Chili, Chine, etc.).

L'utilisation d'un système de gestion intégrée en milieu côtier peut avoir diverses applications dont celle qui nous intéresse pour ce colloque : l'érosion des berges et les interventions en milieu marin. À partir de la base d'un système éprouvé et reconnu, il est possible de développer un système efficace applicable à la planification et à l'aménagement dans un milieu côtier en érosion dans une perspective de développement durable.

3. UN SYSTÈME ADAPTÉ À L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

3.1 L'expérience des interventions dans les grandes régions côtières

L'érosion n'est pas un phénomène restreint aux rives du Saint-Laurent, mais elle a cours dans plusieurs régions côtières du monde (Bird, 1985). Par conséquent, l'analyse des différentes expériences vécues par les autres régions devrait en principe nous permettre

d'orienter nos actions en matière de gestion du milieu littoral pour éviter de répéter les erreurs du passé. Comme il s'agit d'un milieu très dynamique, chacune des interventions réalisées dans cet environnement aura des répercussions négatives ou positives qui seront ressenties parfois assez rapidement. Dans ce contexte, le cas des communautés de la Côte Est américaine et de celles d'Europe est intéressant puisqu'elles sont aux prises depuis longtemps avec des problèmes d'érosion et elles ont vu leurs côtes s'artificialiser à un rythme important au cours du dernier siècle. Dans une action très légitime pour sauvegarder leur patrimoine naturel et historique ainsi qu'un milieu économique important, les autorités concernées ont mis en place différentes méthodes pour contrer l'érosion. Après plusieurs décennies d'essais et d'erreurs, les résultats ne sont guère reluisants; les mesures de protection ont, dans bien des cas, non seulement failli à la tâche, mais elles ont contribué à la dégradation des milieux naturels (Turner et al., 1998, Paskoff, 1998; Evans, 1992; Tilmans, 1991). En effet, les structures de protection étant généralement conçues en fonction des caractéristiques intrinsèques du site d'implantation, sans égard à l'ensemble du système côtier, peuvent provoquer une diminution substantielle de la qualité de l'environnement. Dans ces régions, les interventions basées principalement sur des approches politique et économique laissent place depuis plus d'une décennie à des actions intégrées axées sur la connaissance de la dynamique littorale et sur la base de différents plans et stratégies de gestion de la zone côtière (Carey and Mieremet, 1992; Leafe et al., 1998, McInnes et al., 1998). Les stratégies de gestion présentent différentes alternatives en fonction des caractéristiques du milieu, incluant, dans certains cas, l'évacuation progressive du littoral, des mesures d'adaptation ou encore l'implantation de structures pour contrer l'érosion et la hausse du niveau marin dans certaines zones urbanisées. Par ailleurs, il semblerait que les riverains sont de plus en plus conscients que l'érosion des falaises littorales est importante pour assurer la pérennité de leurs plages, notamment parce qu'ils ont vu, au fil des années, que les actions humaines non intégrées au milieu augmentaient l'érosion et que les méthodes de protection n'ont souvent pas réussi à stabiliser les plages à long terme (Ives and Furuseth, 1988). L'expérience de ces régions côtières nous renseigne sur le fait qu'utiliser le milieu côtier à titre de laboratoire pour parfaire et expérimenter des méthodes de protection, sans connaissance exhaustive du milieu, n'est pas acceptable et très coûteux pour les communautés riveraines à moyen et long termes (Klein et al., 1998).

Les côtes de l'estuaire du Saint-Laurent n'ont pas échappé à l'artificialisation qui est attribuable en grande partie à la construction des routes nationales et des chemins de fer. La Côte-Nord demeure l'une des dernières régions où l'on peut encore admirer sur de longues distances le patrimoine naturel côtier québécois à l'état « sauvage ». Toutefois, au cours de la dernière décennie les interventions se sont multipliées, notamment dans la région de Manicouagan. Jusqu'à maintenant, les interventions sur le littoral de la région de Manicouagan ont été ponctuelles et non intégrées, répondant souvent à une urgence pour protéger des infrastructures et pour assurer la sécurité des citoyens menacés par le recul du trait de côte. Compte tenu de l'hydrogéologie des falaises littorales, la protection en enrochement semble dans bien des cas la seule alternative capable de stabiliser le trait de côte, du moins à court terme. Or, les impacts de ces mesures de protection sont perceptibles (abaissement du profil des plages, augmentation de l'érosion à l'extrémité des structures, augmentation de débris anthropiques sur les plages et l'estran) et correspondent aux mêmes observés ailleurs dans le monde où l'on a implanté des structures lourdes et rigides. Même si elle n'a pas encore été enregistrée quantitativement pour le Saint-Laurent estuarien, la hausse mondiale du niveau marin prévue (IPCC, 1995; Gornitz, 1996) aurait pour effet d'amplifier les effets négatifs des interventions anthropiques. Dans les milieux ayant été artificialisés, on utilise dans certaines régions le concept de résilience côtière pour évaluer l'impact des interventions et pour développer des plans de gestion. La résilience côtière est définie comme la capacité du système côtier à répondre et à s'adapter aux conséquences des perturbations anthropiques et est évaluée à partir des résiliences morphologique, écologique et socio-économique (Klein et al., 1998). Pour illustrer brièvement ce concept, prenons le cas de la péninsule de Manicouagan. Les principaux secteurs qui assuraient une source d'alimentation en sable nécessaire à l'équilibre de la zone côtière sont maintenant enrochés

(\sqrt{r} ésilience morphologique), ce qui explique que certaines plages sablonneuses qui faisaient le charme du milieu se transforment graduellement en plages argileuses et vaseuses avec la présence de blocs rocheux épars anthropiques (\sqrt{r} résilience socio-économique). Cette diminution en sable pourrait affecter le maintien de certains habitats de la zone intertidale comme celui des myes

 $(\sqrt{}$ résilience écologique) qui à son tour aurait un impact au niveau des mœurs de la communauté régionale puisque la cueillette de mollusques est une activité culturelle relativement importante

(√ résilience socio-économique). Ce concept met bien en évidence les interrelations entre les composantes de la zone côtière et montre que le contrôle de l'une peut parfois nuire au bon fonctionnement des autres et à l'équilibre de cet environnement complexe.

3.2 Système de gestion intégrée du milieu côtier

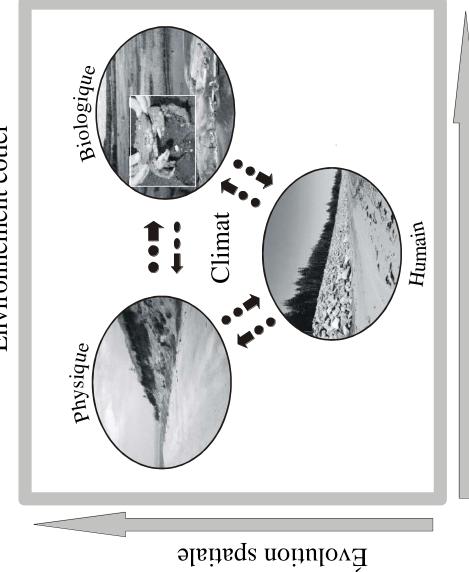
Tout d'abord, on se doit de mentionner qu'un système de gestion « intégrée » devrait sans équivoque inclure l'ensemble des composantes du milieu, c'est-à-dire les milieux physique, biologique et humain (incluant socio-économique) ainsi que la dynamique de l'environnement (relation entre les composantes et leur évolution) (figure 1). Vocable à la mode, « le système de gestion intégrée » est pourtant souvent utilisé à toutes les sauces. En effet, il est dans bien des cas basé sur une analyse ponctuelle aussi bien dans le temps que géographiquement dans le cadre de projets pointus ne tenant compte que de quelques composantes ou bien il est appliqué à une ressource spécifique. Or, dans un milieu aussi diversifié et évolutif que la zone côtière, la gestion intégrée doit nécessairement être soutenue par une approche systémique et par un système de suivi de l'environnement et des interventions. De plus,

les systèmes de gestion existants possèdent souvent une lacune importante pour la planification de zonage et pour l'aménagement, soit l'utilisation de cartes de base possédant une échelle inappropriée (généralement 1 : 50 000, parfois 1 : 250 000), de sorte qu'en pratique il est difficile, voire impossible, d'effectuer une gestion et une planification adéquates du territoire en relation avec l'ensemble des composantes côtières.

Par exemple, la délimitation des zones à risque de mouvements de terrain applicable en milieu côtier et avec marge de sécurité pour l'aménagement nécessite une carte de base détaillée tout comme il est difficile d'intervenir adéquatement en fonction des processus côtiers à partir d'une classification côtière au 1 : 50 000. Par ailleurs, un système de gestion côtière ne doit pas s'appliquer uniquement au milieu littoral proprement dit, mais à tout le territoire influencé par l'environnement marin et à celui qui à son tour peut influencer le milieu marin, c'est-à-dire les bassins versants adjacents à la zone côtière. Enfin, même si l'érosion des falaises est le phénomène le plus manifeste de la dynamique côtière, il faut tenir compte de l'ensemble des facettes de l'environnement côtier dans l'élaboration de plans de gestion pour que ces derniers soient efficaces et réalistes.

3.3 Type de système proposé pour la gestion côtière

Le système de gestion intégrée du milieu côtier proposé est un système d'information géographique permettant d'utiliser des bases de données multisources relationnelles pour effectuer des analyses spatiales à différentes échelles. Ce système ouvert et flexible offre la possibilité de créer et de modifier des modules pour qu'ils soient adaptés à différentes régions et aussi en fonction des besoins spécifiques des utilisateurs. Il est conçu pour être utilisé tant par des spécialistes et des chercheurs du milieu côtier que par des gestionnaires ou des intervenants n'ayant pas nécessairement des connaissances poussées de la dynamique côtière. Le système est très convivial et facile d'utilisation, notamment grâce à sa barre de gestion de données multimédias qui permet à l'utilisateur de voyager à travers les bases de données et de produire rapidement des rapports, graphiques, cartes thématiques en répondant aux questions et en appuyant simplement sur des touches du clavier. Le système est adapté directement aux besoins reliés à la gestion côtière, l'utilisateur peut donc effectuer des requêtes et des analyses poussées concernant des problématiques concrètes tels l'érosion du littoral ou encore les conflits dans l'utilisation du milieu côtier. Le système est composé de trois principaux modules, soit le module de suivi qui permet la saisie et l'analyse de données biophysiques et humaines, le module de la dynamique côtière qui tient compte des facteurs locaux et régionaux qui interviennent et conditionnent l'évolution du milieu côtier et enfin, le module de gestion, planification et prévision qui permet de faire le lien entre les différentes données du système pour élaborer des cartes thématiques nécessaires pour améliorer la gestion et la planification du milieu tout en étant un outil d'aide à la décision. Le tableau 1 résume les principales composantes des trois principaux modules du système. Enfin, il est évident que le support informatique comporte plusieurs avantages comparativement à l'utilisation des cartes papiers conventionnelles. Il permet entre autre une gestion plus facile des composantes côtières, il offre aussi l'avantage d'une mise à jour facile, rapide et peu coûteuse, il permet de mieux cerner les interactions complexes entre les diverses données, il constitue une infrastructure efficace pour l'échange de données et, enfin, il évolue dans le temps par rapport à l'aspect statique et ponctuel de l'utilisation unique de cartes papiers. Il peut donc en résulter des décisions mieux intégrées au milieu sur la base de l'analyse des conséquences potentielles à plus ou moins long terme.



Évolution temporelle

Figure 1: Composantes de l'environnement côtier: interactions et évolution spatiotemporelle

Tableau 1. Principales composantes d'un système de gestion intégrée en milieu côtier.

Module de suivi (monitoring)

Milieu physique

Type de trait de côte/orientation

Hauteur

Stratigraphie (faciès, épaisseur)

Taux d'érosion

Hauteur de la falaise morte

Largeur haute plage et arrière-plage Longueur de l'estran et substrat

Bilan sédimentaire

Bathymétrie

Géologie et hydrogéologie

Géomorphologie

Milieu humain Démographie

Activités économiques et culturelles

Utilisation du sol

Extraction des ressources

Sites récréatifs et touristiques

Sites archéologiques

Degré d'artificialisation des côtes

Types de structures (ou d'infrastructures)

Milieu biologique

Habitat marin, intertidal, terrestre Flore et succession végétale

Sanctuaire ou espèces particulières

Milieu sensible

Faune marine et terrestre

Environnement

Lieu d'enfouissement sanitaire

Dépotoir clandestin

Source de pollution et contamination

Module dynamique côtière

Dérive littorale

Processus d'érosion et de sédimentation Processus fluviaux et réseau de drainage

Glaciel

Marée

Courants (de retour, de déchirures, etc.)

Vagues (hauteur, période, etc.)

Fetch

Climatologie (vent, précipitation, température, etc.)

Module de gestion, planification et prévision

Courbe des variations du niveau marin relatif

Classification et matrice de sensibilité des secteurs côtiers

Zone à risques de mouvements de terrain et marge de sécurité pour l'aménagement

Capacité de support

Milieu vulnérable à l'aménagement

Carte des impacts environnementaux

Carte évolutive du milieu côtier (érosion vs stabilité vs progradation)

Carte d'évolution des écosystèmes

Carte prévisionnelle

Grille d'évaluation des techniques d'intervention

Plans de gestion côtière

Stratégies de gestion côtière

L'efficacité d'un tel système dépend de différents facteurs internes : 1) la structure de la base de données; 2) l'interface développée; 3) l'accessibilité aux données (réseau, internet); mais aussi (sic) de facteurs externes : 4) la qualité des données qui est définie par le niveau de connaissance de l'environnement et la méthode d'acquisition des données; 5) la circulation et la disponibilité de l'information existante. L'élaboration d'une base de données multisources exhaustives est fondamentale et est tributaire de la collaboration entre les différents intervenants œuvrant dans le milieu (figure 2). L'acquisition des données demande donc une approche pluridisciplinaire.

Toutefois, cette approche est parfois paradoxale car l'intégration de données provenant de différentes sources entraîne parfois un méli-mélo quant à leur uniformité, à leur représentativité et à leur signification. Il nous apparaît important de mettre l'accent sur ce point car l'expérience de plusieurs projets côtiers actuels et passés démontre que la consistance des données constitue une contrainte majeure (Sherin *et al.*, 1999). La couverture spatiale et temporelle des données n'est souvent pas uniforme et leur qualité ainsi que les critères d'acquisition des données varient souvent d'un site à l'autre. Cette situation peut occasionner de multiples problèmes lors de la gestion et de la planification du territoire. Dans le cas de la désignation de secteurs prioritaires que ce soit pour des zones à risque, des ressources sensibles à protéger ou encore pour la mise en valeur, ce constat pourrait favoriser certains secteurs au détriment d'autres qui cadreraient pourtant davantage avec les objectifs poursuivis mais où le nombre des données sont moindres. Comme la validité d'un tel système repose en grande partie sur l'acquisition des données et la compréhension exhaustive de la dynamique et des processus côtiers, il est essentiel de favoriser une approche constante et d'avoir un esprit critique lors de l'intégration de données dans le système afin que l'ensemble d'un territoire soit comparé à l'aide des mêmes critères et connaissances du milieu.

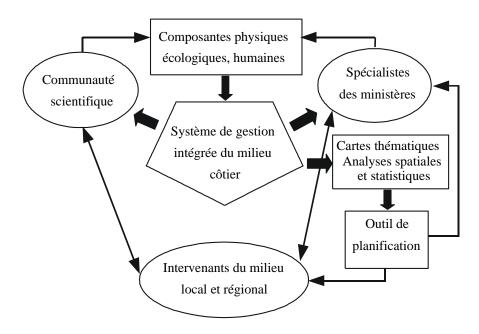


Figure 2. Relation entre les différents intervenants du milieu côtier et le système de gestion intégrée.

La région de Manicouagan offre un intérêt particulier pour expérimenter l'application d'un système de gestion en milieu côtier orienté vers la planification et l'aménagement du territoire pour diverses raisons : 1) milieu sensible qui évolue relativement rapidement; 2) bonne diversité tant au niveau biologique que physique; 3) utilisation variée du milieu côtier; 4) différentes interventions humaines ont eu lieu sur son littoral (bonnes ou mauvaises); 5) niveau de connaissance du milieu en croissance.

Nous avons implanté en 1998 un système de suivi dans la région de la péninsule de Manicouagan, comprenant Ragueneau. A l'aide de l'analyse de la dynamique littorale effectuée depuis 1992 et de photographies aériennes multidates (1965, 1971, 1976, 1995), plus de 190 bornes témoins ont été implantées afin de couvrir les différents milieux de cette région et de suivre leur évolution tout en calculant de façon saisonnière le recul du trait de côte (Bernatchez, 1998; Leblanc, en prép.). De plus, une classification de l'érosion des côtes a été réalisée en 1995 et mise à jour en 1997 et 1998 et montre la croissance de l'érosion de façon latérale (Bernatchez, 1995). À partir de l'analyse détaillée de la stratigraphie et des faciès sédimentaires des falaises littorales, nous pourrons ainsi calculer l'apport des sédiments érodés aux rives dans le système sédimentaire. Différents profils ont aussi été réalisés sur l'estran afin de

déterminer le bilan sédimentaire. Ce suivi est essentiel entre autres pour déterminer le rôle relatif des différents processus côtiers de façon saisonnière, évaluer l'impact des méthodes de protection, la capacité des zostères marines à capter le sable, l'évolution des plages, etc. D'autre part, une des approches fondamentales généralement utilisée dans l'élaboration de plans et de stratégies de gestion côtière est de reconstituer les variations du niveau marin relatif holocène (Bijlsma, 1996), qui sont à la base de l'évolution des écosystèmes riverains et qui conditionnent directement le bilan sédimentaire. Une campagne de terrain a été entamée en 1996 spécifiquement pour reconstituer les variations du niveau marin relatif en relation avec la mise en place et l'évolution des complexes deltaïques de la Haute Côte-Nord (Bernatchez, en prép.). Ces données seront primordiales pour évaluer les tendances actuelles et futures de l'évolution côtière et pour déterminer la sensibilité des différents milieux naturels aux changements environnementaux. Malgré les efforts pour en arriver à une compréhension globale de la dynamique côtière, il n'en demeure pas moins que beaucoup de travail reste à être réalisé pour obtenir un niveau de connaissance acceptable du milieu côtier pour l'utilisation d'un système de gestion et l'élaboration de plans et de stratégies de gestion efficaces. Toutefois, les expériences acquises dans d'autres régions côtières démontrent clairement la pertinence et les bénéfices socio-économiques et écologiques que peut apporter un tel système. À court terme, des actions doivent être entreprises (sic) d'abord pour assurer la sécurité de certains résidents et aussi pour identifier des « zones vertes » où l'on pourrait laisser aller de facon naturelle les processus côtiers de manière à ce que les secteurs qui présentent une source potentielle de sable puissent continuer à alimenter et à engraisser les plages et ainsi limiter les impacts environnementaux potentiels.

4. CONCLUSION

Il faut se rappeler que l'érosion des falaises littorales est essentielle pour maintenir l'équilibre du milieu puisqu'elle assure entre autres l'approvisionnement des plages sablonneuses et le maintien de certains habitats de la zone intertidale. Il faudra trouver un juste milieu concernant la protection et l'utilisation du milieu et évaluer les coûts et les bénéfices de chaque intervention, non seulement à court terme, mais notamment à moyen et long termes. Dans ce sens, la connaissance du milieu et de son évolution est un prérequis incontournable et l'élaboration d'un système de gestion intégrée du milieu côtier constitue un moyen efficace pour l'aménagement et un outil d'aide à la décision pour améliorer la planification. Le système de gestion pourrait constituer un point central en favorisant les interactions entre les divers organismes ayant des besoins au niveau des connaissances littorales. Par conséquent, il pourrait permettre des échanges de connaissances et de données et ainsi favoriser la mise en place de plans de gestion tenant compte de l'ensemble des connaissances disponibles pour le milieu. L'élaboration des plans de gestion côtière pourra permettre de trouver des solutions adéquates pour assurer une co-évolution entre la dynamique littorale et la vie socio-économique de la région, tout en maintenant les nombreuses opportunités qu'offre la zone côtière. Ce système pourrait aussi favoriser la mise en place de politiques de gestion côtière mieux intégrées aux caractéristiques et aux utilisateurs du milieu. Il permettrait ainsi de mieux évaluer la faisabilité des techniques de protection et la viabilité à long terme des mesures d'intervention en relation avec les processus spécifiques qui sont propres à chacun des milieux. Enfin, il faudra, tôt ou tard, revoir ou modifier notre façon de penser concernant l'aménagement et la gestion littorale. Des pas dans la bonne direction sont en cours pour un développement durable de la zone côtière particulièrement pour les ressources marines, notamment sur la Haute-Côte-Nord et en Gaspésie (Morisset et Lalumière, 1998; Dorion et Bernard, 1998).

L'initiative du Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire et de la MRC de Manicouagan d'organiser ce colloque est heureuse et démontre le dynamisme et la volonté du milieu à améliorer la gestion de leur environnement côtier. L'élaboration d'un véritable système pour la planification et l'aménagement en milieu côtier pourrait s'avérer une voie intéressante pour la communauté régionale et un projet pilote fort prometteur dans une perspective de développement durable.

5. RÉFÉRENCES

BERNATCHEZ, P. 1995 Classification de l'érosion des berges de la péninsule de Manicouagan. Rapport d'expertise soumis à la MRC de Manicouagan, 45 p.

BERNATCHEZ, P. 1998 Le recul de la frange côtière de la région de Manicouagan : problèmes de gestion et impacts environnementaux. 19e Colloque du Centre d'études nordiques, Université Laval, p. 29.

BERNATCHEZ, P. en prép. Géomorphologie littorale et variations du niveau marin relatif holocène sur la Haute-Côte-Nord. Thèse de doctorat, Département de géographie, Université Laval.

BIJLSMA, L. 1996. *Coastal Zones and Small Islands*. In R.T. Watson, M.C. Zinyowera and R.H. Moss (eds), Climate change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses, Working Group II, Cambridge University Press, p. 289-324.

BIRD, E.C.F. 1985. Coastline changes: a global review. John Wiley & Sons, 219 p.

