



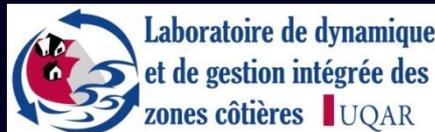
Les aléas côtiers dans l'est du Québec et les impacts des changements climatiques

Pascal Bernatchez
Guillaume Marie

Ursule Boyer-Villemaire
Susan Drejza

Rimouski, 2 février 2012

Consultation dans le cadre de l'élaboration du prochain
Plan d'action sur les changements climatiques

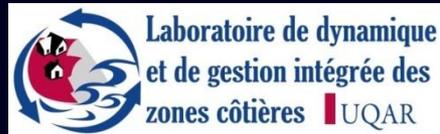


UQAR

CHAIRE DE RECHERCHE
EN GÉOSCIENCE CÔTIÈRE

Qui sommes nous ?

LDGIZC
Créé en 2003



- 15 professionnels
- 7 étudiants gradués
- Une dizaine d'employés estivaux



Créée en 2008
Initiative interministérielle

CHAIRE DE RECHERCHE
EN GÉOSCIENCE CÔTIÈRE

Chercheur principal
Pascal Bernatchez, Ph. D.



Chercheur
Guillaume Marie, Ph. D.



Aléa côtier

= phénomène naturel ayant un impact sur son milieu



Sainte-Flavie, 2010



Maria, 2005



Érosion côtière :

Phénomène d'ajustement qui entraîne un recul de la côte par des processus marins, terrestres ou aériens.



Submersion :

Inondation de terrains côtiers par le niveau de la mer ou par le déferlement des vagues.

Les problématiques / enjeux

- Infrastructures nationales de transport
- Routes municipales
- Infrastructures portuaires
- Cadre bâti et sécurité des personnes
- Qualité de vie des communautés côtières
- Activités économiques
- Culture et patrimoine
- Perte ou modification des habitats côtiers



Sainte-Luce, 2005



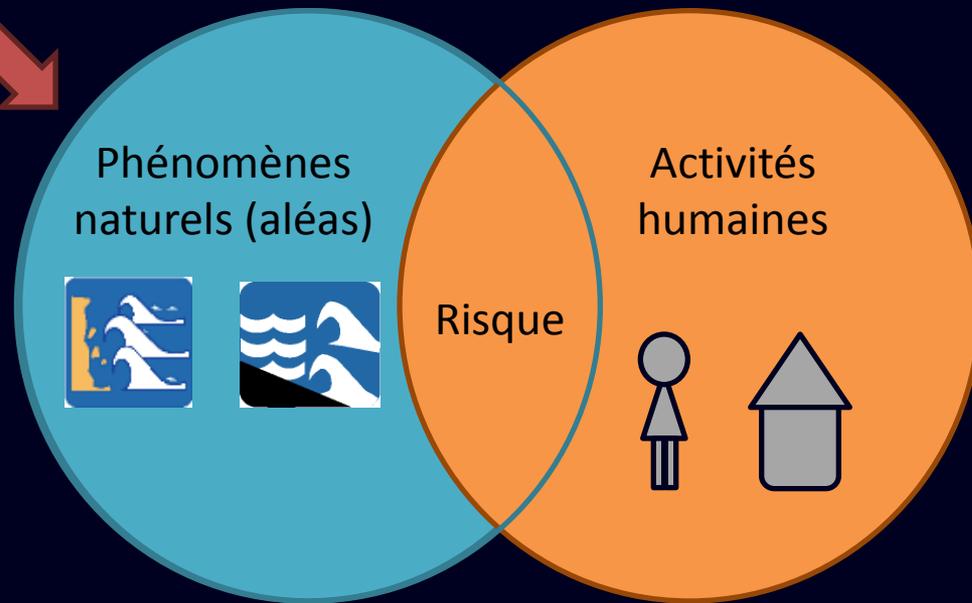
Rimouski, 2010



Île-Verte