CAREY, J.J. AND MIEREMET, R.B. 1992. *Reducing vulnerability to sea level rise: international iniatives.* Ocean and Shoreline Management, vol. 18, p. 161-177.

DORION, D. ET BERNARD, M.-A. 1998. La gestion intégrée de la zone côtière au Québec, une étude de cas : "Hortus, un jardin marin dans la baie de Cascapédia. In Zone Côtière Canada 98, Victoria, p. 65.

ENVIRONNEMENT CANADA. 1998. Summary of spill events in Canada 1984-1995. ISBN-0-660-17486-3, Cat. No: 49-14/5-3E, 81 p.

EVANS, A.W. 1992. The application of geomorphology in coastal management studies. Ocean and Coastal Management, vol. 17, p. 47-55.

GORNITZ, V. 1995. *Sea-level rise : a review of recent past and near-future trends*. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 20, p. 7-20.

IPCC. 1996. Climate change 1995: *Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses.* R.T. Watson, M.C. Zinyowera and R.H. Moss (eds). Working Group II, Cambridge University Press, 879 p.

IVES, S.M. AND FURUSETH, O.J. 1988. Community response to coastal erosion: the view from two North Carolina beach areas. Ocean and Shoreline Management, vol. 11, p. 177-193.

KLEIN, R.J.T., SMIT, M.J., GOOSEN, H. AND HULSBERGEN, C.H. 1998. Resilience and vulnerability: Coastal dynamics or Dutch Dikes? The Geographical Journal, vol. 164, p. 259-268.

LEAFE, R., PETHICK, J. AND TOWNEND, I. 1998. *Realizing the benefits of shoreline management*. The Geographical Journal, vol. 164, p. 282-290.

LEBLANC, S.R. (en prép.). Analyse des processus saisonniers responsables de l'évolution récente de la péninsule de la Manicouagan, estuaire maritime du Saint-Laurent, Québec. Mémoire de maîtrise. Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke.

MCINNES, R.G., JEWELL, S. AND ROBERTS, H. 1998. Coastal management on the Isle of Wight, UK. The Geographical Journal, vol. 164, p. 291-306.

MORISSET, J. ET LALUMIÈRE, R. 1998. La gestion intégrée de la zone côtière du Saint-Laurent marin, une étude de cas : " formation d'une table des parties prenantes en Haute-Côte-Nord. In Zone Côtière Canada 98, Victoria, p. 35.

OWENS, E.H., LEBLANC, S.R. AND PERCY, R.J. 1996. An integrated approach to shoreline mapping for spill response planning. Compte rendu du 19e colloque technique du programme de lutte contre les déversements d'hydrocarbures en mer et dans l'Arctique (AMOP), Calgary. Vol. 2, p. 1145-1158.

PASKOFF, R. 1998. Les littoraux – impact des aménagements sur leur évolution. 3e édition, Armand Colin/Masson, Paris, 260 p.

Public Review Panel on tanker safety and marine spills response capability. 1990. ISBN-0-662-18089-5, Cat. No. EN21-91/1990E, 263 p.

SHERIN, A.G., SPEIGHT, C. AND THERIAULT, E. L. 1999. *Putting the Coastal Information Puzzle Together*. CoastGIS conference, September 1999, Brest, France.

TILMANS, W.M.K. 1991. *Coast erosion management – the Kelantan case*. Ocean and Shoreline Management, vol. 15, p. 87-124.

TURNER, R.K., LORENZONI, I., BEAUMONT, N., BATEMAN, I.J., LANGFORD, I.H. AND MCDONALD, A.L. 1998. *Coastal management for sustainable development : analysing environmental and socio-economic changes on the UK coast.* The Geographical Journal, vol. 164, p. 269-281.

PÉRIODE DE QUESTIONS

S. L. Les travaux de terrain qui s'effectuent maintenant dans l'ensemble de la péninsule et à Ragueneau ... on voudrait les intégrer dans le système, tout dépendant des données qu'on peut acquérir et voir aussi le temps alloué. Mais ce serait vraiment une zone d'étude, celle que vous avez vue sur la carte de localisation. (inaudible)

Question Je représente un organisme qui couvre toute la Côte-Nord, est-ce qu'on peut penser que dans un délai pas trop long, une éventuelle couverture cartographique va se faire ?

S. L. Je pense que tout serait possible. Il s'agit de développer le système et tenter de voir si c'est adapté aux besoins des gens et si on peut l'adapter à d'autres secteurs. Le concept de base pourrait sûrement être intégré à d'autres secteurs et il s'agirait de voir avec l'idée du partenariat et avec les gens, si les coûts reliés à ça et le temps que ça exige, en mettant tous les efforts en commun ... comment on pourrait bénéficier de l'expertise de chacun dans le domaine. Avoir quelque chose de plus efficace, adapté aux besoins des divers intervenants dans le milieu.

Question C'est évident que quand on parle de coût et qu'on veut faire contribuer les gens du milieu, il faut comprendre que dans certains secteurs, il y a beaucoup d'intervenants, on parle de plusieurs habiletés. Quand on arrive dans un secteur comme la Basse-Côte, il y a certainement des besoins et il y a certainement des zones sensibles à identifier, par contre, on ne peut pas demander aux gens du milieu de se payer ce genre de travaux.

S. L. Non, pour moi, les gens du milieu, ce sont ceux qui auraient certains avantages, à long terme, dans une solution comme celle-là, en tout cas les générations futures. Donc, je ne crois pas qu'on puisse demander à ces gens-là de défrayer, c'est peut-être plutôt à la collectivité ou aux gestionnaires du milieu et à certains organismes de décider s'ils veulent se doter d'un produit comme ça, si ça peut être utile. Parce qu'on mentionnait que chaque département ... dans le fond, on a souvent une vision sectorielle de certains secteurs ... Si on veut avoir une suggestion qui incorpore une vision à plus long terme, une vision générale du milieu, si les gens pensent que ça peut être intéressant, c'est à ceux qui ont le pouvoir, au niveau décisionnel, de décider s'ils veulent ou pas aller de l'avant face à un système comme ça. Mais pour régler certains problèmes, ça prend quelqu'un qui sache comprendre les processus en cause, c'est essentiel.

Question En ce qui concerne les « technicalités », donc la souplesse de ce mode de gestion, en quoi ça consiste, en ce qui regarde le matériel ? Est-ce que la plupart des gestionnaires ordinaires, avec ce type de logiciel, va pouvoir faire fonctionner le système ?

S. L. On a essayé de voir le style d'approche qu'on pouvait utiliser avec ce système de gestion. Sauf qu'on est à l'étape de la collecte de données pour voir les composantes et l'approche qu'on peut utiliser avec ce système de gestion. C'est aussi pour ça que j'ai présenté, au départ, le système qu'on a développé à Environnement Canada. Pour voir que c'est possible de développer un système de gestion. Ça donne une idée de certaines composantes, de la façon dont elles peuvent être intégrées dans le système. Et il y a différentes approches qui peuvent être utilisées avec les logiciels. Le logiciel qui a été utilisé par Environnement Canada était peu dispendieux. C'était une des raisons fondamentales. C'était « MapInfo », un logiciel que la plupart des gens connaissent. On l'a adapté à nos besoins, en programmant certains menus, pour rendre la vie de monsieur-tout-le-monde plus facile, parce que les gens ou les gestionnaires ne veulent pas devoir apprendre tout le système d'informations géographiques et tout le potentiel du système. Il veut simplement avoir affaire à la prise de décision et en voir les composantes dans le système.

Question Est-ce que vous considérez que les comités ZIP peuvent être des partenaires ?

S. L. Je le crois certainement. Justement, en ce qui concerne le système qui a été développé à Environnement Canada, je mentionnais qu'un système comme ça a été développé à l'aide d'un partenariat, que ce soit avec l'industrie privée, par exemple des compagnies pétrolières, ou avec les gouvernements provinciaux ou d'autres instances gouvernementales. Souvent, il ne s'agit pas d'argent qui passe d'une main à l'autre, mais plutôt d'une collaboration dans l'échange de données et d'informations.

Dans la région de l'Atlantique, les comités ZIP c'est un peu les « Communauty action plan » qu'on appelle les « CAP », donc tous les groupes communautaires qui ont accès à notre information, qu'il s'agisse de la sédimentation ou de la géomorphologie du rivage. Nous, on a besoin d'un outil plus général, comme des cartes au 1 : 50 000. Mais un gestionnaire du milieu, pour parler d'érosion, a besoin d'une échelle plus adaptée à ses besoins, peut-être au 1 : 5 000 ou au 1 : 10 000. Donc, quand on donne notre information à ces gens-là, ils la modifient pour l'adapter à leurs propres besoins et cette information nous revient ensuite, parce que les gens du milieu ont une meilleure connaissance de celui-ci, par exemple les pêcheurs pour les ressources biologiques. On tente donc d'aller vers ce genre de connaissances, en passant par les groupes communautaires ou les gens du milieu qui connaissent leurs ressources mieux que n'importe qui d'autres.

Question Est-ce que les données dont vous avez parlées sur la péninsule Manicouagan sont déjà disponibles ?

S. L. Des données avaient déjà été recueillies, avant que nous commencions notre travail, par plusieurs chercheurs, dont M. Dubois. On pourrait déjà diffuser nos propres données récoltées en 1993 et 1995. On en a aussi de 1998 pour l'ensemble des bornes qu'on avait installées. On a commencé à compiler. Les données prises à chaque saison vont être répertoriées. Elles ne sont donc pas vraiment disponibles en ce moment, puisque l'étude n'est pas complétée. C'est seulement durant les prochaines années qu'on pourra avoir accès à une partie de toutes ces informations qu'il faut aussi regrouper.

Question Est-ce que ce sera disponible sur Internet?

S. L. À Environnement Canada, on a actuellement un projet pilote. Il est censé être prêt d'ici la fin de l'année fiscale qui correspond au 31 mars. Il s'agit justement de l'application, en partie et sur Internet, du système dont on a parlé, grâce à une technologie qui s'appelle « MapX ». Donc, les gens pourront accéder à l'information, pour communiquer en cas de déversement ou de crise, ou en tout cas pour avoir accès à un suivi des mesures qui sont prises et pour connaître les ressources qui sont menacées. Mais, ce n'est pas encore complété.

MESURES DE PROTECTION DES BERGES EN MILIEU MARIN : ÉTUDE DE SOLUTIONS NOVATRICES

Danielle Messier, Hydro-Québec Léon Hardy, Poly-Géo inc. Jean-Pierre Savard, InteRives ltée

Madame Danielle Messier est conseillère en recherche environnementale, en ce qui concerne les aspects biologiques et physiques des estuaires et du milieu côtier. Elle dirige le suivi environnemental et l'étude des impacts des aménagements hydroélectriques sur les estuaires et le milieu côtier, incluant la problématique du transfert du mercure en milieu marin.

Après avoir obtenu baccalauréat en biologie, puis maîtrise en biologie marine à l'Université de Montréal, respectivement en 1972 et 1975, elle entreprend des études de 3º cycle en océanographie à l'Université McGill.

Tout en poursuivant ses études, elle a exécuté des travaux de recherche pour le Marine Sciences centre de l'Université McGill, à Montréal, pour l'INRS-Océanologie à l'QUAR et pour les Pêches maritimes du Québec. De 1980 à 1992, elle a œuvré à la Société d'énergie de la Baie James. Depuis environ sept ans, madame Messier est à l'emploi d'Hydro-Québec.

RÉSUMÉ

L'estuaire maritime du Saint-Laurent est soumis à des conditions de forte énergie. Plusieurs ouvrages de stabilisation des berges ont été implantés sur la rive nord de l'estuaire, particulièrement dans la région de la péninsule de Manicouagan. Le type d'ouvrages le plus répandu consiste à recouvrir la berge ou parfois le talus de blocs de dimensions métriques. Ces armures ont pour effet de rigidifier la berge et de la rendre quasi stérile au plan environnemental. À titre de citoyen corporatif, Hydro-Québec s'est engagée à participer au développement de mesures de protection des berges alliant sécurité et amélioration d'habitats humides en milieu marin.

Un groupe de travail a été formé pour dégager les techniques les plus prometteuses en choisissant un site propice à la mise en place éventuelle des mesures choisies. L'étude comprend : 1) une revue de contexte sédimentologique, géomorphologique, biologique et socio-politique ; 2) une visite de terrain ; 3) une revue critique des mesures et techniques de protection en fonction de l'aire d'étude ; et enfin, 4) une proposition concrète des techniques les plus avantageuses. La présente conférence portera surtout sur la démarche entreprise, en faisant ressortir les principaux résultats.

Les dépôts meubles constituent environ 65 % du littoral entre Tadoussac et Baie-Comeau, dont près des 2/3 contiennent des couches argileuses ou sableuses pouvant être affectées par l'action des vagues. Sur l'ensemble de la côte, les reculs de talus sont faibles sauf à quelques endroits. Sur la façade maritime de la péninsule de Manicouagan, le recul de la ligne de rivage atteint localement 100 m en 65 ans (de 1931 à 1996). Ce secteur a donc été retenu comme aire d'expérimentation. Les principaux processus de la dynamique sédimentaire de la péninsule sont expliqués sommairement. Le sapement du pied de talus par les vagues donne lieu à un redressement de la pente par éboulement et petits glissements. Les matériaux fins provenant de talus sont entraînés en suspension, alors que les sables sont redistribués ou évacués par des courants parallèlement au rivage. Le sable s'accumule localement pour former des basses terrasses sableuses qui protègent les talus contre l'action des vagues et ces talus se stabilisent. Lorsque la terrasse sableuse migre le long du rivage et n'est plus en mesure de protéger le talus, l'érosion du pied de talus recommence.

Il appert donc que les mesures de protection de berges les plus efficaces sur la façade maritime de la péninsule de Manicouagan doivent être choisies pour leur capacité à ralentir le transit sédimentaire parallèle au rivage. Il est proposé de mettre à l'essai des palissades de pieux de bois. Dans les cas critiques d'érosion, des pièges de haut de plage initialement remplis de sable pourront s'ajouter aux épis de bois.

INTRODUCTION

L'estuaire maritime du Saint-Laurent est soumis à des conditions de forte énergie de vagues et de courants. La rive nord du Saint-Laurent, étant souvent constituée de dépôts meubles mobilisables par les agents littoraux, est soumise à une érosion relativement intense des talus. L'érosion peut modifier les paysages riverains, incluant les habitats aquatiques. Le recul des talus peut également mettre en péril des routes et des habitations. Plusieurs ouvrages de stabilisation des berges ont été implantés sur la rive nord de

l'estuaire, particulièrement dans la région de la péninsule de Manicouagan. Le type d'ouvrages le plus répandu consiste à recouvrir la berge ou parfois le talus de blocs de dimensions métriques. Ces armures ont pour effet de rigidifier la berge et de la rendre quasi stérile au plan environnemental. À titre de citoyen corporatif, Hydro-Québec s'est engagée à participer au développement de mesures de protection des berges alliant sécurité et amélioration d'habitats humides en milieu marin.

Un groupe de travail a été formé pour dégager les techniques les plus prometteuses en choisissant un site propice à la mise en place éventuelle des mesures sélectionnées. L'étude comprend : 1) une revue du contexte sédimentologique, géomorphologique, biologique et socio-politique ; 2) une visite de terrain ; 3) une revue critique des mesures et techniques de protection en fonction de l'aire d'étude ; et enfin, 4) une proposition concrète des techniques les plus avantageuses.

Les dépôts meubles constituent environ 65% du littoral entre Tadoussac et Baie-Comeau, dont près des 2/3 contiennent des couches argileuses ou sableuses pouvant être affectées par l'action des vagues. Sur l'ensemble de la côte, les reculs de talus sont faibles sauf à quelques endroits. Sur la façade maritime de la péninsule de Manicouagan, le recul de la ligne de rivage atteint localement 100 m en 65 ans (de 1931 à 1996). Ce secteur a donc été retenu comme aire d'expérimentation.

Après analyse des conditions spécifiques de la dynamique sédimentaire des berges de la péninsule de Manicouagan et des principales techniques de stabilisation, il appert que les mesures de protection de berges les plus efficaces sur la façade maritime de la péninsule de Manicouagan doivent être choisies pour leur capacité à ralentir le transit sédimentaire parallèle au rivage.

Il est proposé de mettre à l'essai des palissades de pieux de bois. Dans les cas critiques d'érosion, des pièges de haut de plage initialement remplis de sable pourront s'ajouter aux épis de bois.

LES BERGES DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'objectif de cette portion de l'étude est de caractériser l'état d'un trait de côte de plus de 200 km de longueur. L'interprétation de l'ensemble de la côte a été faite sur des séries de photographies aériennes prises principalement en 1931, 1965, 1972, 1990 et 1996. Six aires ont été sélectionnées et ont fait l'objet d'une validation sur le terrain en juillet 1998.

Les dépôts meubles constituent environ 65 % du littoral entre Tadoussac et Baie-Comeau, alors qu'à peu près 35 % du littoral est constitué de roc. Les matériaux meubles sont généralement un silt argileux recouvert de sables littoraux ou deltaïques d'épaisseur variable. Les terrasses argilo-sableuses sont souvent surmontées de tourbières développées sur des sables cimentés. L'examen de la morphologie de la côte composée de matériaux meubles permet de distinguer trois types de berges dont dépend le risque d'érosion du talus :

les terrasses argileuses limitées par un talus directement en contact avec les vagues, ou au pied duquel la plage est trop étroite pour empêcher l'érosion active ou potentielle ;

les zones où les accumulations de sable sont suffisamment importantes pour soustraire le talus argileux à l'action des vagues ; les endroits où un marais littoral protège la côte.

Il faut comprendre que cette simple classification ne signifie pas que les larges plages ou les marais ne subissent pas d'érosion, mais simplement que les terrasses dont le pied est directement en contact avec les agents actifs ont un potentiel érosif beaucoup plus grand que les deux autres.

Ainsi décrits et définis, il appert que les talus argileux affectés directement par l'action des vagues représentent de 40 % à 42 % de la côte. La ligne de rivage est parfois limitée par une micro-falaise haute de 1 à 2 m, parfois par un talus escarpé pouvant atteindre jusqu'à 80 m de hauteur. Ces rives argileuses sont sommairement réparties comme suit :

à l'est de Tadoussac, de la pointe aux Vaches aux Rochers du Saguenay ; 2 km à l'est de la pointe à John (baie des Grandes Bergeronnes) au cap de Bon-Désir ; de Petits-Escoumins à La Romaine ; de Sainte-Anne-de-Portneuf à Forestville ; dans la baie aux Outardes, du cap aux Corbeaux à Ruisseau-Vert ; sur 20 km de longueur de côte répartis entre les pointes sableuses de la péninsule de Manicouagan.

Les rivages constitués principalement de sable représentent environ 20 % à 23 % du littoral. Les principales formes d'accumulation sableuses entre Tadoussac et Baie-Comeau sont des flèches de sable, des pointes sableuses, des crêtes de plage et des tombolos. À quelques endroits dans la zone d'étude, se trouvent des marais littoraux représentant environ 3 % du littoral. Les plus grands marais sont ceux protégés par des flèches ou par d'autres accumulations de sable. L'emplacement de ces zones d'accumulations sableuses et des marais est traité dans Hardy *et al.* (1998).

Les nombreuses séries de photographies aériennes consultées ont permis de délimiter les zones en érosion et d'évaluer grossièrement quelques reculs locaux des talus. Les talus en érosion se concentrent surtout dans des zones où les berges sont composées de silt argileux. La description de ces zones se trouve dans Hardy *et al.* (1998).

Une grande partie des rives maritimes de la péninsule de Manicouagan est délimitée par un talus actif, localement argileux et localement sableux, sur une longueur d'environ 20 km. Le talus subit actuellement une érosion plus ou moins intense et les photographies de 1931 montrent que ce phénomène n'est pas récent. L'analyse des photographies de 1931, 1965 et 1996 indique cependant que les zones d'érosion se déplacent et qu'elles dépendent essentiellement de la largeur de la berge sableuse en contrebas des talus (indépendamment de l'état des marées).

LA DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

Les dépôts meubles non consolidés peuvent être remaniés par les processus hydrodynamiques, climatiques et météorologiques. Les principaux processus qui contrôlent la dynamique sédimentaire sont : les niveaux d'eau, les vagues, les courants générés par la marée, l'écoulement fluvial, les glaces, les alternances de gel et dégel, le vent, la pluie, le drainage superficiel des rives et l'écoulement des eaux souterraines. Tous ces processus agissent, mais l'intensité relative de chacun dépend surtout de la pente et l'orientation de la rive et de la nature même des sédiments.

Les trois étages de la zone riveraine

La quantité d'énergie par unité de surface des agents littoraux augmente avec le raidissement de la pente de la zone riveraine. La rive nord du Saint-Laurent comporte généralement trois étages : la plate-forme côtière, la plage et le talus.

La plate-forme constitue le premier amortisseur des vagues et des turbulences causées par les courants. En règle générale, les vagues déferlent lorsque leur hauteur est égale à 78 % de la profondeur d'eau. Par exemple, une plate-forme dont la profondeur est de 2 m à marée haute fera déferler toutes les vagues de plus de 1,85 m, dissipant leur énergie avant qu'elles n'atteignent la plage.

La plage est l'amortisseur secondaire de l'énergie des vagues et des courants. La pente de la plage est généralement plus élevée que celle de la plate-forme côtière. L'énergie qui est dissipée sur les plages est donc beaucoup plus concentrée que sur les plates-formes. Cela explique pourquoi les plages sont constituées de matériaux plus grossiers et mieux triés en général que les plates-formes. Ces matériaux peu cohésifs se déforment sous l'action des vagues et courants, ce qui leur permet de s'ajuster rapidement selon l'intensité et l'orientation de ces processus. Des variations mineures de la pente et de la hauteur de la plage peuvent modifier de façon importante la capacité de la plage d'amortir les vagues et les autres processus dynamiques qui peuvent atteindre le talus.

Le talus est généralement en pente forte, variant de la verticale à l'angle de repos des sédiments non consolidés. La partie est de notre zone d'étude se distingue par la présence d'une carapace ferrugineuse fortement indurée à la surface des dépôts de sable. Cette couche est très résistante à l'érosion et peu perméable. Sa faible perméabilité est responsable du développement des grandes tourbières sur les terrasses. Par contre, sa forte induration permet des pentes de talus beaucoup plus raides que l'angle normal de stabilité des sables (environ 25° à 30°). Lorsque le talus est directement exposé à l'action des vagues et des courants, l'énergie dissipée sur le talus est très concentrée. Il faut toutefois se rappeler que la majeure partie de l'énergie est dissipée au niveau des plates-formes et des plages et seule une faible proportion atteint le talus. L'érosion des talus est principalement attribuable à un faible pourcentage (généralement moins de 1 %) de l'énergie totale dissipée dans la zone riveraine.

Les variations du niveau de l'eau

Le niveau d'eau est un élément majeur du contrôle de l'érosion des berges car il détermine le point de contact entre la rive et la surface de l'eau. Les niveaux d'eau fluctuent sous l'effet des marées, des tempêtes et des apports fluviaux dans les estuaires. Ils sont susceptibles d'être modifiés par des activités humaines ou par des cycles climatiques. Plusieurs chercheurs ont tenté d'estimer les variations du niveau du Saint-Laurent au cours du dernier siècle (Dionne 1986, 1996, 1997; Emery et Aubrey 1991; Anctil et Troude 1992). Dans le golfe du Saint-Laurent, à Harrington Harbour, les analyses indiquent que le niveau marin serait légèrement en baisse à un taux moyen de 0,3 mm/an. Toutefois, dans l'estuaire du Saint-Laurent, on ne peut détecter aucune variation relative des niveaux d'eau. Dans l'estuaire moyen, en se basant sur l'érosion de marais intertidaux et des basses terrasses, Dionne (op. cit.) conclut à une remontée relative des niveaux d'eau; il faut noter, cependant, que le niveau d'eau est influencé par le débit du Saint-Laurent dans ce secteur.

Le bilan sédimentaire

Les plages qui longent la zone d'étude perdent annuellement une partie des sédiments qui les composent. Ces sédiments sont emportés vers la zone profonde du Saint-Laurent ou à l'extrémité des deltas et des plates-formes côtières ; les agents de transport sont principalement les rivières en période de crues, les courants de marée et les glaces. L'importance des pertes, pour l'ensemble de la côte, n'est pas connue. Les pertes sont compensées par les apports sédimentaires des rivières et par l'érosion des berges.

La première source est relativement faible. Les rivières de la Côte-Nord portent des charges solides assez faibles parce que leurs bassins hydrographiques sont surtout composés de roc et de matériaux glaciaires résistants à l'érosion. Des sédiments fins et des accumulations de sable occupent le fond des vallées sous l'élévation approximative de 150 m. Bien que plus sensibles à l'érosion, ces matériaux contribuent peu à la charge solide depuis quelques millénaires, soit depuis que les cours d'eau ont atteint des seuils rocheux qui interdisent leur encaissement. Les matériaux provenant des rivières sont surtout livrés durant les crues (Cataliotti-Valdina et Long 1983) ; ils peuvent ainsi être transportés au large. Les fonds de ces estuaires sont généralement constitués d'argile ancienne surmontée de sable d'épaisseur variable ; il y a peu de sédimentation de particules fines.

La principale source de sédiments est l'érosion des berges maritimes. Cependant, chaque intervention visant à réduire l'érosion des berges coupe une partie de cette source de sédiments.

Le cycle de l'érosion des berges

L'analyse de plusieurs séries de photographies aériennes prises entre 1931 et 1996 montre que les talus évoluent selon les grandes

étapes suivantes :

sapement au pied du talus par les vagues, redressement de la pente donnant lieu éventuellement à des éboulements et à de petits glissements ;

les matériaux fins provenant des talus sont entraînés en suspension, alors que les sables sont redistribués ou évacués par des courants parallèlement au rivage ;

le sable s'accumule localement pour former des basses terrasses sableuses qui protègent les talus contre l'action des vagues ; ces talus se stabilisent ;

lorsque la terrasse sableuse migre le long du rivage et n'est plus en mesure de protéger le talus, le sapement au pied de talus recommence.

Ainsi, au cours d'une période de temps suffisamment longue, un secteur de rivage pourra être successivement érodé, temporairement stabilisé, puis de nouveau déstabilisé.

LA PÉNINSULE DE MANICOUAGAN

La péninsule de Manicouagan est représentative des conditions hydrodynamiques (les marées, les vagues, les courants et les conditions climatiques) qui prévalent sur l'ensemble de la côte nord du Saint-Laurent. Par contre, les données sur la dynamique sédimentaire et sur l'océanographie côtière y sont plus abondantes qu'ailleurs. Ces études concernent l'hydrodynamique des estuaires et les mouvements de sédiments (Long 1982 a, b ; Cataliotti-Valdina et Long 1984 ; Long et Hart 1987 ; Hart et Long 1990 ; CSSA 1993 ; Roche 1987), ainsi que la géotechnique et la dynamique des berges (Raynald 1977 ; Chagnon *et al.* 1979 ; Allard 1978, 1980, 1984 ; Desroches et Quash 1985 ; Lavallée 1993 ; Naturam 1997). D'autres études, non publiées, ont été menées par le ministère des Transports du Québec. La région est donc bien documentée au plan des données physiques et sédimentologiques.

D'autres critères ont été considérés afin de faire de la péninsule de Manicouagan notre secteur d'étude prioritaire. La péninsule est située entre deux estuaires de rivières aménagées à des fins hydroélectriques, ce qui rajoute à l'intérêt d'Hydro-Québec d'intervenir dans ce secteur. C'est au pourtour de la péninsule que les préoccupations locales, en ce qui a trait à l'érosion des berges, sont les plus senties à l'intérieur de notre zone d'étude. En effet, à plusieurs endroits, la route et des habitations se retrouvent à proximité des talus en érosion. Enfin, comme le ministère des Transports du Québec a déjà stabilisé plusieurs segments de rivage autour de cette péninsule, il sera plus aisé de solliciter des partenariats pour la réalisation de bancs d'essai.

L'évolution des mouvements a été étudiée en comparant des photographies aériennes de 1931, 1965 et 1996 entre la pointe du Bout et la pointe Lebel. Une bonne partie des segments de rives ont été visités en juillet 1998, dont tout le secteur de la pointe Manicouagan à la pointe Lebel, les rives entre la pointe du Bout et la Grosse Pointe ; toutefois, seulement une visite ponctuelle a été faite à la baie Saint-Ludger. Les comparaisons des traits de côte (sommet des talus ou haut de plage, selon les secteurs) sont fournis en annexes pour une section à l'ouest de la Grosse Pointe (figure 3.3), de la baie Saint-Ludger (figure 3.5) et de la pointe Lebel (figure 3.8).

La péninsule est un grand delta mis en place pendant la déglaciation de l'arrière-pays alors que les rivières alimentées par les eaux de fonte de la glace transportaient d'importantes quantités d'alluvions jusqu'à la mer. Bien que les dépôts en surface soient d'origine deltaïque et contiennent une grande partie de matériaux sableux, ils recouvrent généralement une épaisseur considérable de sédiments fins (silt et argile de la mer de Goldthwait). Cette stratigraphie explique en grande partie la sensibilité de la terrasse à l'érosion. Les dépôts de sable, souvent indurés en surface, sont mal drainés et ont favorisé le développement de tourbières. La péninsule est dépourvue de matériaux résistants à l'érosion, sauf à proximité du canal de fuite de la centrale Outardes-2 et du barrage de Manic-1.

Les comparaisons des photos aériennes montrent qu'en général, on observe un recul à peu près continu de la façade maritime de la péninsule. Toutefois, certains épisodes d'érosion sont entrecoupés d'épisodes de stabilisation temporaire comme il a été mentionné plus haut. La dérive littorale est parallèle au rivage et les sables sont apportés vers les zones d'accumulation. Ces zones d'accumulation de sable, qui totalisent environ 10 km de rive, sont : la pointe du Bout, la pointe Paradis, la pointe Manicouagan et la pointe Lebel. Ces zones d'accumulation de sable sont présentes sur les trois séries de photos aériennes utilisées pour l'étude.

Dans le cas de la péninsule de Manicouagan, les solutions pour ralentir les processus d'érosion des talus consistent à ralentir le transport sédimentaire parallèle au rivage.

TECHNIQUES DE RALENTISSEMENT DU TRANSIT SÉDIMENTAIRE

Les méthodes utilisées au Québec pour stabiliser les talus actifs et pour protéger les plages comprennent généralement deux groupes de stratégies. Les premières peuvent être regroupées sous le nom de méthodes « armure » ou de confinement, et les secondes sous le vocable de pièges à sédiment. À l'extérieur du Québec on ajoute, à ces deux stratégies d'intervention, la recharge dynamique et les structures submergées. Toutes ces méthodes existent depuis longtemps et sont passées en revue par Pope (1997) et sont décrites brièvement dans Hardy *et al.* (1998).

Les méthodes « armure » consistent à disposer un écran physique qui isole le pied du talus du plan d'eau et des processus hydrodynamiques qui causent l'érosion ; l'écran est donc parallèle à la rive et posé au pied du talus. Les armures lourdes sont les enrochements, les murs en béton, en palplanche, tandis que

Figure 3.3 (non disponible sous format informatique)

Figure 3.5 (non disponible sous format informatique)

Figure 3.8 (non disponible sous format informatique)

les armures légères sont constituées d'écrans végétaux, de matériaux plus légers et biodégradables ou d'agrégats de taille variable.

Le second groupe de méthodes comprend l'ensemble de ralentisseurs ou modérateurs du transit sédimentaire. Elles ont pour but de protéger les plages ou les talus attenants en retenant les sédiments présents naturellement sur ces berges ou en ralentissant leur transport le long de la rive. Les pièges à sédiments visent à accentuer ou à reproduire un processus qui se développe naturellement sur de nombreuses rives. La présence de végétation et de bois mort dans les dunes ou les marais, ainsi que la végétation du bas de talus et du haut de plage contribuent à retenir les sédiments et à ralentir l'érosion.

Les pièges à sédiments peuvent prendre une variété de formes et de composition. Le plus connu et le plus utilisé est l'épi individuel ou en groupe. Les épis sont des structures généralement orientées plus ou moins perpendiculairement à l'axe de la plage, dont le but est de ralentir ou d'intercepter la dérive littorale. Certains sont lourds (enrochement), d'autres plus légers et constitués de matériaux dégradables (épis de bois, clôtures de fagots ou de branches tressées, etc.).

Pour que les pièges soient efficaces, il faut entreprendre de bonnes études des processus qui contrôlent la dynamique sédimentaire de la plage ou de la rive qu'on veut protéger. Un piège mal conçu peut non seulement être inefficace, mais il peut aussi aggraver l'érosion; Bird (1996) fournit plusieurs exemples de systèmes d'épis mal conçus.

PROPOSITION DE BANCS D'ESSAI POUR LA PÉNINSULE DE MANICOUAGAN

Il est proposé de tester l'utilisation de palissades de pieux, couplées avec de petites clôtures de bois formant un système de terrasses en gradins sur le haut de plage. Nous proposons de procéder par étapes.

La première étape consiste à installer une rangée de pieux d'une hauteur légèrement supérieure à celle désirée. Les pieux ne sont pas attachés ou boulonnés.

Après avoir mis en place le champ d'épis en pieux, on procédera à une recharge initiale du haut de plage ; un suivi de la forme et de la hauteur de la plage devra être réalisé avant, pendant et après la mise en place du champ d'épis.

Dans les cas d'érosion sévère, il faudra installer des pièges de haut de plage lorsque requis.

Le suivi devrait idéalement se faire sur une période incluant deux hivers afin d'arriver à la configuration optimale du champ d'épis.

Trois sites sont proposés pour l'installation des bancs d'essai :

le parc de Pointe-aux-Outardes, sur un talus sableux en érosion;

l'anse de la Grosse Pointe, à environ 300 m au nord-est de la route existante, à la base d'un talus argileux présentant une faible érosion qui semble liée à l'appauvrissement en sable de la plage;

entre la pointe Lebel et la pointe Manicouagan, à l'extrémité sud d'un ouvrage de stabilisation où la plage sableuse rétrécit.

La localisation exacte des bancs d'essai devra être précisée au terrain, après accord avec les riverains et des autorités

gouvernementales locale et provinciale.

CONCLUSION

L'analyse de l'érosion de la zone d'étude de Tadoussac à Baie-Comeau, et particulièrement de la péninsule de Manicouagan, montre un recul plus ou moins continu de la façade maritime sur une très large portion du rivage constitué de matériaux meubles. Toutefois et localement, les épisodes d'érosion des talus sont parfois entrecoupés d'épisodes de stabilisation temporaire.

On ne peut arrêter complètement l'érosion des talus sans utiliser des méthodes lourdes qui ont des conséquences sur les rivages voisins. Une méthode adaptée aux processus locaux doit être choisie en fonction de ses capacités à ralentir le transit sédimentaire parallèle au rivage. Des épis conçus adéquatement permettraient de ralentir le déplacement du sable le long du rivage et de conserver cette protection naturelle contre l'érosion des talus.

Il est essentiel de procéder par étapes dans ce genre de travaux, car les échecs sont nombreux si l'on ne tient pas compte des processus qui régissent l'érosion et le transport des sédiments sur le rivage que l'on veut protéger. On ne saurait trop insister sur l'importance d'un suivi de l'efficacité des ouvrages sur les profils de plage, couplé à une compréhension des agents, afin de pouvoir adapter la méthode choisie à d'autres sites dont les caractéristiques seraient similaires.

Il n'y a pas de solution facile, unique, ou permanente, qui n'ait d'effet à long terme sur l'équilibre des rives d'un secteur élargi de rivage. Toute solution novatrice s'appuiera sur une connaissance approfondie des processus qui contrôlent la dynamique sédimentaire des berges d'un secteur riverain particulier. Les causes de l'alternance d'épisodes d'érosion et de stabilisation temporaire constitue probablement une piste à explorer dans la recherche de solutions adaptées à la Côte-Nord.

RÉFÉRENCES

ALLARD, J.D. 1978. Rapport préliminaire sur les implications d'une rupture d'un barrage sur la stabilité des berges en aval d'Outardes-2. Ministère des Richesses naturelles du Québec.

ALLARD, J.D. 1980. Étude des berges en bordure de la rivière aux Outardes et du fleuve Saint-Laurent dans les municipalités de Chute-aux-Outardes, Ragueneau, Pointe-aux-Outardes et Baie-Saint-Ludger. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

ALLARD, J.D. 1984. Zones exposées aux mouvements de terrain dans la région de Chute-aux-Outardes. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

ANCTIL, F.; TROUDE, J.P. 1992. Étude de la remontée relative des niveaux d'eau de l'estuaire du Saint-Laurent. Canadian Journal of Civil Engineering, 19 : 252-259.

BIRD, E.C.F. 1996. Beach management. John Wiley & Sons, New York. 261 p.

CATALIOTTI-VALDINA, D.; LONG, B.F. 1983. Évolution du débit liquide et de la charge solide d'un estuaire sub-boréal : rivière St-Jean, Québec (côte nord du golfe du St-Laurent). Canadian Journal of Earth Sciences, 20 : 184-194.

CATALIOTTI-VALDINA, D.; LONG, B.F. 1984. Évolution estuarienne d'une rivière régularisée en climat sub-boréal : la rivière aux Outardes (côte nord du golfe du St-Laurent). Canadian Journal of Earth Sciences, 21 : 25-34.

CHAGNON, J.Y.; LAROCHELLE, P.; LEFEBVRE, R. 1979. Comportement des berges dans l'estuaire de la rivière aux Outardes. Rapport du comité consultatif d'Hydro-Québec sur l'érosion des berges de l'estuaire aux Outardes. 49 p.

CSSA 1993. *Suréquipement des aménagements du complexe Outardes*. Avant-projet phase 1. Analyse des répercussions relatives aux milieux physique et biologique de l'estuaire de la rivière aux Outardes. CSSA Consultants Itée. Pour Hydro-Québec. 106 p. et annexes.

DESROCHES, P.; QUASH, T. 1985. Estuaire de la rivière aux Outardes; synthèse des études morpho-sédimentologiques. Hydro-Québec. 12 p.

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

DIONNE, J.-C. 1996. Observations sur l'érosion de la basse terrasse à Petite-Rivière, Charlevoix, Québec. Géographie physique et Quaternaire, 50 : 407-413.

DIONNE, J.-C. 1997. Bilan vicennal des connaissances sur la mer de Goldthwait au Québec. Bulletin de l'Association québécoise du Quaternaire, 23 : 6-20.

EMERY, K.O.; AUBREY, D.G. 1991. Sea levels, land levels, and tide gauges. Springer-Verlag, New York. 237 p.

HARDY, L.; SAVARD, J.-P.; LALUMIÈRE, R. 1998. Mesures de protection des berges en milieux estuarien et marin. Poly-Géo inc. Pour Hydro-Québec. 104 p.

HART, B.S.; LONG, B.F. 1990 Recent evolution of the Outardes Estuary, Quebec, Canada: consequences of dam construction on the river. Sedimentology, 37: 495-507.

LAVALLÉE, J.-G. 1993. Suréquipement des centrales de la rivière aux Outardes. Comportement des berges de l'estuaire de la rivière aux Outardes. Hydro-Québec. 35 p.

LONG, B. 1982a. L'estuaire aux Outardes; sédimentologie et hydrodynamique. INRS-Océanologie. Pour Hydro-Québec. 80 p.

LONG, B. 1982b. Étude de l'érosion de la rive ouest de la rivière aux Outardes. INRS-Océanologie. Pour Hydro-Québec. 80 p.

LONG, B.; HART, B. 1987. *Synthèse des travaux sur l'estuaire aux Outardes*. INRS-Océanologie. Pour Hydro-Québec. 60 p.

NATURAM 1997. Restauration des berges du Parc régional de Pointe-aux-Outardes; élaboration d'un projet expérimental. Naturam Environnement inc. Pour Pêches et Océans Canada. 137 p.

POPE, J. 1997. Responding to coastal erosion and flooding damages. Journal of Coastal Research, 13: 704-710.

RAYNALD, M. 1977. Étude géologique et géotechnique des rives de l'estuaire de la rivière aux Outardes. Hydro-Québec.

ROCHE 1987. Suréquipement des centrales Manic-1, de Manic-2 et de Manic-3. Avant-projet phase 1. Études environnementales; rapport sectoriel no 2; caractéristiques hydrodynamiques de l'estuaire. Groupe-conseil Roche Itée. Pour Hydro-Québec.

PÉRIODE DE QUESTIONS

Question (inaudible)

176

Actes du Colloque sur l'érosion des berges

- **D. M.** La stabilité est bien relative. Toute la zone est en érosion globalement. C'est juste que localement, avec protection de plage, c'est la seule chose... La stabilité, elle est relative. C'est un très très bref résumé que j'ai fait. L'analyse géomorphologique a été faite par M. Léon Hardy qui est un géomorphologue de renom. J'ai tenté d'en faire un résumé dans un petit tableau. La péninsule n'est pas stable. Il n'y a aucun endroit stable. C'est temporairement stable, comme je l'ai expliqué tantôt. C'est tout. C'est juste présence de plage suffisamment haute.
- **F. Morneau** En fait, ce qu'il faut peut-être comprendre, c'est qu'une plage qu'on pourrait considérer assez stable, c'est lorsque ... En fait, on pourrait dire : il y a une avant-plage, soit tout ce qui s'étend sur l'estran ; il y a le bas de plage où se ballottent la plupart du temps les marées et la partie de la haute-plage où un herbier peut se développer. L'élyme des sables qui capte...

Il y a des troncs d'arbres, lors des hautes tempêtes, qui s'amoncellent et tout ça, c'est donc une plage dont on peut dire qu'elle est assez stable. Mais quand il n'y a pas d'herbier et que la marée monte tous les jours en haut du talus, dites-vous bien que vous êtes sur un bas de plage. C'est donc pratiquement déjà en érosion. C'est un peu comme ça qu'on pourrait décrire les choses.

- J.-P. Savard De 1965 jusqu'à 1996, ils ont examiné les photos aériennes. Quand on parle de zones, c'est une sorte de résumé succinct. Ce qu'ils ont regardé, c'est, par exemple, est-ce que les talus ont reculé durant ces périodes-là? Est-ce qu'il y a des endroits où le talus reculait durant la première période et ne reculait plus ou beaucoup moins durant la deuxième? Est-ce que les plages se sont élargies ou se sont développées? On est allé faire du terrain. On a cherché des indices pour juger que cet endroit-là était plutôt en érosion rapide ou en stabilisation des talus pleins de végétation, avec des pentes raisonnablement douces, des plages très développées, suffisamment hautes. On a pris certains critères globaux pour essayer de voir s'il y avait eu des changements importants entre les deux périodes qui nous servaient de références, pour voir s'il y a une évolution dans le temps qu'on est capable de déceler. Mais, c'est très schématique. On n'a pas commencé à faire des analyses très très détaillées dans ce cadre-là.
- **D. M.** Je voudrais seulement ajouter qu'il n'y a pas seulement ces trois séries de photos qui ont été examinées. Il y avait aussi des périodes intermédiaires.
- J.-C. Dionne

 Tout ce que je voudrais souligner, c'est que votre observation des plages est ponctuelle. Si vous étiez allés à une autre période de l'année, la plage que vous aviez au pied du talus ne serait plus là ; de sorte que ça dépend de l'érosion. Sauf que pour la communauté, ça peut être important de savoir ça. Si vous classez une zone, comme la partie est de la baie Saint-Ludger dont la côte est toute en érosion ... Mais occasionnellement, il y a des talus, parce que ça déboule au printemps. Et au cours de l'été, quand il y a des tempêtes, tout ça s'érode. Vous y allez à l'automne, il n'y a plus rien. La falaise vient jusqu'au pied. On l'a étudié, nous, durant les deux dernières années, c'est tout en érosion. De sorte que si on dit que cette zone-là est stable, comment voulez-vous que les gens sachent. Vous avez sorti un rapport. Vous leur dites que c'est stable. Ils vont aller s'installer.
- **D. M.** C'était pas mon intention. Je parlais de stabilité relative. Le mot m'a échappé durant l'exposé. Je m'en excuse. Stabilité temporaire. Il aurait peut-être fallu trouver un autre mot.

Question Quand cette étude a-t-elle été réalisée ?

D. M. Elle a été réalisée au cours de l'année 1998.

Question Si j'ai bien vu, l'anse à la Peinture, entre pointe Paradis et pointe Manicouagan, est classée comme zone d'accumulation?

D. M. Exact, d'après l'évolution et les photos qui sont exposées au mur, il y a une évolution à long terme.

Question Ce n'est pourtant pas du tout une zone d'accumulation.

D. M. J'aurais aimé que M. Hardy fasse cette partie de la présentation. Moi, je ne suis pas une géomorphologue. Encore là, je vous inviterais à regarder ... C'est quand même 65 ans de recul. C'est quand même important.

Question (propos inaudible)

LE RÔLE DES SCIENTIFIQUES EN AMÉNAGEMENT DES BERGES

Jean-Pierre Savard InteRives Ltée

Jean-Pierre Savard est océanographe physicien spécialisé en dynamique sédimentaire. Il exerce sa profession depuis environ 20 ans en tant que consultant. A ce titre, il a travaillé pour diverses firmes spécialisées et est aujourd'hui consultant indépendant, président d'InteRives Ltée et partenaire du Groupe d'Étude Océanographique (GÉO). Monsieur Savard a étudié la plupart des plages et des systèmes deltaïques des estuaires de la Côte-Nord du Saint-Laurent, incluant ceux des rivières Manicouagan, aux Outardes, Sainte-Marguerite, Portneuf, etc. Il a aussi participé ou dirigé de nombreuses études océanographiques ailleurs au Québec, dans les maritimes et outremer. Récemment, il a participé à un projet d'Hydro-Québec visant à analyser les méthodes récentes de stabilisation des berges à travers le monde afin de déterminer leur applicabilité sur la Côte-Nord du Saint-Laurent.

RÉSUMÉ

Les attentes envers les scientifiques reflètent la nature conflictuelle de la zone riveraine. On demande aux scientifiques de répondre aux besoins de l'industrie, des municipalités, des riverains en satisfaisant les exigences environnementales des agences gouvernementales de services publiques. Or, ces demandes sont conflictuelles. La plupart des infrastructures humaines en milieu riverain requièrent une stabilité totale et fiable de la berge. Les recherches sur le milieu riverain montrent par ailleurs que les écosystèmes riverains les plus riches sont ceux dont les berges sont très mobiles. Pour concilier les besoins humains et les impératifs environnementaux, il faudrait produire des rives à la fois stables et mobiles, en utilisant des méthodes infaillibles mais innovatrices. Tout un programme...

PACTISER AVEC LE DIABLE OU NÉGOCIER AVEC MÈRE NATURE

La protection des berges peut prendre deux formes très différentes. La première s'apparente à un pacte avec le diable : cela se produit lorsqu'on privilégie des méthodes qui offrent une protection localisée à court terme, mais qui transfèrent le problème chez les voisins ou le reportent à plus tard en l'amplifiant.

La protection de berges peut aussi prendre la forme d'une négociation avec mère Nature. Dans ce cas, on cherche d'abord à comprendre comment fonctionne la dynamique des berges, à s'attaquer aux causes plutôt qu'aux symptômes de l'instabilité des berges et l'on accepte de faire certains compromis ou de tolérer un risque acceptable. Ces méthodes visent à concilier les différentes composantes environnementales à des échelles spatio-temporelles raisonnables.

L'EXEMPLE DE VAL-MARGUERITE

On peut illustrer ces méthodes à l'aide d'un exemple montrant à la fois les forces et les limites de l'innovation technologique et de la recherche. La figure 1 montre la berge du village de Val-Marguerite, en bordure de l'estuaire de la Sainte-Marguerite. Cette figure illustre les problèmes d'érosion le long de cette berge. Les résidents ont pris l'initiative d'installer diverses structures de protection artisanales (figure 1), pour la plupart basées sur le concept d'armure/confinement.

Figure 1 (non disponible sous format informatique)

Les méthodes armure/confinement consistent à isoler le milieu terrestre du milieu aquatique par une barrière physique jouant un double rôle, soit de bloquer ou d'amortir les processus hydrodynamiques causant l'érosion (vagues, courants, glaces, etc.) et de retenir ou confiner les sédiments de la berge pour les empêcher de tomber dans le cours d'eau. Les méthodes armure/confinement sont les plus utilisées pour protéger les berges contre l'érosion au Québec.

L'érosion de la berge de Val-Marguerite, située à l'intérieur de l'estuaire de la Sainte-Marguerite, est en apparence causée par le sapement du talus sableux par les vagues lors de marées de vives-eaux. En apparence seulement, car des recherches récentes sur la dynamique sédimentaire de l'estuaire ont mis en évidence l'importance de l'action des glaces. La figure 2, prise en février 1998 pendant la débâcle de l'estuaire, montre un radeau de glace échoué sur la batture de Val-Marguerite ; à la base de la glace, une couche de sable d'environ 30 cm d'épaisseur est soudée à la glace. Seule une petite fraction des radeaux de glace échoués sur la batture transporte des sédiments à leur base.

Les recherches effectuées dans l'estuaire indiquent que ces radeaux de glace chargés en sable et gravier se forment dans la partie médiane de la plage parce que le sable y est tour à tour exposé à l'air et recouvert d'eau suffisamment longtemps pour que le gel puisse pénétrer dans le sol et pour que les glaces déposées par les marées sur la plage puissent se souder au sol gelé. Pendant l'hiver, la glace épaissit sur la plage et atteint une flottabilité suffisante pour être soulevée avec la couche de sable gelé sous-jacente par les marées de vives-eaux.

La quantité de sable arraché par les glaces lors de la débâcle est largement suffisante pour expliquer le déficit en sable causant l'érosion à Val-Marguerite. L'érosion du talus par les vagues sert essentiellement à remplacer le sable perdu et à rétablir le profil de plage. Sans la perte de sable causée par l'activité glacielle, le niveau de la plage se relèverait en quelques années et le recul du talus s'arrêterait. La glace est la seule cause de perte de sable importante à cet endroit.

Il serait donc possible de contrer l'érosion de cette plage en réduisant la perte annuelle de sable causée par les glaces. Il suffirait de retenir les glaces de la zone médiane de la plage lors de la débâcle. On pourrait y parvenir en déposant un filet de chaîne sur la plage lors de la formation des glaces au début de l'hiver. En attachant ce filet de chaînes à des pieux ou à des ancrages disposés sur le haut de plage, il serait possible de retenir les glaces sur place jusqu'à leur dégradation. Comme les forces horizontales agissant sur les glaces sont plutôt faibles à cet endroit, il est probable que la rétention des glaces à l'aide de chaînes donne de bons résultats.

L'utilisation d'une technique légère de rétention des glaces présente d'importants avantages économiques et environnementaux par rapport aux méthodes armure/confinement utilisées jusqu'à maintenant. Selon des estimations préliminaires calculées sur une période de 35 ans, la rétention des glaces coûte environ 5 fois moins cher qu'une méthode armure/confinement d'efficacité comparable. Le principal avantage de la rétention des glaces à Val-Marguerite n'est pas économique, mais environnemental. Une fois les chaînes retirées et entreposées, au printemps, toute trace de la méthode de protection disparaît et la plage retrouve son état naturel. En fait, la plage s'élargit et se rehausse. La méthode de rétention des glaces est une négociation avec Mère Nature dans la mesure où elle ne peut s'appliquer de façon localisée mais qu'elle traite le problème dans son ensemble. La méthode s'attaque aux causes des pertes de sable (les glaces) et non aux symptômes (l'érosion du talus par les vagues), ce qui requiert une connaissance plus approfondie de la dynamique des sédiments. La méthode requiert un petit effort annuel et une adaptation continuelle. Elle conserve la mobilité des sédiments et demande aux riverains de renoncer à certains privilèges en faveur de mère Nature. Par exemple, il est essentiel de conserver une bande de

Figure 2 (non disponible sous format informatique)

dunes de quelques mètres de largeur au sommet du talus afin de constituer une réserve pour les conditions extrêmes.

A l'inverse, une méthode armure/confinement assez lourde pour résister aux glaces s'apparente à un pacte avec le diable parce qu'elle ferait complètement disparaître la plage. De plus, une telle méthode pourrait modifier le bilan sédimentaire près d'une flèche de sable fermant en partie l'estuaire et avoir des répercussions très négatives sur la stabilité de cette flèche. On règle le problème de façon localisée, mais la conséquence immédiate est d'augmenter le taux de recul des talus au voisinage des zones protégées. A long terme, les glaces s'attaquent aux infrastructures et les dispersent, laissant une plage dévastée et produisant une érosion accélérée.

L'exemple de Val-Marguerite montre qu'une meilleure connaissance de la dynamique des berges et des milieux côtiers et un peu de créativité peuvent contribuer à stabiliser une berge ou un talus tout en préservant ses caractéristiques naturelles. Cependant, les options techniques disponibles dépendent en grande partie du cadre politique et administratif dans lequel ces options sont appliquées. Présentement, la majeure partie des solutions techniques aux problèmes de la zone riveraine est inapplicable à cause de contraintes politiques, administratives et bureaucratiques.

LES OBSTACLES

Les principaux obstacles à l'application de méthodes alternatives sont les suivants : l'information et les connaissances scientifiques ne circulent pas suffisamment et l'esprit critique est souvent mal accepté ; à cela s'ajoutent l'insécurité des gestionnaires et des riverains, la rigidité des grandes bureaucraties, une tendance à la normalisation excessive et la fragmentation des juridictions sur le milieu riverain.

Circulation de l'information

L'exemple de Val-Marguerite est assez typique du problème que soulève l'acquisition des connaissances scientifiques et la diffusion de ces connaissances. L'observation de l'action glacielle sur l'érosion des plages échappe à l'expérience quotidienne. L'arrachement d'une couche de sable et gravier sur la plage se produit sous l'eau et la glace, le plus souvent la nuit lors des marées hautes ; ce phénomène n'est donc pas visible pour un observateur local. Par contre, l'effondrement d'un talus sous l'action des vagues lors d'une tempête de grande marée est très facile à observer par les riverains. Il n'est donc pas surprenant que ceux-ci tentent de bloquer l'action des vagues et d'agir au niveau du talus ; les riverains agissent conformément à leur expérience quotidienne.

L'un des avantages de la recherche scientifique est justement qu'elle s'intéresse aussi à ce qui échappe à l'expérience quotidienne. L'exemple présenté ci-dessus montre que l'intérêt pour un petit détail anodin peut conduire à une innovation très concrète concernant la protection d'une plage. Les chercheurs impliqués dans une étude de la dynamique de l'estuaire Sainte-Marguerite ont observé presque par hasard la présence de sable et de gravier à la base de certains radeaux de glace sur la batture de Val-Marguerite. Ils se sont demandé pourquoi certains glaçons (environ 1 ou 2 %) retenaient une couche de sédiment plutôt grossiers alors que la majorité des glaces échouées ne retenaient pas du tout les sédiments et aucune, des sédiments fins.

C'est en cherchant à répondre à ces questions, en apparence sans relation avec l'érosion de la berge de Val-Marguerite, qu'on a identifié l'activité glacielle comme la principale cause de perte de sable sur la plage de cette municipalité. Mais l'étude n'était pas destinée à résoudre des problématiques d'érosion des berges et elle n'était pas commandée par une organisation impliquée dans ce dossier ; en conséquence, les résultats des observations sur l'interaction glaciel/berge n'ont pas été publiés ou transmis aux résidents de Val-Marguerite.

La compartimentation de la recherche limite la diffusion de l'information. Il est assez rare que des recherches fondamentales soient dirigées spécifiquement vers des problématiques de stabilité des berges, particulièrement en ce qui concerne la dynamique sédimentaire. Les connaissances dans ce domaine progressent plutôt par accumulation d'observations provenant de recherches sur les vagues, les glaces, l'hydrodynamique et autres. Mais la plupart de ces recherches n'ont pas pour but de résoudre des problèmes d'érosion des berges. On dispose donc d'une connaissance très fragmentaire et incomplète de la dynamique des sédiments. Lorsque cette connaissance existe, elle n'est pas toujours diffusée, ce qui en limite considérablement la portée.

Les limites de l'esprit critique

Le point de départ de toute innovation est la remise en question des méthodes traditionnelles et des idées reçues. Il n'y a pas si longtemps, le simple fait de remettre en question l'utilisation massive d'enrochements protecteurs entraînait un tollé général contre ceux qui proféraient de telles hérésies. Ces réactions souvent très émotives s'expliquent par la frustration que ressentent des personnes dont la propriété est menacée par l'érosion face à tout observateur extérieur qui ralentit ou complique leur recherche d'une solution.

Cependant, l'esprit critique et un certain recul sont nécessaires si l'on veut cesser de pactiser avec le diable. L'exemple de Val-Marguerite est significatif. Tant que l'on continue à croire que les vagues et les hautes mers sont la cause de l'érosion, on adopte systématiquement des méthodes armures. Pour envisager des alternatives vraiment nouvelles, il fallait remettre en question le rôle prédominant des vagues et s'intéresser à celui des glaces. Dans le cas

de Val-Marguerite, la remise en question de l'approche traditionnelle s'accompagne simultanément par la proposition d'une méthode alternative plus économique et efficace. Mais c'est rarement le cas. La plupart du temps, la remise en question des méthodes lourdes précède de beaucoup la mise au point d'alternatives réalisables. Les citoyens et les organismes aux prises avec un problème d'érosion grave acceptent assez mal en général qu'on remette en question les méthodes de protection traditionnelles si l'on ne dispose pas de solution de rechange.

L'insécurité

Les riverains aux prises avec des problèmes d'érosion, surtout en milieu marin, vivent souvent des situations très angoissantes. Certains ont mentionné qu'ils en perdent le sommeil. Ce facteur d'insécurité et le sentiment d'urgence qui en découle constitue un obstacle de taille à la recherche et à l'innovation. La recherche demande du temps et suit un parcours sinueux et difficile à comprendre pour des gens qui se sentent surtout concernés par leur sécurité personnelle, celle de leurs proches et de leurs biens. La plupart des gens ont du mal à comprendre le cheminement des scientifiques. Savoir pourquoi un glaçon échoué sur une batture de limon et d'argile retient à sa base du sable et du gravier n'est pas typiquement le genre de questions que se posent la plupart des gens. Pour une personne aux prises avec de graves problèmes d'érosion, des individus qui se posent de telles questions peuvent ressembler à des rêveurs déconnectés de la réalité. Mais c'est justement ce processus intellectuel très éloigné des préoccupations quotidiennes qui permet de trouver des réponses innovatrices à de vieux problèmes très « quotidiens ». L'investissement en recherche est souvent perçu comme lointain, abstrait et farfelu, de sorte que les études ne reçoivent pas beaucoup de soutien populaire et politique.

Enfin, un mur de roches de 3 m de hauteur a quelque chose de solide et rassurant. Il est très difficile, pour un riverain de croire qu'un petit filet de chaînes et du sable vont mieux protéger sa berge que des dalles de béton et des structures en bois, en pierres et autres matériaux très solides. Il serait encore plus difficile de convaincre ces riverains qu'ils doivent enlever leurs protections en enrochement pour les remplacer par une technique de rétention des glaces. La plupart du temps, le propriétaire d'un terrain riverain demandera qu'on utilise les deux méthodes à la fois, même si elles sont incompatibles.

Rigidité bureaucratique

Il n'existe pas d'organisme public voué à l'aménagement des berges. Lorsque de grandes organisations publiques, parapubliques ou privées sont impliquées dans la gestion ou l'aménagement des berges, elles le sont pour des raisons exceptionnelles. La protection des berges est généralement une activité marginale, en dehors de leur mandat. Ces organisations ont donc tendance à traiter la question comme une situation d'exception, un problème externe qui perturbe leurs projets ou nuit à leur mandat normal. Le mandat « normal » peut être de construire et d'entretenir des routes, de produire et distribuer de l'électricité, de développer des parcs, d'entretenir des voies navigables ou d'assurer la sécurité du public.

La plupart des grandes organisations utilisent deux modes distincts de gestion de leurs activités : la gestion par projet et la gestion des activités routinières. La construction d'un pont, par exemple, relève surtout d'une gestion par projet, avec un objectif bien défini, un échéancier, un budget délimité, etc. Même la durée de vie utile de l'ouvrage est généralement préétablie. Cependant, le pont aura besoin d'un entretien régulier. Les coûts de cet entretien sont gérés à partir du budget de fonctionnement annuel du ministère concerné et relèvent d'une gestion routinière ou de fonctionnement.

En général, les grandes organisations publiques et privées interviennent en milieu riverain uniquement lorsque l'érosion des berges interfère avec leurs activités normales, soit en menaçant les infrastructures dont elles sont responsables, soit en tant que répercussions de l'aménagement d'infrastructures. Elles ont donc tendance à gérer le problème comme une situation ponctuelle devant être traitée comme un projet spécifique. La plupart du temps, les grandes organisations sont très réticentes à gérer des situations d'exception dans le cadre de leur fonctionnement de routine, parce que cela ne cadre pas avec leur mandat.

A Val-Marguerite, par exemple, les infrastructures menacées par l'érosion sont des résidences privées. Si une partie de ces infrastructures étaient sous la responsabilité d'une organisation d'état, il serait très difficile de convaincre les gestionnaires de cette organisation d'engager des fonds sur une base routinière pour une période de temps illimitée. Ces gestionnaires auront tendance à privilégier une solution de type « projet » plutôt qu'une solution de type « entretien routinier » parce que ce n'est pas leur mandat d'entretenir des plages. Ils auront aussi tendance à privilégier une approche strictement limitée à la protection de leurs infrastructures, parce que la protection des résidences avoisinantes n'est pas de leur ressort.

Dans les deux cas, la structure administrative favorise le choix d'une méthode armure/confinement, parce qu'elle requiert peu d'entretien routinier, qu'on peut la traiter comme un projet délimité dans le temps, l'espace et au plan budgétaire. Par contre, il sera très difficile de convaincre ces gestionnaire de l'intérêt d'une méthode de rétention des glaces parce que la gestion de cette méthode comporte surtout des coûts « d'entretien routinier » à long terme, beaucoup plus complexes à gérer et à prévoir. De plus, la méthode de rétention des glace n'est pas connue, son efficacité est difficile à prédire et elle ne peut être limitée aux infrastructures menacées. Le fait que la méthode de rétention des glaces soit moins coûteuse globalement, potentiellement plus efficace et plus respectueuse de l'environnement risque de peser très peu dans la balance.

Les grandes organisations ne sont pas équipées pour opérer de façon routinière dans la zone riveraine, comme l'exige souvent une négociation avec mère Nature. La plupart des méthodes douces ou alternatives qui permettent de conserver une certaine mobilité à la rive requièrent plus d'entretien et de suivi que les méthodes traditionnelles. La rigidité bureaucratique des grandes organisations publiques limite très souvent le cadre des innovations à des méthodes tout aussi rigides que les organisations elles-mêmes, ce qui élimine les approches souples et adaptables.

Normalisation excessive

L'une des caractéristiques de l'évolution récente de la gestion publique est l'adoption de normes de qualité et de fiabilité dans tous les domaines ou un investissement public ou privé est en jeu. La normalisation laisse parfois peu de place aux innovations. Dès qu'une organisation publique responsable de la gestion du littoral entre en scène, elle cherche à appliquer des normes ou des méthodes connues. Les pouvoirs publics ont tendance à normaliser à l'excès et les citoyens, à imposer des exigences démesurées de fiabilité des méthodes de stabilisation face aux événements très variables et souvent extrêmes qui prévalent dans cette zone.

Ces actions conduisent invariablement à des méthodes de protection lourdes. On ne tolère l'utilisation de méthodes nouvelles que lorsque les méthodes connues sont inapplicables. Les méthodes armure/confinement ou les méthodes lourdes de piégeage des sédiments sont les plus connues, de sorte qu'il est difficile de proposer des innovations qui s'éloignent de ces concepts.

La normalisation n'est pas mauvaise en soi, mais il faudrait surtout adopter des critères et des normes visant à encadrer la recherche, l'innovation et le développement de nouvelles approches. La manière actuelle de définir des normes a plutôt tendance à consacrer des méthodes connues et à freiner le développement de nouvelles approches, même si ces nouvelles approches sont basées sur des études rigoureuses et si elles font l'objet d'une suivi systématique par des spécialistes reconnus.

Fragmentation des juridictions

Il n'existe pas de cadre unique de juridiction concernant la zone riveraine. Les juridictions sont partagées entre les divers paliers de gouvernement et fragmentées à chaque niveau en une multitude de champs de compétence. Or, la zone riveraine étant très dynamique, il est généralement impossible d'agir à un endroit sans affecter d'autres parties de cet écosystème. Tout le monde veut donc avoir son mot à dire sur toute décision qui affecte cette zone très sensible et conflictuelle, mais personne n'est vraiment en mesure de trancher les litiges. On se perd en consultations, en recherche du moins mauvais compromis, en tergiversations pour décider qui doit payer quoi, etc.

Or la plupart des problèmes d'érosion requièrent une action urgente ou rapide. Devant la multitude des intervenants officiels qui se renvoient la balle en essayant de trouver un terrain d'entente, les individus, aux prises avec le problème, ont le sentiment d'une paralysie ou d'une incompétence des pouvoirs publics. Dans ce contexte, la recherche scientifique est souvent perçue comme une partie du problème plutôt qu'une solution. La recherche draine une partie des fonds qui pourraient autrement être attribués à la construction de mesures de protection traditionnelles. La recherche requiert du temps et remet en question les façons de faire sans toujours apporter une réponse rapide aux problèmes. Elle est donc perçue comme un facteur contribuant à ralentir la prise de décision et la mise en place de solutions concrètes.

L'anarchie qui découle de la fragmentation des juridictions favorise aussi un développement anarchique des nouvelles méthodes de stabilisation. Paradoxalement, les plages de la côte nord du Saint-Laurent font l'objet d'un grand nombre de tentatives artisanales et d'innovations plus ou moins heureuses. Ces méthodes originales ou inédites sont le plus souvent développées par des propriétaires désespérés tentant de protéger leur berge avec les moyens du bord. On utilise tous les matériaux qu'on peut trouver, incluant de vieux pneus, des caissons de métal, de la ferraille, des pieux de bois, des courroies de convoyeur, des filets de pêche, des retailles de plastic, de vieux tapis, de vieux trottoirs, etc. La plupart de ces « expériences » sont réalisées par de gens dont les ressources techniques et financières sont très limitées.

La façon dont s'effectue ce type d'innovation est loin d'être idéale. La recherche de nouvelles façons de faire devrait s'effectuer dans un cadre scientifique et se baser sur les acquis et les expériences antérieures. Il existe des milliers de publications sur la protection des berges et le citoyen ordinaire ne peut les connaître. C'est un travail à plein temps qui demande une formation adéquate. Les expériences artisanales se soldent par un échec dans plus de neuf cas sur dix. Mais le pire, c'est que la plupart des ces expériences ont déjà été tentées ailleurs sans succès. On répète donc par ignorance des erreurs connues sans aucune évaluation des conséquences. La recherche de méthodes alternatives ou de nouvelles façons de faire est souhaitable à condition de s'effectuer dans un contexte professionnel et bien structuré.

DES PISTES DE SOLUTIONS?

Les quelques points soulevés ci-dessus illustrent la difficulté d'intégrer la recherche dans le processus actuel d'aménagement des berges. Les défis techniques et environnementaux soulevés par la colonisation des écosystèmes riverains sont nombreux et

complexes. Les scientifiques peuvent jouer un rôle majeur à conditions de disposer d'un cadre de travail qui favorise la recherche, l'innovation et l'esprit critique. On a beaucoup parlé de gestion intégrée, mais il faut aussi revoir nos modèles de gestion.

Les solutions doivent d'abord venir de la communauté et des décideurs locaux. Le rôle des scientifiques est tributaire de la volonté de la population et des élus de chercher activement des solutions durables. L'imagination et l'innovation ne seront possibles que si la recherche cesse d'être un exercice intellectuel isolé de la réalité quotidienne des gens ou confiné à un cadre hautement spécifique. Les scientifiques ne peuvent en aucun cas décider pour les citoyens ce qu'ils doivent faire de leurs écosystèmes côtiers. Au mieux, ils peuvent les aider à négocier avec mère Nature un arrangement acceptable, à la condition qu'on veuille bien tenir compte de leurs recommandations. Les scientifiques peuvent aider à comprendre un peu mieux le milieu naturel et ils peuvent proposer des technologies et des méthodes permettant d'interagir avec l'écosystème sans le détruire.

Par contre, les scientifiques ne sont pas très utiles s'ils sont isolés des communautés. Il est donc essentiel que l'information scientifique circule non seulement entre les chercheurs, mais aussi, vers les populations concernés. Il faut également que les chercheurs aient accès aux point de vue des riverains et des utilisateurs de la zone riveraine. Cette communication doit se faire dans les deux sens et il serait souhaitable de développer des moyens concrets de faciliter les contacts entre la communauté scientifique et les citoyens. Le présent colloque est un bon instrument, mais il faudrait envisager un moyen de maintenir un contact régulier.

Les scientifiques ont besoin d'un cadre politique acceptable pour répondre efficacement aux attentes de la population. Un cadre politique favorable en est un qui accepte l'esprit critique, les remises en question, les échelles de temps multiples et le cheminement tortueux de la recherche. Un cadre politique favorable s'établit sur la prémisse que la science est utile et qu'elle ne fonctionne pas uniquement avec de bonnes intentions. Il faut assurer des budgets adéquats et soutenus et un encadrement convenable pour que la recherche progresse. La mise en place d'un cadre politique favorable à la recherche et à l'innovation en matière de gestion de la zone riveraine est un défi important. Il est surprenant qu'aucun ministère à vocation environnementale ou aucun organisme régional n'ait pris l'initiative d'exercer un leadership dans ce domaine crucial.

Il faut accepter de modifier ou d'adapter au besoin nos pratiques administratives. Les meilleures idées ne produiront aucun fruit si ces idées sont écrasées par des bureaucraties rigides et incapables de s'adapter aux conditions d'une négociation avec mère Nature. Nos systèmes de gestion et nos structures administratives ont été créées par des humains pour répondre à des besoins humains. Nous ne devons pas les considérer comme immuables. Si ces structures de gestion nous enferment dans un cadre si rigide qu'il rend inapplicables des solutions souples et des méthodes bien adaptées permettant un développement durable de la zone riveraine, alors il faut changer les structures ou les modifier. Nous n'avons pas à tolérer l'argument bureaucratique selon lequel on doit faire les chose de telle ou telle manière parce que c'est comme ça que le système fonctionne. Nous avons créé le système. Admettre que nous ne pouvons le changer, c'est admettre qu'il est devenu un monstre dont nous avons perdu le contrôle.

PRÉSENTATION DU PROGRAMME D'INTERVENTION PRÉPARÉ PAR LA CONFÉRENCE ADMINISTRATIVE RÉGIONALE DE LA CÔTE-NORD

M. LOUIS BÉLANGER MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES DU QUÉBEC

MONSIEUR LOUIS BÉLANGER EST DÉLÉGUÉ RÉGIONAL DU MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES. IL ŒUVRE AU SEIN DE LA FONCTION PUBLIQUE DU QUÉBEC, DE FAÇON CONTINUE DANS LA RÉGION CÔTE-NORD, DEPUIS 1977.

APRÈS AVOIR OBTENU UN BACCALAURÉAT SPÉCIALISÉ EN GÉOGRAPHIE À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI, IL TRAVAILLE, PENDANT DEUX ANS, COMME AGENT CULTUREL AU MINISTÈRE DES AFFAIRES CULTURELLES OÙ IL OBTIENT LA RESPONSABILITÉ D'IMPLANTER UN RÉSEAU RÉGIONAL DE BIBLIOTHÈOUES.

PENDANT QUATRE ANS, IL EST AGENT DE RECHERCHE ET DE PLANIFICATION SOCIO-ÉCONOMIQUE À L'OFFICE DE PLANIFICATION ET DE DÉVELOPPEMENT DU QUÉBEC, OÙ IL ŒUVRE À TITRE DE SECRÉTAIRE DE LA CONFÉRENCE ADMINISTRATIVE RÉGIONALE, DU COMITÉ DE CONSULTATION SUR LA MISE EN PLACE DES MRC, DU COMITÉ D'AMÉNAGEMENT DE L'ARCHIPEL DE MINGAN, DE LA MISSION BASSE-CÔTE-NORD; PUIS À TITRE DE DÉLÉGUÉ RÉGIONAL, PAR INTÉRIM PENDANT HUIT MOIS; ET ENFIN À TITRE DE PRÉSIDENT DE LA CONFÉRENCE ADMINISTRATIVE.

IL PASSE ENSUITE AU MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE, TOUJOURS À TITRE D'AGENT DE RECHERCHE ET DE PLANIFICATION SOCIO-ÉCONOMIQUE, OÙ DURANT DEUX ANS IL SERA ADJOINT AU DIRECTEUR DE L'ÎLE D'ANTICOSTI ET RÉPONDANT DE LA MUNICIPALISATION DE L'ÎLE.

IL EST AU MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES DEPUIS 1984 OÙ, TOUJOURS À TITRE D'AGENT DE RECHERCHE SOCIO-ÉCONOMIQUE, IL FUT RESPONSABLE, DURANT DEUX ANS, DU DOSSIER DE RÉORGANISATION MUNICIPALE DE LA BASSE-CÔTE-NORD, PUIS DÉLÉGUÉ RÉGIONAL À SON MINISTÈRE ET SECRÉTAIRE DE LA TABLE DES PRÉFETS DES MRC DE LA CÔTE-NORD.

RÉSUMÉ

HISTORIQUE DE LA DÉMARCHE

C'EST LORS DU SOMMET SOCIO-ÉCONOMIQUE DE LA CÔTE-NORD EN 1988 QUE LE GOUVERNEMENT S'ENGAGEA À VERSER 6 M \$ AFIN DE PROTÉGER LES PERSONNES ET LES IMMEUBLES MENACÉS DANS LA PÉNINSULE MANICOUAGAN. EN 1995, SEPT ANS PLUS TARD, ON CONSTATE QUE LA PROBLÉMATIQUE S'ÉTEND SUR PRESQUE TOUT LE LITTORAL DE LA CÔTE-NORD. UN COMITÉ DE TRAVAIL INTERMINISTÉRIEL EST MIS SUR PIED PAR LA CONFÉRENCE ADMINISTRATIVE RÉGIONAL (CAR) DE LA CÔTE-NORD. CE COMITÉ EST CHARGÉ DE PROCÉDER À LA PRÉPARATION D'UN MÉMOIRE ET D'UN PROGRAMME D'INTERVENTION QUI SONT DÉPOSÉS AUX MEMBRES DE LA CAR AU DÉBUT DE 1996.

RÉSUMÉ DU PROGRAMME

LE PROGRAMME D'INTERVENTION REPOSE PRINCIPALEMENT SUR TROIS VOLETS QUI SONT L'URGENCE, LA STABILITÉ ET LA PRÉVENTION. LES DEUX PREMIERS VOLETS ONT POUR BUT DE CONTRIBUER À LA RÉALISATION DE TRAVAUX VISANT À PROTÉGER LES BÂTIMENTS ET LES INFRASTRUCTURES LÀ OÙ IL Y A UN PROBLÈME D'ÉROSION DÛ À L'ACTION DE LA MER. EN CE QUI A TRAIT AU VOLET PRÉVENTION, LES MUNICIPALITÉS ET LES MRC DEVRONT SIGNER UNE ENTENTE AVEC LE MINISTÈRE À L'EFFET QUE LA CONSTRUCTION, AUX ENDROITS OÙ IL Y A DES RISQUES D'ÉROSION RÉGRESSIVE OU DE MOUVEMENTS DE TERRAIN, DEVRA ÊTRE ÉVITÉE OU SE CONFORMER À CERTAINES RÈGLES D'IMPLANTATION.

CHEMINEMENT

AFIN DE PROCÉDER À L'APPLICATION DE CE PROGRAMME, LE GOUVERNEMENT DEVRA ENGAGER DES CRÉDITS REPRÉSENTANT PLUSIEURS MILLIONS. PRÉSENTEMENT, LA CAR EST EN ATTENTE D'UNE DÉCISION DU CONSEIL DES MINISTRES.

LE COMPTE RENDU DE CETTE CONFÉRENCE N'EST PAS DISPONIBLE.

ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE QUESTIONS DIRECTRICES

Est-ce que l'ensemble du dossier de l'érosion des berges doit être de la responsabilité du gouvernement provincial et de ses mandataires ou est-ce souhaitable qu'il y ait une prise en charge par le milieu (MRC, municipalités, organismes, citoyens) d'une partie ou de l'ensemble du dossier? Le dossier est-il trop complexe ou fait-il trop appel à une problématique nationale pour croire en un réel potentiel de prise en charge aux niveaux régional et local?

Quelle forme (ou quelle structure?) pourrait prendre l'exercice de suivi du dossier de l'érosion des berges en région en fonction des réponses à la première question mentionnée? Par exemple, mise sur pied d'un comité permanent de concertation (provincial-régional-municipal) ou d'une table régionale; mandater un ou des organismes régionaux existants épaulés par un comité aviseur technique; organiser un forum annuel sur la problématique ou des sessions de consultations publiques; etc.

Est-ce que l'élaboration d'un plan d'action au niveau local vous apparaît être un outil souhaitable et nécessaire pour la définition d'actions en région? Quel territoire doit-il couvrir? Sur quoi doivent porter les actions? Quelle doit être la portée légale d'un tel instrument? Comment pourrait-il s'arrimer avec les outils législatifs existants (Loi sur la qualité de l'environnement, Plan des mesures d'urgence, schéma d'aménagement, règlements d'urbanisme, etc.)? Quel devrait en être l'horizon?

Qui doit prendre le mandat d'élaborer un plan d'action à l'échelle régionale et qui devrait être associé au processus? Quelle devrait en être la démarche d'élaboration?

Pierre Mélançon, ministère de l'Environnement à Baie-Comeau

Je réagis un peu à ce que Louis Bélanger disait tantôt, en même temps qu'à ce qui s'est dit durant ce colloque, les réalisations qui ont été faites sur la péninsule...

(Tout le reste de l'intervention n'a pas été enregistré suite à un problème technique.)

Louis Bélanger, ministère des Affaires municipales et de la Métropole à Baie-Comeau

Non, je n'ai pas de réaction. Non, ce qu'on stipulait dans notre document de travail, et non pas dans notre programme, c'est que, tel que le mentionne l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement, on va soumettre un c.a., un certificat d'autorisation, comme la loi l'exige. Mais éventuellement, on aura sûrement l'occasion de s'en reparler. C'est ce que je voulais dire. C'est bien ?

François Morneau, ministère des Transports à Québec

Par rapport à ça, moi aussi j'ai des choses à dire. J'avais déjà commenté ce projet de programme il y a quelques années et j'avais de grosses réserves, parce que c'est un peu le modèle qui avait été appliqué en 1993 par le ministère des Affaires municipales en Gaspésie où les citoyens devaient contribuer pour que des ouvrages se fassent devant chez eux. Aujourd'hui, on se ramasse en Gaspésie avec des endroits où des citoyens n'avaient pas les moyens de mettre 3 (ou) 4 mille dollars, parce que parfois 20 pour cent, ça représente un bon montant. Ils ne l'ont pas fait. Le voisin l'a fait, lui. L'autre voisin aussi. Alors, ça représente une trouée. C'est comme une dent creuse. Et une dent creuse, ça prend un travail dentaire pour réparer ça. C'est un traitement de canal ou autre. Mais ça reste qu'aujourd'hui, on se ramasse avec le fait que la maison est menacée. Et qui en a la responsabilité? C'est le gouvernement, avec la Protection civile. Est-ce qu'il faudra aller le protéger à court terme, parce que la maison va tomber ? Parce que, il y a quelques années, des gens ont fait des interventions de part et d'autres? Mon point de vue, c'est que ça n'a pas marché cette façon de penser un programme d'intervention, parce qu'en fait, après, la responsabilité « réincombe » au gouvernement. Moi je pense qu'il faut se doter d'un plan de gestion avant de lancer des millions. Vous allez voir que ... Je n'appelle pas ça des vautours, mais pas loin. Des gens vont arriver avec des solutions miracles. Et les 5 millions ... À court terme ... Quelle va être la solution pensez-vous ? Ça va être de l'empierrement. Et on repart, on repart et on repart. Il faut se doter d'un outil de gestion et mettre ça sur la place publique avec les citoyens et se demander ce qu'on veut faire dans notre milieu. S'il y a une flèche de sable qui est un parc interrégional qui attire une clientèle saisonnière et qu'on sait que c'est important pour une région d'avoir ce genre d'apport et que pour protéger un certain nombre de citoyens, on met en péril un moteur économique, si petit soit-il, qui est un potentiel en devenir... Ce qu'il faut faire, c'est amener les gens à se doter d'un outil de gestion pour comprendre comment ça se passe, pour faire les bons choix. Parfois, c'est plus payant de déplacer quelques résidences pour sauver un parc. Mais si tout le monte s'empierre, plus de parc. Hé bien! Ce sera le choix de la collectivité. Mais n'allez pas ensuite demander de trouver des moyens de développer la région. En Gaspésie, je vous le dis, les gens se demandent comment attirer les touristes qui vont au Nouveau-Brunswick. Mais, qu'est-ce qui attire les gens en Gaspésie actuellement? On fait le tour de la route. C'est empierré sur des kilomètres et des kilomètres. Souvent. On voit des maisons perchées en haut d'un cran rouge. Il y a un empierrement en bas. Il n'y a plus d'habitat. C'est sec. C'est propre. Il n'y a plus d'herbier. Aujourd'hui, les gens constatent que le modernisme en Gaspésie, les belles voies routières très larges, avec de beaux enrochements linéaires très propres, ça n'attire pas les touristes. La famille qui part de Montréal ne va pas en Gaspésie pour voir des enrochements. Ce sont des choix qu'il faut faire. Il faut faire ça sérieusement, parce que c'est le devenir de la région. Ne voyez pas en moi et en certains professionnels des gens qui veulent fermer la région. Ce n'est pas ça du tout. Au contraire. On vous dit qu'il y a des milieux extraordinaires sur la Côte-Nord. Il y a des herbiers et des habitats. Il y a de beaux milieux. Et il faut faire les bons choix, parce qu'une fois que c'est fait, c'est fait.

Personne non identifiée

Est-ce que ça veut dire que la personne qui est sur le point de tomber, on ne l'enrochera pas ?

François Morneau, ministère des Transports à Québec

J'aime ça. C'est un débat. La question m'a été posée tantôt et hier. Imaginez, on a une belle plage naturelle... Disons qu'on va prendre un cas à Sept-Îles, pour sortir un peu de la région ... et on pourra en prendre ailleurs. Il y a trois maisons qui sont plus avancées que les autres et qui sont sur le bord de tomber. Ils vont se tourner vers le gouvernement, le côté public, et on va constater qu'en effet, il faut faire quelque chose. La solution la plus rapide et la plus psychologiquement rentable, c'est l'empierrement. Et de toute façon, je dirais que techniquement, c'est peut-être la seule. Si on veut vraiment garder la maison en haut, c'est l'empierrement. Sauf que cet empierrement a un impact. Et même si on dit qu'on fait ça pour ces maisons et

pour le futur, on regardera pour les autres secteurs de plage. On va se donner le temps de ... Non. On vient de mettre le pied dans un engrenage. Et là, ça va partir. Le voisin qu'on a empierré, dans deux ans, c'est chez lui qu'il faudra intervenir. Regardez le cas de Pointe-Lebel. Regardez tous les cas qu'on a illustrés. C'est exactement ce qui se passe. Et sur une échelle de 10 ans, on s'aperçoit qu'on a empierré, parfois des kilomètres. Et c'est là qu'on perd des flèches de sable qui sont des milieux naturels que tout le monde apprécie quant il fait beau l'été. Je vous le dis, allez vous promener en Gaspésie et regardez ça avec un oeil critique. Bon, ils ont empierré Saint-Siméon, six kilomètres, et le parc de l'Île qui est le parc municipal avec le coin pour aller voir les canards et les oies est en train de partir. Les municipalités qui ont forcé le Ministère à empierrer au cours des années ... S'ils avaient su qu'ils allaient perdre le parc, peut-être qu'ils auraient demandé autre chose. Aujourd'hui, ils sont peut-être capables, l'émotivité étant retombée, d'un peu faire le constat des dégâts. Actuellement, dans certaines localités en Gaspésie ... Il n'y avait pas de plan de gestion, c'était à la pièce. On « patchait » à une place. Deux à cinq ans plus tard, oups, il fallait faire les deux bords. Là, on est rendu ... Ce sont des kilomètres et des kilomètres ... Hé bien! C'est ça. Alors, Saint-Siméon, passez tout droit, parce qu'il n'y aura plus grand chose à voir là. Et là, c'est Bonaventure. On investit des sommes pour essayer de remettre en valeur et ramener des habitats. Détruire un habitat, dites-vous bien que ça coûte très cher de le ramener, très très cher. Refaire des plages, c'est très cher. C'est ça les choix qu'on a à faire. Alors, parfois, c'est vrai que la personne concernée, c'est son problème. Mais le choix qu'on fait pour cette personne-là, ce sont les autres qui vont payer. C'est pour ça qu'il faut sérieusement considérer ... Je me dis parfois que les interventions d'urgence qui font qu'on n'a pas le temps de réaliser un ouvrage intégré ... Déplaçons cette résidence et dotons-nous d'un plan et pour les autres, ce sera peut-être une approche beaucoup plus intégrée.

Louis Bélanger, ministère des Affaires municipales et de la Métropole à Baie-Comeau

J'aimerais mentionner à M. Morneau qu'on a toujours souhaité l'expertise continue du ministère des Transports lors de l'élaboration de notre document de travail. J'aimerais également préciser, comme on le mentionnait tout à l'heure, qu'il y a trois volets à notre document de travail qui fera éventuellement, peut-être, l'objet d'un programme. Il y a le premier volet « urgence », deuxième volet « stabilisation » et le troisième volet, avec lequel je pense que vous êtes en amour, c'est le volet « prévention ». Et dans le volet « prévention », on mentionne clairement « que la construction, aux endroits où il y a des risques d'érosion régressive ou de mouvements de terrain, devra être évitée ou se conformer à certaines règles d'implantation dans le respect des règlements en vigueur ». Et ça, c'est un petit peu le mandat qui est dévolu aux MRC et aux municipalités. Les MRC, dans le cadre de l'élaboration ou de la révision de leur schéma d'aménagement et, en ce qui concerne les municipalités, ça devra faire partie de leur plan d'urbanisme et de leurs règlements. Donc, il y a de la gestion de programme à l'intérieur de notre document de travail. Si vous voulez éventuellement vous joindre à nous, M. Morneau, ça va nous faire plaisir.

Jean-Pierre Savard, InteRives à Outremont

J'aimerais, dans l'élan de François, souligner que s'il y a une chose qui m'apparaît ressortir du colloque, j'espère que ça, ça sort bien. C'est que dans la zone riveraine, on ne peut pas poser une action ... C'est une zone très dynamique. Intervenir, modifier quelque chose. De façon isolée. Tout ce qu'on va faire va avoir des répercussions, à des distances variables et dans le temps, qui peuvent être plus ou moins comprises ou connues. Mais, on ne peut pas agir comme avec une petite maison en banlieue, où on creuse une piscine sur le terrain, alors que ça ne dérange personne. Ça n'affecte pas nos voisins. La seule chose que ça fait, c'est qu'ils vont en vouloir une eux aussi. Quand on agit dans la zone riveraine, ça affecte notre voisin, ça affecte le sixième voisin. Ça change des choses. Alors, une des questions qui va se poser pour nous, et pas pour les scientifiques, mais pour les communautés : « Est-ce qu'on va gérer cette zone sur le plan individuel, comme une propriété privée, ou est-ce qu'on va traiter cette zone comme une propriété collective et on va la gérer collectivement ? » Et ça a de grandes incidences. Si je regarde des initiatives comme celle de messieurs Savard et Maltais à la baie Saint-Ludger, c'est une initiative individuelle qui a bien marché. Mais pour une qui va bien marcher, il peut y en avoir dix qui vont donner des résultats très très bizarres. Et ça ne veut pas dire que si une expérience est répétée à l'infini, par des centaines de personnes, ça va avoir les mêmes résultats que s'il s'agit de l'initiative d'un individu. Donc, il faut toujours regarder les initiatives du point de vue de l'impact collectif. On ne pourra jamais échapper à ça. Et j'espère que ça ressort comme étant un aspect dynamique et interrelié de tous les phénomènes. J'espère que ça ressort comme un résultat des études et du colloque Et qu'on va en tenir compte parce que c'est vraiment un choix de société. Si on décide qu'on agit à l'échelle individuelle, on va avoir un type de résultat Et si on décide qu'on prend des décisions collectives, qu'on essaie de balancer les besoins des différents utilisateurs de l'environnement, on va commencer à devenir très exigeant pour la protection de nos berges. Il ne suffit pas que ça protège la berge. Il faut que ça tienne compte de tout cet ensemble-là. C'est plus difficile à faire. Ça prend plus de temps. Et oui, c'est inquiétant pour des gens qui ont des problèmes urgents. Oui, c'est difficile pour vous autres. On le sait. On en est conscient. Mais, si on ne fait pas cet effort, de tenir compte de l'ensemble, collectivement, on a des grosses chances de faire les mêmes mauvais coups, de se tromper. On l'a vu dans le passé, on s'est trompé souvent. Et on va se tromper encore.

Madame Claire Saulnier, Argile Eau Mer à Pointe-aux-Outardes

Bonjour, moi je suis la fille d'un colon qui est arrivé à Baie-Saint-Ludger en 1931. Et je suis encore là. C'est pour parler un peu de l'enrochement des berges. Je sais qu'à Baie-Saint-Ludger, on a été enroché. On a travaillé beaucoup pour l'être. Et là, je voudrais vous parler de notre qualité de vie depuis ce temps-là. Comment on dort bien. On dort bien depuis ce temps. On a oublié nos problèmes d'avant. Je ne connais pas ce qui va arriver dans le futur, n'étant pas scientifique; mais en ce moment, on remercie d'être enroché. Il y a encore des choses à faire et on le sait. Ce que je voulais vous dire aussi, c'est qu'il

serait bon d'avoir, à la MRC peut-être, un comité de citoyens, avec les scientifiques locaux pour nous aider et continuer le projet. Parce que c'est important et que nous sommes intéressés à y vivre. Je voulais dire autre chose, mais j'ai oublié. Ce n'est pas grave, je reviendrai. Et quand je pense à M. Morneau, c'est vrai ce qu'il dit, que quand nous sommes arrivés là en 1931, il y en avait des mouches noires. Mais là, vous me voyez à l'état naturel; est-ce que j'ai l'air « piquée » ? Merci.

Barbara Karakiewicz, INRS-Océanologie - UQAR

Je m'excuse de revenir encore comme scientifique. C'est un peu plus éloigné, peut-être, des choses locales. Une réflexion qui m'est venue : c'est très important pour vous, ici, de garder votre sable. Ce que M. Savard m'a dit, c'est que c'est le sable qui vous protège. Ce n'est pas l'enrochement ou les murs verticaux. Donc, pour gérer le sable, il faut prendre en considération que vous devriez éviter les murs « réfléchissants ». Personne n'a parlé de ça, mais si vous avez des murs verticaux d'enrochement, vous changez le régime des vagues. Les vagues qui déferlent, qui perdent de l'énergie, sont « réfléchies » et vous perdez votre sable. C'est à cause de ça. Dans cette situation, vous avez une côte très spécifique, très peu profonde et puis très profonde tout à coup. Vous perdez votre sable de cette manière : s'il y a un transport dans la direction perpendiculaire à la côte. Si vous avez un problème comme celui qu'on a mentionné, c'est-à-dire que des gens protègent, que l'un perd pendant que l'autre profite, c'est au moins que le sable reste dans le système. L'idée générale, c'est donc de garder votre sable dans le système. Ça veut dire que si vous draguez, il faut mettre le sable sur les plages. Il ne faut pas le jeter en eau profonde. C'est une réflexion pratique. Parce que des gens de Sept-Îles m'ont dit qu'ils ont ce genre de sable. Donc, gérez bien votre sable. Ne perdez pas le sable vers le large. Utilisez aussi peut-être les ressources qui sont plus loin de la côte. Alors, ce sont mes deux réflexions. Pour bien gérer le sable, il faut aussi une initiative collective, qui est aussi difficile. Et je comprends que si c'est ma maison qui part, il est difficile de dire : je vais déménager. Mais, même si vous avez un mur vertical qui va vous protéger, peut-être durant cinq ans; dans dix ans, il va partir aussi. Parce que si on perd le sable, les fondations seront exposées et le mur va tomber. À cause de ça, toutes les solutions d'urgence sont très coûteuses et sont uniquement durables à court terme. Je pense qu'ici, pour sauver la situation, il faut penser à long terme. Et apporter du sable au maximum. Et même si on perd un peu en transport littoral, vous pouvez toujours vous consoler en vous disant que votre voisin va en profiter. Mais si vous perdez en direction verticale, c'est perdre une fois pour toutes. Merci.

M. Laurie Gauthier, Gauthier et Tremblay architectes

Observateur, depuis une trentaine d'années, de la péninsule de Manicouagan que vous voyez, tout le monde, ici. Suite à ce colloque, que je trouve extrêmement intéressant ... Ça nous ouvre l'esprit sur des solutions nouvelles On voit un petit peu plus loin que le bout de son nez. En tout cas, mois c'est mon observation. Deux commentaires. Le premier, c'est pour madame d'Hydro-Québec, Mme Messier je crois, qui disait que la zone de pointe Paradis était une zone d'accumulation. C'est vrai que ça s'est accumulé. C'est vrai ... je suis là ... Mais c'est arrivé dans deux jours, madame. La journée du déluge, il y a eu deux pieds de sable dans ma cour. On a été obligé de monter les poteaux de ballon volant pour jouer le lendemain, avec les enfants. Alors, c'est vrai qu'il y a eu accumulation. La façon dont ça s'est fait ? C'est la tempête qui l'a amené (le sable). Il a fallu déterrer nos petits arbres qu'on avait semés chez mon voisin. Ça fait que ça, c'est une tempête qui a amené ça. Et en arrivant à pointe Paradis ... Il y a une observation que j'aimerais avoir de ta part aussi François (Morneau). C'est qu'en me promenant, (j'ai vu que) ... La pointe Paradis est partie. Je dirais que depuis cinq ou six ans, il n'y en a plus. Cette année, on n'en a plus. Ça coupe là où les cabanes de chasse étaient avant. Il n'y en a plus. Îl n'y a plus rien. Ce que je remarque, c'est la falaise, à peu près à six ou sept pieds de la pointe. Et ce que je vois apparaître, à ma grande surprise, ce sont des « tronçons : d'arbres, comme disait François à un moment donné, sur la plage. Il y a des « tronçons » qui sont là. Ça sort à peu près à quatre ou cinq pieds dans le sol. Mais oui, mais qu'est-ce qu'il fait là lui? Qui a amené ce « tronçon » là? Et quand? Je ne sais pas. Mais qu'est-ce qui s'est passé? Est-ce que ça veut dire qu'il y a 500 ans il n'y avait rien à cet endroit? Il y avait une plage. Et un arbre est tombé là, sur la plage. Ça c'est « renterré » par la suite. Je ne sais pas. J'aimerais que tu (F. Morneau) répondes à ça, si c'est possible. Non, attends un peu, je n'ai pas fini. C'est une question pour pointe Paradis. Ce sont mes observations à pointe Paradis, où il y a une zone de tourbière et des couches indurées partout, dont on parlait tantôt. À propos de pointe Paradis, là où la terre est indurée, ce n'est pas brisé, et il n'y a pas de problème. Là où il y a une tourbière, ça se comporte comment? On a ce problème à Baie-Saint-Ludger, sur le terrain près de chez Denise. J'ai fini pour pointe Paradis.

Baie-Saint-Ludger. Mes observations, c'est que « des foins » ont poussé, ce que vous appelez des zostéraies, je pense. J'ai appris ce mot-là aujourd'hui ou hier. Ces foins-là, on en parlait avec M. Holmberg, est-ce que ça pourrait servir de stabilisateurs? Parce que c'est à peu près, pas à un kilomètre, mais à trois quarts de kilomètre. Et on sait que « les foins » ramassent le sable probablement. Est-ce que, dans dix ans, cette bande de foin, qui apparaît aussi à Baie-Saint-Ludger, va devenir une dune? Et est-ce que ça va empêcher le sable de retourner, comme disait Mme Karakiewicz tantôt, vers le large? Ce que j'ai compris ici, c'est qu'en travaillant un petit peu, tout le monde ensemble, il y aurait moyen de trouver des solutions pour la péninsule Manicouagan, et pas seulement à court terme.

Jean-Claude Dionne, Université Laval à Québec, Centre d'études nordiques

En ce qui concerne votre pointe Paradis, je la connais mal, mais il y a un de mes étudiants qui la connaît sans doute mieux que moi. Ce que je peux voir comme explication pour cette pointe montre justement la dynamique du littoral. Sans doute qu'autrefois, vous avez eu une flèche littorale qui était beaucoup plus longue que la flèche qui a subsisté au cours de ce siècle et que derrière cette flèche, il y avait une lagune et que, dans cette lagune, se sont accumulés des troncs d'arbres qui ont

été enterrés par la suite. Et de nos jours, enfin depuis un certain temps, toute cette flèche a été érodée, de sorte que le substrat qui est en dessous est mis à nu et qu'apparaissent les arbres.

Dans notre domaine, nous faisons des études sur ces types de processus pour essayer de comprendre le milieu au cours de son évolution, non seulement actuelle, mais aussi de son évolution passée. Et dans ces cas-là, nous récoltons des échantillons, nous les faisons dater et nous pouvons, par la suite, retracer toutes les étapes de l'évolution du littoral. Mais je crois que vous avez là un bon exemple d'une évolution du littoral. Il y a des périodes d'accrétion où le rivage prend de l'expansion et il y a d'autres périodes d'érosion. Et il y a des cycles comme ceci. Et ça varie, non seulement dans le temps, mais aussi dans l'espace.

François Morneau, ministère des Transports à Québec

En fait, il y avait une autre question concernant les zostères. C'est une plante de rivage, de bas rivage, qui ... En fait les arbres et les plantes ont des rôles effectivement. Et, elle, ce qu'elle aime, c'est le sable. Elle aussi, elle aime beaucoup le sable. Et elle se situe souvent dans des zones où il y a un mouvement de sable et elle capte le sable. C'est-à-dire qu'en se développant, elle permet la sédimentation du sable et elle permet l'établissement de gros bancs de sable. Ce sont souvent des milieux ... Ces zostères vivent en grande partie submergées et accumulent des coquillages et toutes sortes de micro-organismes et sont des zones d'alimentation importantes pour les poissons et les oiseaux. Et effectivement, on connaît mal la distribution des zostéraies autour. On sait où elles sont mais on se demande si on ne pourrait pas les développer encore plus, parce que, évidemment, plus il va y avoir de levées de sable au large, sur les battures, plus ça fera autant d'outils pour ralentir l'énergie des vagues, avec beaucoup moins d'énergie au large. Ce sont peut-être des avenues qu'il faudra regarder, dans des plans de recherche avec Hydro-Québec. Voir comment on pourrait faire des monticules de sable avec l'aide de végétaux, avec des méthodes douces. Parce que ces zostéraies, il faut bien comprendre qu'elles bougent. C'est vivant. C'est du sable, mais c'est vivant. Un milieu côtier, il faut voir ça comme quelque chose de mobile. Il faut toujours que ça bouge. Quand on commence à durcir, à figer les choses, c'est là que ça va mal. Une belle plage normale, avec des végétaux en haut ... Dites-vous bien que les végétaux, c'est un réservoir de sable. Quand on a une grosse tempête, peut-être qu'on va en perdre une partie, mais normalement ça va se rétablir. Il faut que tout ce qu'il y a sur le littoral puisse bouger.

Danielle Messier, Hydro-Québec à Montréal

J'ai quelque chose à rajouter sur les zostéraies. À la baie James, la Société d'énergie de la baie James, et par la suite Hydro-Québec, étudie les zostéraies de la côte nord-est de la baie James depuis 1985. On commence à connaître assez bien l'évolution de ces zostéraies, de ces plantes aquatiques qui aiment l'eau salée. On les appelle les halophytes. Ici, dans le Saint-Laurent, c'est beaucoup moins connu. Mais il y a eu des essais de transplantation des zostéraies sur la rive sud. Ça demande beaucoup de suivi. Mais il y a effectivement des possibilités de faire des transplantations.

Mario Heppell, biologiste

Tant qu'à parler des zostères Il y a effectivement des travaux qui ont été faits sur la rive sud, à l'île Verte. Mais en 1996, on a fait de la plantation de zostéraies directement dans la baie Comeau ici. C'est une plante qui participe à la captation du sable et au maintien des niveaux de plage. Et il faut toujours qu'elles soient dans l'eau. Donc, quand on les transplante, on les transporte toujours dans des cuvettes. Et, après une année de suivi, on a déjà des résultats intéressants. Ça se développe dans la baie Comeau, juste ici. Donc, c'est sûr que des essais de transplantation, il pourrait y en avoir ailleurs. Il y a trois grands herbiers de zostères autour de la péninsule Manicouagan et ce sont les plus gros pour cette portion de l'estuaire maritime. Il y a quelques petites « patches » ailleurs. À baie Laval, il y a une zostéraie. Dans la baie des Mille-Vaches, il y a là quelques petites zostéraies. Mais celles-là sont vraiment les plus importantes. Notre banc donneur, celui sur lequel on a pris les zostères qu'on a transplantées ici était celui qui était en face de Baie-Saint-Ludger. Il y en a de très grandes densités là et franchement ça donne de bons résultats. Mais on a qu'une année de suivi. Il faudra poursuivre.

Marc Larin, coordonnateur Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire à Baie-Comeau

Moi, je veux juste faire glisser le débat sur un autre sujet. Madame Saulnier mentionnait l'implantation d'un comité de citoyens pour suivre un peu ce qui se passe au niveau du développement ici. Elle a parlé de la MRC, mais en fait c'est le rôle du Comité ZIP, je pense, que de suivre l'évolution du dossier dans la région. Et organiser cet événement en fin de semaine n'est pas une finalité en soi. On a l'intention de suivre éventuellement les actions qui seront posées. On en a parlé, je pense, depuis le début de la fin de semaine, il y a plusieurs petites choses, mais une de nos préoccupations, c'est de maintenir les gens au courant de ce qui se fait : les bonnes choses, les moins bonnes choses. Donc, il y aura ... Et c'est pour ça que les gens y réfléchissent un peu en fin de semaine. Quelle forme pourrait prendre ce suivi de façon à intégrer tout le monde dans la recherche des solutions, parce qu'on sait qu'il n'y en a pas nécessairement seulement une.

Michel Levasseur, ministère de l'Environnement à Sept-Îles

Histoire d'élargir le débat sur la question des zostéraies. Quand on construit une plage, c'est beau d'apporter du sable, c'est beau de mettre des épis, de voir la plage se bâtir tranquillement par un accroissement de la sédimentation; mais encore faut-il permettre une recolonisation de la plage si on veut qu'elle puisse passer d'une situation de dune mobile à une situation de dune fixe. Et il y a quelqu'un hier qui a parlé d'élymes des sables, d'ammophiles à ligules courtes. Il s'inquiétait en fin de compte des espèces qui étaient installées là. Quand vous voyez le fond de mer s'installer, faites-y attention. Parce que si vous détruisez cette couche végétale, vous permettez l'érosion éolienne. Vous permettez, en cas de tempête exceptionnelle, à la mer, de venir chercher à nouveau le matériel. Et finalement, quand vous vous promenez avec des VTT, vous détruisez la végétation. Et les élymes des sables, ce n'est pas une dune qui est fixe. C'est une dune qui est encore mobile. C'est une dune qui est fragile. Mais, c'est une dune qui est en processus, pour éventuellement devenir fixe. Il y a après ça une succession végétale qui va s'installer. Il y a une dynamique. C'est là vraiment que votre côte va se bâtir et que la mer va reculer graduellement. Et on parlait d'installer des épis dans un premier temps ou de faire de l'enrochement et ainsi de suite; mais à long terme, et à très très long terme, il faut penser à revégéter le milieu. Peut-être parfois se priver un petit peu. Peut-être qu'à Pointe-Lebel ou à d'autres endroits sur la péninsule Manicouagan, il faut peut-être penser un peu moins ... parce que la falaise est haute. Mais dans d'autres milieux, quand la plage est plus basse, n'enlevez pas toute la végétation en place pour mettre le gazon. Le gazon, ça retient un petit peu en partie, mais dans les pentes, ça ne vaut rien. Ce sont vraiment les espèces qui étaient déjà présentes qui, elles, ont stabilisé le milieu, l'ont fixé. Si vous les enlevez, vous allez mobiliser votre sable.

Yves Rochon, ministère de l'Environnement à Québec

Moi, ce n'est pas par rapport aux zostères, mais j'aimerais ça revenir sur les questions que vous posez. Il est très clair pour moi qu'effectivement l'ensemble du dossier d'érosion des berges devrait être pris en charge par les municipalités, les organismes, les citoyens du milieu. C'est très clair, on le voit ici, que les gens sont impliqués dans ces questionnements. Les gens veulent en parler, veulent aussi avoir des solutions. Ils sentent les problématiques. Par contre, ¡'ai été étonné, même si en fait je le savais un petit peu à l'avance, d'apprendre une des intentions du programme de protection des berges, qui d'après moi devrait être plutôt un programme de gestion des berges. Parce que vous avez une dynamique côtière à gérer, en protégeant des endroits. Mais il y a possiblement des endroits où vous allez peut-être dire : on fait une zone sacrificielle pour gérer notre milieu. Je pense que c'est vers ça qu'il faudrait que vous pensiez à cheminer. De vous soustraire à la procédure d'évaluation environnementale, je trouve ça ... Je trouve que vous vous enlevez un outil de planification très intéressant. C'est vrai que l'évaluation gouvernementale, on vous a peut-être dit que c'était un gros monstre, que c'était une grosse bibitte. C'est du monde qui viennent ... comme moi, je viens de Québec, je ne suis pas de la région ... et qui vont vous dire quoi faire. Mais je pense qu'il est important que vous compreniez que ce n'est pas ça la procédure de l'évaluation environnementale. C'est avant tout une aide qui va vous permettre de planifier votre gestion de vos côtes et qui va vous permettre aussi d'en débattre, parce qu'il y a le bureau d'audience publique qui va intervenir, qui va donner la parole aux citoyens, aux groupes du milieu, pour leur permettre de discuter, de montrer leurs préoccupations. On le voit ici, il y a plusieurs chercheurs qui ont présenté des données et souvent, je voyais des citoyens qui disaient : « Non, non, ce n'est pas comme ça. Moi, ça fait 30 ans que je suis ici et ce n'est pas ça que j'ai vu ». Effectivement, c'est très difficile de faire une étude et c'est très difficile de baser une décision sur des études qui sont faites par des spécialistes qui souvent ne sont pas du milieu. C'est pour ça que je trouve important de ne pas évacuer tout de suite, a priori, cette notion d'utiliser la procédure d'évaluation gouvernementale pour faire un programme mieux intégré et mieux adapté à votre volonté. C'était mon petit message.

Mario Heppell, biologiste

Je trouve intéressante l'intervention de M. Levasseur à propos de l'élyme des sables, de revégétaliser les ouvrages après. C'est comme une continuité. On commence par faire des épis, accumuler du sable. Mais c'est vrai, il faut revégéter après. Et je voulais souligner que du repiquage d'élymes des sables, au Parc nature de Pointe-aux-Outardes ... Il y a eu plusieurs hectares repiqués et ça a très bien fonctionné aussi. Donc, pour cette démarche-là ça va très bien aussi.

Ça fait six ans que je travaille avec différents mandats, pour le Parc nature de Pointe-aux-Outardes, et j'ai vu évoluer un petit peu le coin, au travers de ces années-là, et l'effet de l'empierrement ... Tout à l'heure, on parlait de ça, l'enrochement c'est protecteur. C'est protecteur quand tu as une façade de 100 pieds en avant de toi, qui est toute enrochée. Là, on a un sentiment de bien-être en arrière. Mais le Parc nature de Pointe-aux-Outardes a quand même 1,4 kilomètre de façade vis-à-vis le front de la péninsule Manicouagan. Puis l'enrochement arrêtait juste à l'entrée du parc régional. Là, l'entrée est en train de disparaître. Un belvédère avait été installé là en 1993 et il a fallu le déplacer une fois. C'est une petite infrastructure, mais ça ne fait rien. Il faut la déplacer à chaque fois, parce qu'il y a une grosse perte de matériel due à l'effet de l'enrochement sur ce qui se passe juste en aval de la dérive du mouvement des rives. Il y a eu exactement la même chose avec le bloc sanitaire. M. Morneau, hier, avait une très belle photo du bloc sanitaire où on voyait le muret de bois à cet endroit. De mémoire, il me semble d'ailleurs que c'était juste un événement qui avait ramassé tout ce sable qui est parti. Donc, si on perd, dans un événement majeur, une tempête, un six pieds d'épaisseur de sable, ça (veut dire que) ça déménage dans le coin. Et, en réaction à ça, le muret a disparu. Il n'est plus là. Là, il y a un enrochement qui a été fait, un 50 mètres d'enrochement pour protéger le bloc sanitaire. Dès l'automne suivant, l'enrochement, qui a été fait vers 1993 ou 1994, perdait trois mètres de sable, juste en aval, à l'extrémité ouest. En réponse à ça, l'hiver a passé, et au printemps ce n'était plus trois mètres, mais six mètres de perdus. Et de ce côté-là, ils ont leur bâtiment d'accueil. C'est un bâtiment d'accueil, qui a été implanté au coût de 150 ou 160 mille dollars, qui se trouve menacé puisqu'il est à 20 mètres du bord de la falaise. Donc, on perd cinq ou six mètres comme ça en l'espace d'un hiver. Ils ont réagi tout de suite en faisant un autre enrochement. Là, l'enrochement, ils ont rajouté un autre 50 mètres. Au bout du 50 mètres, dans l'hiver qui a suivi, ils ont perdu encore une bonne distance de sable qui a fait que l'entrée du sentier des dunes, pour amener les visiteurs dans les dunes ... tous les trottoirs de bois qui étaient à cette entrée-là ... il a fallu les démonter et les tasser ... et il n'y avait plus d'accessibilité. Donc là, ils sont revenus pour demander ce qu'ils

pourraient faire pour récupérer. Ils se retrouvaient avec un trou, un immense trou à combler pour avoir à nouveau un accès aux dunes. Là, il y a eu une étude, à laquelle j'ai participé, humble biologiste et aménagiste régional, avec ma formation en géologie et en géomorphologie. Une étude honnête, une revue de littérature.

Quand j'ai posé la question à M. Bertrand, hier, il m'a répondu ... parce que je me demandais pourquoi il n'avait pas vu les techniques de Holmberg ou une technique sur la côte est américaine de M. Parks, où il y avait du pompage de la nappe phréatique dans la zone de la plage, une technique qui semblait un peu farfelue au départ, mais qui, dans ce cas-là, semble avoir donné des résultats. En tout cas, plusieurs autres techniques que j'ai sorties, moi. Il m'a répondu qu'il aurait fallu avoir un zéro de plus. Hé bien moi, je vais vous dire, j'avais un zéro de moins, par rapport au contrat qu'eux avaient eu avec Pêches et Océans pour faire cette revue de littérature. Moi, j'avais un zéro de moins et j'ai été chercher ces informations. Mais je suis juste un biologiste, un humble biologiste, qui a essayé de tenter quelque chose. En bout de ligne, on a essayé une technique d'éco-ingénierie qui n'avait jamais été utilisée, parce qu'on avait décidé qu'en milieu marin, ça ne pouvait pas être appliquée. On l'a quand même tentée. On a de bonnes pousses au niveau des saules. Sauf que, effectivement, et je l'avais noté en conclusion de mon rapport; j'avais clairement dit que ça ne donnerait pas de bons résultats s'il n'y avait pas d'intervention au niveau de la plage, parce qu'il y aurait nécessairement déchaussement et perte.

François Morneau, ministère des Transports à Québec

Moi j'aimerais revenir aux questions. C'est un peu le débat. Les techniques et les zostères, c'est bien intéressant. Mais je pense qu'on est ici pour autre chose. Les deux premières questions, elles sont importantes. Est-ce que ça devrait être le provincial qui fasse les choses ou quelles sortes de structures on devrait avoir? Moi je vais vous dire, quand on est en région et qu'on se dit : qu'est-ce que le gouvernement du Québec ou le gouvernement fédéral peut faire pour moi ? Je pense que ce n'est pas une bonne question. Je pense qu'il faut se prendre en main et se dire : qu'est-ce que je veux dans mon milieu et de quoi ai-je besoin? Et une fois que je sais ce que je veux, là je vais le demander. Mais ne demandez pas au gouvernement à Québec ou à Ottawa de vous dire ce qu'il va faire pour vous. La réponse pour moi, c'est : prenez-vous en main. Essayez de développer une structure régionale, avec de la concertation évidemment, pour vraiment définir ce qu'on veut avoir dans la région. Le problème des berges ressemble beaucoup au problème de bassin. Vous savez, dans la région ici, ce n'est pas un problème, les rivières sont gérées par Hydro-Québec. Vous ne vous occupez pas de ça. Vous n'avez pas cette problématique de bassin. Mais, dans la rivière Chaudière et sur bien des rivières au Saguenay et bien des rivières un peu partout au Québec, quand il se fait des imbécillités au nord, disons une belle coupe à blanc, à un moment donné, au printemps, ils reçoivent un bon coup d'eau en bas, pas à peu près. Ça c'est un problème de gestion de bassin. Et on s'aperçoit de plus en plus qu'il faut penser « gestion de bassin ». Alors, la Chaudière, ça fait longtemps, eux autres, qu'ils ont les pieds dans l'eau. Je pense qu'il y a une génération de personnes qui ont les pieds palmés. On commence à parler de gestion de bassin dans ce coin-là. Au Saguenay, dans le cadre du déluge, on a créé des gestions de bassin; alors des comités, des OSBL, des gens qui s'occupent de mise en valeur, d'autres qui s'occupent de pêche, d'écologie, d'autres qui s'occupent d'entretien. Par exemple, ils ont des entreprises commerciales le long de ça. On les met dans une salle et on leur dit : regardez, on a un problème ? Comment pourrait-on imaginer des solutions pour régler notre problème. Le long d'une côte, c'est pas mal un bassin. C'est pas mal le même concept. Si quelqu'un fait quelque chose en amont, en tout cas du côté d'où vient le sable, le vent ou la vague, ça a des répercussions sur le reste de la côte. Donc, faudrait imaginer un genre de comité de gestion de système côtier. Moi je pense que ce serait une structure à développer, qui serait assez novatrice. Vous avez vu l'exemple d'Alcan au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Il nous disait que dans les premières années, quand Alcan a commencé à faire des interventions le long des côtes, ca hurlait. Les gens n'étaient jamais contents. Il me semble qu'on en est là actuellement, lorsqu'on parle de protection de berge sur la Côte-Nord ou en Gaspésie. Les gens sont rarement très satisfaits de ce qu'on fait. Enfin, ils sont contents à court terme. Mais cinq ans plus tard, ils nous disent : vous n'avez plus de plage là. Regardez, on est en train de perdre ceci. Vous voyez que ce n'est pas la solution. Les solutions qui viennent parfois du « central », et pourtant je suis un gars qui vient du « central » ... Mais là, ce n'est pas la même affaire. Non, il faut développer des structures dans un cadre de gestion de segment de côte et que les gens qui vivent là soient promoteurs ou des animateurs de ce comité. Et une fois qu'on sait ce qu'on veut, là on fait des demandes vers le haut, vers les gouvernements, pour avoir des subventions. Il y a toutes sortes de programmes de subvention qui existent. Sauf que si vous n'êtes pas structurés, les subventions, c'est comme le sable, elles passent tout droit.

Personne non identifiée

Je suis d'accord avec le principe de se prendre en main. C'est évident. C'est évident aussi qu'on a des « actions à prendre » et qu'il faut regarder à long terme ce que ça va donner. Sauf que dans l'immédiat, il y a aussi des « actions à prendre » très rapidement, parce qu'il y a des maisons qui sont en danger. Il y a des citoyens qui sont en danger. Qu'on les déplace, qu'on ne fasse pas d'enrochement, c'est possible. Il y a peut-être certaines autres solutions et tout le kit. J'aimerais quand même savoir ... Un épis, comme celui qu'a placé M. Maltais, ça prend combien de temps à s'ensabler. Est-ce que ça se fait en deux ans ou en trois ans? Qu'est-ce qui va se passer entre-temps, en attendant toutes ces réactions? On parle aussi de mouvements de dunes qui doivent se préparer, des mouvements d'ajouts de sable. À Hydro-Québec, est-ce que vous avez consulté M. Maltais? Ce sont toutes ces choses-là. Il y a des expériences qui, même si elles n'ont pas été faites par des savants professionnels ... Il y a quand même de l'expérience de ce côté-là. C'est pour ça qu'il y toutes ces « actions qu'il faudrait prendre ». Au niveau des citoyens, quand on dit qu'on va former un comité, il ne faudrait pas élaborer une structure trop lourde qui ne ferait que tourner en rond. Je lance la balle à l'un, l'autre relance la balle à son tour, etc. L'autre prêche pour sa petite paroisse, comme ça m'arrive souvent. Donc, il faudrait avoir quelque chose d'assez souple pour pouvoir regarder des sites sacrificiels et poser des actions pour que ce ne soit quand même pas le citoyen qui demeure sur ce site sacrificiel qui, en

bout de ligne, soit obligé de payer la note pour l'ensemble de la communauté. C'est sûr qu'on a des actions communautaires à faire, mais on a quand même quelque chose à faire pour les citoyens des zones sacrificielles. Ça veut dire qu'il va peut-être y avoir des investissements. Qui va les faire ces investissements? Un gars qui a une maison de 160 000 \$, que vous allez être obligés de déménager. Est-ce que vous allez le déménager ou est-ce que vous allez préférer le reconstruire? Qu'est-ce que vous allez faire? Il y a un paquet de gestes qui vont se poser. Les argents ... Vous disiez hier que ça coûte 25 millions de dollars. M. Bélanger semblait vouloir dire aussi qu'il y avait un budget de 25 millions de dollars. Les chiffres commencent à coïncider pas mal. Est-ce qu'il va arriver bientôt ou dans deux ou trois ans? Il y a beaucoup de choses à l'heure actuelle. Il y a beaucoup de points d'interrogation. Et on n'a pas eu trop trop de réponses. Il y a eu des techniques qui ont été avancées, mais il me semble qu'il n'y a pas eu de réponses concrètes. Alors je ne sais pas qui peut me répondre, mais il y a des choses de ce côté-là.

Denise Saulnier, Argile Eau mer à Pointe-aux-Outardes

Dans le même sens que monsieur qui vient d'intervenir. Je pense que c'est extrêmement important de se doter d'un comité et surtout de procéder à l'élaboration d'un plan d'action. Parce qu'il nous a été suggéré ici plusieurs techniques de protection. On semble toujours opposer à la question de l'enrochement des épis ou des rechargements, mais il y a d'autres techniques qui ont été avancées aussi et qui pourraient, je pense, nous servir à élaborer un plan d'action. Parce que j'ai l'impression qu'il faut regarder ça site par site. Et chaque site demande une technique qui lui est propre. Je pense, entre autres, à Baie-Saint-Ludger, où on a dit que les plages se vidaient et que, finalement, l'enrochement avait été extrêmement négatif. Mais, on oublie qu'à Baie-Saint-Ludger, il y a un camping, de très belles plages. Il y a un immense banc de sable qui sert de protection. Il y a aussi un ruisseau qui fait en sorte que la vague se brise sur le banc de sable et vient tomber dans le ruisseau pour préserver la rive. Alors, il y a aussi, je pense, une façon de voir ça plus largement et de ne pas nécessairement exclure automatiquement l'enrochement, quand ça s'avère nécessaire dans des situations. Je rappelle aussi qu'on est des nordiques. On ne vit pas au sud. C'est sûr que les plages sont extrêmement importantes pour nous l'été. On veut les garder mais on vit là aussi à l'année. On a un bel hiver, comme vous pouvez le constater.

Francine Bernard, ministère de l'Environnement à Sept-Îles

Je voudrais juste dire que quand un riverain est en situation d'urgence, de façon traditionnelle, c'est l'enrochement qui vient comme étant la solution, parce que c'est un réconfort psychologique assez immédiat. Par ailleurs, il faut se rappeler qu'un enrochement qui est fait conformément, selon les plans et devis, coûte environ entre 500 et 1 000 \$ du mètre. C'est quand même un investissement important. On est dans la région du Québec où il y a probablement le plus de sablières actives. Juste à l'est de Sept-Îles, il y a environ une centaine de sablières qui sont en exploitation. Si on pense que capter du sable, remettre du sable et mettre des structures pour le retenir peut être une avenue, hé bien, on a la matière première à portée de main. Et, de ce que j'ai compris ici, tous les gens sont intéressés à mettre en commun l'expertise. Alors, s'il y a un citoyen dans une municipalité qui est en situation d'urgence, pourquoi on n'essaierait pas, dans un premier temps, de l'aider, en mettant en commun et les ressources municipales et les ressources des différents groupements de citoyens et l'individu lui-même. Au lieu de l'enrocher immédiatement, commencer par essayer ça et le faire vite, justement pour sécuriser ces gens-là et en même temps en profiter pour faire des expériences qu'on va pouvoir étudier. Il va l'avoir tout de suite son réconfort psychologique et ne créera pas d'impact chez ses voisins, en amont et en aval. Et je pense qu'étant donné que la matière première est là, disponible. Quant au coût, entre ça et l'enrochement ... Je pense que ça mériterait d'être exploité. Je voulais porter cette information à votre attention.

Jean-Éric Turcotte, Comité ZIP de la côte-nord du golfe à Sept-Îles

Une petite intervention pour réagir un peu à ce que M. Morneau a dit. La création de comité, la prise en charge par le milieu, moi je pense que c'est une solution évidemment. Mais il ne faudrait pas dédoubler indéfiniment les structures. Il existe actuellement, et M. Marc Larin qui est assis à la table ici devant en fait la preuve, des structures dans le milieu, des comités, qui sont capables de prendre une large part de ce rôle dans le milieu, les Comités ZIP. Il y en a un ici qui couvre les secteurs des MRC de la Haute-Côte-Nord et de Manicouagan, le Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire. Il y a également un autre Comité ZIP qui couvre le secteur du golfe, donc les MRC de Sept-Rivières, Minganie et le territoire de la Basse-Côte-Nord. Il y a également le Conseil régional de l'environnement qui couvre tout le territoire de Tadoussac à Blanc-Sablon. Ces infrastructures sont déjà existantes, ont une certaine expertise, ont des personnes-ressources. Ce qui manque souvent, c'est qu'ils n'ont pas une reconnaissance, que ce soit au niveau politique ou au niveau financier évidemment. Parce que ces gens-là sont peut-être capables d'aider les citoyens. Ensuite, ce sont des gens qui sont en contact avec la communauté scientifique. Je pense qu'on devrait se pencher sur le rôle que ces organismes peuvent jouer et peut-être leur reconnaître un rôle plus prépondérant dans le milieu.

Brigitte Lambert, conseillère à la ville de Sept-Îles

D'un secteur dont on a bien parlé. En passant, Val-Marguerite, c'est dans mon secteur. Et il y a des problèmes de différentes fonctions. D'abord, dire merci à ceux qui ont eu l'initiative du colloque. Je pense qu'aujourd'hui nous avons fait un premier pas pour régler un de nos plus grands problèmes qui était la mise en commun de données. Il y a beaucoup d'intervenants et je rejoins M. Jean-Pierre Savard qui a dit : « Il faut arriver à une jonction entre la recherche, les

Actes du Colloque sur l'érosion des berges

administrateurs, donc les gouvernements, et les citoyens, les OSBL ». Comment on va y arriver ? On a la preuve. Les gens ici travaillaient chacun de leur côté et il n'y avait pas de table de rencontre. On a besoin d'un maître d'oeuvre. Le MAM déjà parle d'un programme de protection des berges. Et il a des outils. Il y a déjà des sous débloqués. Pourquoi pas aujourd'hui, eux de leur côté, regarder un plan de gestion ? Ça se rejoint très très bien. Et je pense qu'on pourrait le faire agréablement. Maintenant, dans chacune de ces boîtes, de recherche par exemple, je pense qu'ils ont une mise en commun à faire et une sorte de comité à former, pour ne pas toujours marcher parallèlement et être vraiment des vases communicants. Alors pour la recherche, qu'on soit en océanographie, en géomorphologie ou biologie, etc., il faut qu'on arrive avec quelque chose de commun. Les administrations, qu'elles soient municipales, qu'elles soient MRC, qu'elles soient le gouvernement du Québec ... Faut que ça se parle. Les OSBL, que ce soit les regroupements de citoyens, les gens qui veulent protéger ... Faut qu'ils aient quelque chose en commun. Et il faudra que le maître d'oeuvre réunisse ces gens-là et qu'on arrive à un plan de gestion avec des calendriers. Et je pense que chacun va se rejoindre. Préoccupations d'urgence, moyens d'urgence et aussi une vraie gestion de nos sables. Et c'est vrai qu'on a des ressources. Et c'est en se parlant et en travaillant ensemble ... Et il y a une chose qu'on a en commun, on veut une belle Côte-Nord et garder nos plages. C'est notre richesse. Il s'agit de travailler comme il faut. Et on a tout. Il s'agit de ... Qui est le maître d'œuvre ? Je pense que le MAM est déjà avancé. Mais parlons-nous, entre nous dans chacun des secteurs. Et c'est un beau pas. Félicitations à tout le monde.

Jean-Éric Turcotte, Comité ZIP de la côte-nord du golfe à Sept-Îles

J'ai oublié quelque chose tantôt. Je vais faire ça de façon très brève. Dans la reconnaissance des moyens d'intervention de ces infrastructures déjà existantes, il existe, comme M. Morneau le disait, des programmes de subvention nombreux. Il faut savoir qu'actuellement, les différentes instances dont je parle, et celles que j'oublie, entre autres les corporations de protection qui sont nombreuses, ont acheminé des demandes; mais se font répondre que leur demande n'est pas jugée prioritaire ou ne cadre pas dans un plan qui a été établi il y a quelques années. Ce n'était pas à ce moment une priorité. Aujourd'hui, il faut donc vivre avec le fait que ces décisions, qui ont été prises il y a quelques années, n'avaient peutêtre pas la prétention de voir à long terme. On se fait tout simplement retourner nos demandes de subvention en nous faisant dire: « Écoutez, vous n'êtes pas dans un secteur prioritaire. Ça ne correspond pas à une priorité. La sensibilisation n'est pas une avenue parce que ce n'est pas un travail directement sur le terrain ». Faudrait peut-être revoir un peu le système. Nous, ça nous inquiète parce que ce sont souvent les seules ressources qu'on a, les programmes de subventions. On achemine des dizaines de demandes chaque année, mais on se fait dire tout simplement que ce n'est pas prioritaire. Alors, vers quoi on peut se tourner? Si ces organismes sont incapables d'être reconnus, imaginez que les comités de citoyens vont peut-être avoir plus de difficulté à être reconnus. Donc il faudrait revoir ... On parle de responsabilisation du milieu, mais les gens qui sont derrière, qui ont les pouvoirs, ou qui ont les moyens de donner un certain pouvoir ou de donner un certain impact à ces gens-là, à ces intervenants du milieu, il faudrait peut-être qu'ils s'ouvrent aussi. Je ne veux viser personne ou faire une espèce de débat de clocher. Il y a évidemment beaucoup d'instances. Il y a des groupes subventionnaires qui sont installés dans les centres. Évidemment, quand on parle de périphérie, ce n'est pas tout à fait la même réalité. À ce niveau-là, il faudrait peut-être se questionner également.

André Blais, MRC de Manicouagan à Baie-Comeau

J'ai écouté attentivement l'ensemble des commentaires qui ont été faits. Tout le monde a raison là-dedans. Ce n'est pas un problème qui est facile à gérer. Ce n'est pas un problème qui est facile à régler. Ça concerne un individu face à une situation immédiate. Ça concerne l'évolution d'un système qu'on connaissait peu. On se rend compte qu'il y a des difficultés. Ça concerne, à notre avis, également les gouvernements supérieurs que sont autant le provincial que le fédéral. À notre avis à nous, au niveau de la MRC de Manicouagan, lorsqu'on a abordé la question de l'érosion des berges dans notre schéma d'aménagement, dès 1980, il était clair que ce dossier allait prendre de l'importance. On l'a inscrit comme ca, à l'intérieur de notre schéma, en place et lieu des zones d'érosion et des glissements de terrain que la loi nous obligeait à identifier. Nous avons identifié les zones d'érosion et de marnage, suite à l'utilisation des barrages installés sur les rivières. Alors, chemin faisant, cette problématique a cheminé, comme on l'a dit un peu, dans le dépliant, et on est aux prises avec le citoyen qui a un problème tout à fait immédiat. Et j'aimerais ici apporter, pas un frein, mais un avertissement ou simplement une information complémentaire à l'effet que le ministère des Affaires municipales disposerait d'un programme et d'un budget pour intervenir. Ce n'est pas le cas. Le Ministère ne dispose pas présentement d'un projet. Il y a un projet qui avait été mis de l'avant, suite à la conférence socio-économique de 1988 et la biennale de 1992 et ce projet a cheminé, d'une certaine façon qui se veut peut-être une avenue. Mais c'est simplement une piste de solution. Les comités de citoyens, pour nous, au niveau de la MRC, sont très importants. Il y en a qui se sont formés dans les municipalités locales, au niveau des individus et des municipalités concernées. Ces gens-là se structurent, s'organisent et on pense également au Comité ZIP. Tous les intervenants du milieu qui veulent travailler à l'intérieur de ça, nous sommes tout à fait intéressés à travailler avec ces gens-là. Ça ne veut pas dire que c'est la MRC qui va avoir à suivre et à gérer l'ensemble de toute cette programmation. Je pense que ce sera un autre débat pour tantôt. Mais il y aura lieu effectivement de regrouper les gens autour d'une unité et que cette unité travaille de façon concertée et qu'on interpelle tous les paliers. On a fait cet exercice, il n'y a pas longtemps, à Ragueneau, quand on a analysé un peu la problématique de la situation de la rivière aux Outardes. Les intervenants, d'un commun accord, ont désigné la MRC pour qu'on pousse un peu ce dossier, ce qu'on a accepté de faire, en association avec le Comité ZIP. Faire un colloque, informer la population de ce qui se passe, aller chercher les spécialistes, identifier les pistes de solution et peut-être s'aligner vers une solution de gestion intégrée de l'ensemble de la problématique des berges. Ça, c'est l'objectif qu'on vise. Ça ne veut pas dire que nous serons là pour tout gérer, ramasser, contrôler. On pense qu'il y a cependant lieu d'interpeller le milieu, les gouvernements, les spécialistes et qu'ensemble, on puisse réaliser une politique de gestion. Ça, c'est l'objectif de la MRC de Manicouagan. Et je pense que ça rejoint un peu les préoccupations de tout le monde ici. Sauf qu'il faut tenir compte toujours

qu'il y a des urgences urgentes, qu'il y a des urgences qui sont moins urgentes et qu'il y a des choses à moyen et à long termes qu'il faut analyser. Donc, c'est un processus d'ensemble et malheureusement, lorsqu'on fait du développement, on est toujours confronté à cette chose-là. On arrive jamais dans un pays neuf, à construire tout de go. On arrive dans un pays qui a déjà été construit, dont nous avons ici une descendante d'un colon arrivé en 1931, qui est madame Saulnier, avec une belle peau pas piquée par les mouches. C'est un peu ce qu'on veut essayer de faire nous ici, au niveau de la MRC. Inciter les gens et assurer un suivi avec les intervenants intéressés.

Jean-Pierre Savard, InteRives à Outremont

Je vais sortir un petit peu de mon cadre scientifique. Il me semble qu'il y a deux volets qui me paraissent ressortir du débat. Et ici, il y a un volet où on parle de questions qui sont proprement politiques : quand on parle de gestion de la zone côtière et qu'on veut savoir comment on va concilier les besoins des uns et des autres, comment on va décider des priorités. Ça c'est urgent, cela l'est moins, etc. Ça c'est un aspect qui est politique. Ce sont des décisions qui relèvent de la politique. C'està-dire des gens qui sont bien mieux équipés pour faire ça que d'autres. Parce que ça prend le forum politique pour discuter de ça. Quand on parle de maître d'œuvre ... Ce serait un peu ridicule de mettre un forum qui se veut non politique et où on va prendre de belles décisions. Et quand ce sera le temps d'aller chercher de l'argent, le contact ne sera pas fait. Donc, c'est très important qu'il y ait un forum politique, mais à côté, il est aussi très important qu'il y ait un forum non politique qui permet de nourrir en informations les gens qui vont décider ou qui vont discuter au niveau politique. Vous pouvez prendre les meilleures décisions que vous voulez sur le plan politique. Tout le monde est heureux, parce que vous avez réussi à vous entendre, mais quand vous venez pour l'appliquer au niveau environnemental, au niveau pratique, c'est irréalisable, parce que vous n'avez pas les bonnes données techniques au départ. Les scientifiques ne sont pas confortables dans un forum politique. Ce n'est pas notre place. Mais quelque part, il faut que cette jonction se fasse. Je vais essayer de parler de jonction entre les scientifiques et la politique. Moi, ce que j'ai constaté le plus souvent, c'est qu'on manque d'une espèce de forum qui nous permette de travailler de façon conjointe, de façon efficace. C'est là-dessus qu'on pourrait réconcilier les besoins d'informations, les besoins en données, les besoins en stratégie, etc. Et en même temps, concilier tous les impératifs politiques. C'est très important qu'on ait les deux forums qui travaillent de façon conjointe, ensemble.

Claire Saulnier, Argile Eau Mer à Pointe-aux-Outardes

Je voudrais vous parler du travail de monsieur Maltais et Jean-Pierre Savard. Ils ont réussi à amener un sable chez eux et un bon sable, qui s'en vient vers chez nous. On est du côté de l'ouest. Ça part de chez eux et ça s'en vient. Ça embellit nos plages. Ça les a montées. Ça les a solidifiées. Elles sont beaucoup plus compactes. Ils ont fait un travail que j'admire. Et je pense qu'on devrait avoir confiance en ces méthodes-là. Merci.

Commentaire de M. Georges Drapeau - INRS-Géoressources de Lévis

(rapporté par l'animateur Camille St-Pierre)

Normalement, des colloques comme celui-ci, ça se tient avec des intervenants savants qui échangent entre eux, à la fois sur des méthodes et des problèmes d'érosion. Alors que le présent colloque est fait par la base, avec la base et en utilisant aussi les ressources techniques et professionnelles. Pour lui, (M. Drapeau) c'est une grande intervention au Québec, non seulement régionale, mais une première au Québec. Et c'est une première sensibilisation qui devrait déboucher sur une structure permettant de bien gérer les problèmes d'érosion et surtout les solutions pour vivre avec l'érosion, puisque c'est un élément normal et un phénomène naturel..

VIEUX PROVERBE GAÉLIQUE

« Aucun homme ne peut mettre à l'attache le temps ou la marée. » Le Robert, Dictionnaire de proverbes et dictons, 1994

MEMBRES DU COMITÉ ORGANISATEUR

Yolande Leblanc, chargée de projet, Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire Marc Larin, coordonnateur, Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire Daniel Boudreau, président, Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire Denis Labrie, secrétaire, Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire André Blais, directeur général, MRC de Manicouagan Pascal Bernatchez, étudiant, Centre d'études nordiques, Université Laval Mario Heppell, Biologiste, citoyen

ÉQUIPE D'ÉDITION DU DOCUMENT DES ACTES DU COLLOQUE

Yolande Leblanc, chargée de projet, Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire Nicolas Roy, coordonnateur, Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire Lucie Bellerive, secrétaire, Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire l'Imprimerie Hauterive

COORDONNÉES

MRC de Manicouagan 768, rue Bossé Baie-Comeau (Québec) G5C 1L6

Tél. : (418) 589-9594 Téléc. : (418) 589-6383

Courriel: zipnord@globetrotter.qc.ca

Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire 9, place Lasalle, local 101 Baie-Comeau (Québec) G4Z 1J8 Tél. : (418) 296-0404

Tél. : (418) 296-0404 Téléc. : (418) 296-8787

ANNEXE 1. PROPRIÉTAIRES RIVERAINS DE BAIE-SAINT-LUDGER

Jean-Pierre Savard Lucien Maltais

Notre participation

Pourquoi?

Le Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire nous a offert de participer au Colloque sur l'érosion des berges parce qu'il trouvait intéressant que des résidents, engagés dans une démarche pour solutionner les problèmes d'érosion de leur terrain, puissent expliquer leur point de vue.

Nous étions les seuls résidents invités à titre de spécialistes nord-côtiers participants. Nous sommes, de toute façon, à peu près le seul exemple de prise en main par la collectivité, du problème d'érosion des berges dans la MRC de Manicouagan.

Stand et vidéo

Pour expliquer notre vision des choses, nous avons monté un stand. De grandes photos montraient l'aspect de nos terrains il y a une dizaine d'années, avant notre intervention et aujourd'hui, après nos travaux.

Nous disposions aussi d'un document vidéo professionnel d'une dizaine de minutes, tourné à Baie-Saint-Ludger, qui résume bien notre démarche.

Notre approche

Le sable

Lucien Maltais est un homme de terrain. Pêcheur, élevé à Baie-Saint-Ludger, il connaît bien la mer.

À force d'observer les ravages que la mer fait aux plages, il est aujourd'hui certain que la seule solution pour contrer les flots est de faire monter suffisamment de sable, afin que l'eau n'atteigne plus les pieds de nos terrains.

Par le fait même, les falaises de glaise qui bordent nos propriétés n'étant plus touchées, l'eau claire qui s'en écoule est contrôlée elle aussi, ce qui stoppe automatiquement l'érosion.

Les épis

Leur but : faire monter le sable tout en laissant passer l'eau. Nos épis sont faits de poteaux plantés dans le sol et remplis de conifères. Ces épis sont installés dans un sens bien précis, ce qui leur confère un maximum d'efficacité.

C'est un procédé très simple, peu coûteux, facile d'installation et qui donne les résultats que vous pouvez constater sur les photos que nous joignons à ce bilan.

Les résultats de notre intervention

De la glaise... au sable

Avant que nous commencions nos travaux d'ensablement, il y a six ans, à chaque grande marée et à chaque tempête, notre angoisse reprenait : Combien de pieds de terrain, emportés par le glissement des falaises, allions nous perdre ?

Les vagues, inlassablement, grugeaient nos falaises et nos espoirs de vivre longtemps chez-nous. Les vagues, inlassablement, marée après marée, emportaient le sable et il ne restait que la glaise sur les plages. La mer, notre ennemie, était partie pour gagner la bataille.

Nous l'avons observée, nous n'avons pas hésité à « mettre la main à la pâte » et nous sommes passés d'une zone sinistrée à un milieu de vie sécuritaire et bien agréable à vivre.

Aujourd'hui, après peu d'années d'intervention finalement, nous avons des plages de sable et la mer ne vient plus toucher nos falaises.

La vie renaît sur nos plages. Des oiseaux qui avaient abandonné depuis longtemps nos rivages reviennent, attirés par le varech et les coquillages qui s'y échouent. L'eau de la mer, en contact avec le sable plutôt qu'avec la glaise, est plus chaude.

La mer est maintenant notre associée.

Une solution exportable

Se prendre en main

Bien sûr nos plages ont été enrochées il y a quelques années, mais cet enrochement ne reconstruit pas le milieu, il ne fait que bloquer la mer pour une période incertaine.

Nous voulions du permanent et nous voulions pouvoir profiter de notre environnement marin.

Nous avons décidé de le faire nous-mêmes.

Nous sommes convaincus que tout propriétaire riverain, aux prises avec des problèmes d'érosion, peut intervenir sur son terrain avec la méthode des épis que nous utilisons.

Si cela réussit à Baie-Saint-Ludger, un milieu très difficile où il y a peu de sable, cela réussira ailleurs, nous n'en doutons pas.

Cette intervention demande bien sûr d'y mettre de son temps, de sa volonté, peu d'argent cependant, si l'on compare avec toutes les autres démarches coûteuses proposées par les gouvernements et les scientifiques.

À l'été 1998, nous avons construit un épis sur la plage d'un résident de Pointe-aux-Outardes. Les résultats sont si intéressants que ce résident construit d'autres épis pour agrandir sa plage et certains de ses voisins veulent en faire autant.

Cela s'appelle : « La prise en main par une collectivité ».

Toutefois, notre démarche n'exclut aucunement l'implication des gouvernements et des organismes environnementaux ; mais elle implique à la base ceux qui côtoient la mer quotidiennement donc, qui la connaissent mieux que tout autre. Il s'agit là d'un partenariat gagnant, selon nous.

Retour sur le colloque

Nous étions fiers d'avoir été invités au Colloque sur l'érosion des berges. C'était pour nous une reconnaissance de ce que nous avons fait chez-nous.

Actes du Colloque sur l'érosion des berges

Le message que nous avons voulu livrer était que « oui, il est possible de gérer le bord de la mer par une solution peu spectaculaire, basée sur l'expérience et le vécu ». Nous avons fait le pari que chez-nous à Baie-Saint-Ludger, la plage allait monter et c'est ce que nous avons fait.

Lors du colloque, les gens de la base, le monde ordinaire, ont compris notre message. Mais il n'a pas intéressé les scientifiques présents qui priorisent encore l'enrochement.

Aujourd'hui à Baie-Saint-Ludger, nous marchons et nos enfants jouent sur nos plages de sable fin, les oiseaux nous comblent de leur présence, nous dormons en paix sans que le roulement des vagues nous terrifie.

NOUS NOUS SOMMES DONNÉS... CETTE QUALITÉ DE VIE.

Photos:

1992 Baie-Saint-Ludger avant nos épis... La mer détruit tout inexorablement.

1997 Baie-Saint-Ludger après nos épis... Un milieu de vie de qualité.

(Non disponibles sous format informatique)

ANNEXE 2. LISTE DES PARTICIPANTES ET DES PARTICIPANTS

Alexandre Louis Citoyen de Baie-Comeau Authier Jean Laboratoires B-Sol

Beaulieu Serge Ministère de l'Environnement à Baie-Comeau Bégin Nadine Ministère de l'Environnement à Baie-Comeau Bélisle Jean-Marie Environnement conseil « Le Harfang » Ministère de l'Environnement à Sept-Îles

Bernatchez DanielleCitoyenne de Pointe-Lebel
Bernatchez Raoul Citoyen de Pointe-Lebel
Bérubé Martin Municipalité de Pointe-Lebel
Bilodeau Nadia Groupe-conseil TDA

Bouchard Louise D.Municipalité de Pointe-aux-Outardes
Boudreau Sylvie Hydro-Québec à Baie-Comeau
Boulay Carl Municipalité de Pointe-aux-Outardes
Boulay Jean-Pierre
Brisbois Kathleen
Cadoret Denis Cadoret Marcel Municipalité de Pointe-aux-Outardes
Axor Experts-Conseils inc.
Cadoret Savard Baron Tremblay

Carle Liliane Étudiante à l'UQAR

Castonguay Marjolaine Comité ZIP baie des Chaleurs

Catto Louisette Ville de Sept-îles

Choinière Line Ministère Pêches et Océans à Mont-Joli

Chum Miroslav ProFaune

Coll Clermont Municipalité de Pointe-Lebel

Cosgrove Michael Tecsult Côte-Nord Côté Élisabeth Étudiante à l'UQAR

Coulombe Linda Ministère des Ressources naturelles (Terres) à Baie-Comeau

Crousset Yan Étudiant à l'UQAR

Delaunay Jean-Marie MRC Haute-Côte-Nord Desbiens, Jean-Luc Municipalité paroisse de Ragueneau Desgagnés Gilles Ministère des Transports à Québec

Deslauriers Mario ALCAN

Dorion Danielle Pêches et Océans Canada à Mont-Joli

Drapeau Georges INRS-GÉO-RESSOURCES

Drolet Conrad Ministère des Ressources naturelles (Terres) à Baie-Comeau

Drovot Cécile INRS-Océanologie

Dubé Ivan Environnement Canada à Rimouski

Dubé Marie-Claire Étudiante à l'UQAR
Dugas Steeve Étudiant à l'UQAR
Duret Alain Ville de Sept-Îles
Élias Stéphanie MRC Minganie

Émond Claudine Municipalité paroisse de Ragueneau Fournier Richard Municipalité de Pointe-aux-Outardes

Gagné Oscar Citoyen de Pointe-Lebel
Gagnon Dany MRC Haute-Côte-Nord
Gagnon Philippe MRC de Sept-Rivières
Gamache Daniel Roche Itée Groupe-Conseil

Gauthier Gaétan Ministère des Régions à Baie-Comeau Gauthier Laurie Gauthier & Tremblay Architectes

Gendron Yves MRC Haute-Côte-Nord

Gilbert Robert CIMEVIR

Girard Jean-Charles Municipalité Chute-aux-Outardes

Giroux Dany MRC de Matane

Goupil Annie CGRSE (ZEC Rivière Escoumins)

Hudon Émile CEGERTEC

Huet Patricia Municipalité de Pointe-Lebel

Kaltenback Pierre ProFaune

Labrie Pierrette Citoyenne de Baie-Saint-Ludger Labrie Suzanne Hydro-Québec à Baie-Comeau

Lagier Marie UQAR

Lajoie Michel Étudiant à l'UQAR Lambert Brigitte Ville de Sept-îles

Langevin Anjuna UQAR

Lapierre Martine Ministère Sécurité publique à Baie-Comeau

Larose Sylvie D. Citoyenne de Lac-Saint-Charles

Larouche Lucien J. Société canadienne des métaux Reynolds

Larouche Nicole D. Municipalité de Pointe-Lebel Lavoie Gérard Camping à Les Buissons Leclerc Sylvie Étudiante à l'UQAR

Leduc Julie UQAR

Lefrançois Yves Services techniques TECH
Lemay Mickael Étudiant à l'UQAR
Lemieux Claire Nature-Action

Levasseur Michel Ministère de l'Environnement à Sept-Îles Lévesque Carol Société des Parcs de Baie-Comeau

Lévesque Christian Citoyen de Sept-Îles Lévesque Yvan Groupe-conseil TDA

Livernoche Claude Module de géographie, UQAR

Maltais Patrice Les Consultants RSA

Marsan Robert Ministère des Transports à Baie-Comeau

Martin Robert Municipalité de Pointe-Lebel

Mélançon Pierre Ministère de l'Environnement à Baie-Comeau

Melançon Yves Citoyen de Baie-Comeau

Mercier Mariette Conseil Régional de l'Env. de la Côte-Nord à Sept-Îles

Mongrain Mathieu UQAR

Morichon Denis INRS-Océanologie Morin Pierre Citoyen de Baie-Comeau

Morisset Jean Pêches et Océans Canada à Sept-Îles Nantais Michel Comité de citoyens à Sept-Îles

Ouellon Marie-Pierre Corp. Protection de l'env. de Sept-Iles

Parenteau Guy Étudiant à l'UQAR Perreault Richard Tecsult Région Côte-Nord

Perron Pierre Municipalité de Chute-aux-Outardes Picard Jack Conseil de bande de Betsiamites Poey Jean-Luc Naturam Environnement

Poirier Christian Ministère des Transports à Québec

Pratte André Ville de Baie-Comeau Racette Anouk Étudiante à l'UQAR Ratté Donald Érostable inc.

Rioux André Citoyen de Pointe-aux-Outardes
Rochon Yves Ministère de l'Environnement à Québec

Rodrigue, Bruno Étudiant à l'UQAR Rondeau, Bernard Centre Saint-Laurent

Ropars Yann T.P.S.G.C.

Roy Nicolas Naturam Environnement

Ruelland Mélanie Domaine de l'Horticulture Côte-Nord

Saulnier Claire Argile Eau Mer inc. Saulnier Denise Argile Eau Mer inc. Savard Ann-Louise Étudiante à l'UQAR Senneville Simon INRS-Océanologie

Simard Charlotte Société des Parcs de Baie-Comeau Sirois Brigitte Ministère de l'Environnement à Sept-Îles

St-Laurent Jules Érostable inc.

St-Onge Marc Conseil de bande de Betsiamites Théberge Claude Naturam Environnement

Toro-Iquaran David-Emmanuel Conseil Temui Mamuitun

Tremblay Linda MRC de Manicouagan

Trinidad Hector UQAR

Trudel Claude Municipalité de Pointe-Lebel
Turcotte Jean-Éric Comité ZIP de la côte nord du golfe
Van Wassen Nove Gwendoline Étudiante à l'UQAR
Villeneuve Claudette Corp. Protection de l'env. de Sept-Iles

Wojciech Romanczyk INRS-Océanologie

ANNEXE 3. LISTE DES COORDONNÉES PROFESSIONNELLES DES CONFÉRENCIERS ET CONFÉRENCIÈRES

Jean-Claude Dionne Département de géographie Université Laval Québec (Québec) G1K 7P4 tél.: (418).656.2131, poste 5879 téléc.: (418).656.3960

Jean-Marie M. Dubois Département de Géographie et Télédétection Université de Sherbrooke 2500, boul. de l'Université Sherbrooke (Québec) J1K 2R1 tél.: (819).821.8000, poste 7181 téléc.: (819).821.7944

Raymond Larouche
Programme de stabilisation des
berges du lac Saint-Jean
Alcan
100, rue Saint-Joseph, suite 104
Alma (Québec) G8B 7A6
tél.: (418) 668.0151
téléc.: (418).668.2295
Courriel.:
Raymond.Larouche/ecq@Alcan.com

Barbara Karakiewicz Institut des Sciences de la mer 310, Allée des Ursulines Rimouski (Québec) G5L 3A1 tél.: (418).723.1986, poste 1762 téléc.: (418).723.7234 Courriel.: barbara.karakiewicz@ugar.uquebec.ca

Dick Holmberg Holmberg Technologies Inc. P.O. Box 7 Whitehall, MI, 49461 tél.: (616).894.5093 téléc.: (616).893.3174 Site web:

http://www.erosion.com

François Morneau Service Plan et Soutien technique 700, René-Lévesque est, 16º étage Québec (Québec) G1R 5H1 tél. : (418).644.0899 Courriel. :

fmorneau@mtq.gouv.qc.ca

Pierre Bertrand Les consultants en environnement ARGUS Inc. 3075, chemin des Quatre-Bourgeois Sainte-Foy (Québec) G1W 4Y4 tél.: (418).654.9638 téléc.: (418).654.9699

ecogenie@msn.com

téléc.: (418).643.2004

Courriel.:

Jean-Yves Goupil
Direction des politiques du secteur
municipal
Ministère de l'Environnement
675, boul. René-Lévesque est,
8º étage
Québec (Québec) G1R 5V7
tél.: (418).521.3885, poste 4857

Courriel.: Jean-Yves.Goupil@gouv.mef.qc.ca

Denis Lehoux Service canadien de la Faune Environnement Canada 1141, route de l'Église, 9e étage Sainte-Foy (Québec) G1V 4H5 tél.: (418).648.2544 téléc.: (418).649.6475 Courriel.: Denis.Lehoux@ec.gc.ca

Stéphane Leblanc
Environmental Sensitivity Mapping
Coordonator
Emergencies and Remediation Section
Environment Canada
45, Alderney drive
Darthmouth (Nova Scotia)
tél.: (902).426.5894
téléc.: (902).426.9709
Courriel.:
stephane.leblanc@ec.gc.ca

Danielle Messier Hydro-Québec 855, Ste-Catherine est, 18º étage Montréal (Québec) H2L 4P5 tél.: (514).840.3000, poste 3299 téléc.: (514).840.3780 Courriel.: messier.danielle@hydro.gc.ca Jean-Pierre Savard InteRives 762, Davaar Outremont (Québec) H2V 3B2 tél.: (514).277.3717 téléc.: (514).271.7826 Courriel.: interives@videotron.ca

Léon Hardy Poly-Géo inc. 624, avenue Nore-Dame Saint-Laurent (Québec) J4P 2L1

Citoyens Baie-Saint-Ludger Jean-Pierre Savard Chemin de la Baie Baie-Saint-Ludger (Québec) G0H 1N0 tél. :(418) 567-8844 téléc. : (418) 567-4947

Pascal Bernatchez Département de Géographie et Centre d'études nordiques Université Laval Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4 Courriel. : p.bernatchez@courrier.cen.ulaval.ca

Louis Bélanger Ministère des Affaires municipales 625, boul. Laflèche, bureau 1.801 Baie-Comeau (Québec) G5C 1C5 tél.: (418).295.4241 téléc.: (418).295.4955

Courriel.: louis.belanger@mam.gouv.qc.ca

REMERCIEMENTS

Beaucoup de personnes ont participé, de près ou de loin, à la publication des actes du Colloque régional sur l'érosion des berges. Nous tenons à les en remercier.

Cet ouvrage a demandé un temps et une énergie que peu de gens soupçonnaient à prime abord. Cependant, malgré les contraintes liées à des horaires souvent extrêmement chargés, les conférenciers et les conférencières, qui ont participé au Colloque régional sur l'érosion des berges, ont accepté, avec beaucoup de grâce, de nous fournir les documents nécessaires à la parution des actes du colloque. Nous les remercions particulièrement pour leur précieuse collaboration. Il s'agit de :

- mesdames Barbara Karakiewicz et Danielle Messier;
- messieurs Louis Bélanger, Pierre Bertrand, Jean-Claude Dionne, Jean-Marie M. Dubois, Jean-Yves Goupil, Dick Holmberg, Raymond Larouche, Stéphane Leblanc, Denis Lehoux, François Morneau et Jean-Pierre Savard.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent aussi :

- à monsieur Pascal Bernatchez, étudiant au doctorat au Centre des études nordiques à l'Université Laval et membre du comité organisateur;
- au personnel de l'Imprimerie Hauterive et notamment à l'un de ces propriétaires monsieur Jacques Murray;
- à madame Marline Charbonneau de Déclic Communications;
- à mesdames Véronique Gilain et Nathalie Perreault qui ont joué le rôle d'interprète auprès de l'un de nos conférenciers.

Dépôt légal 1999 Bibliothèque nationale du Québec Bibliothèque nationale du Canada ISBN 2-9806218-1-1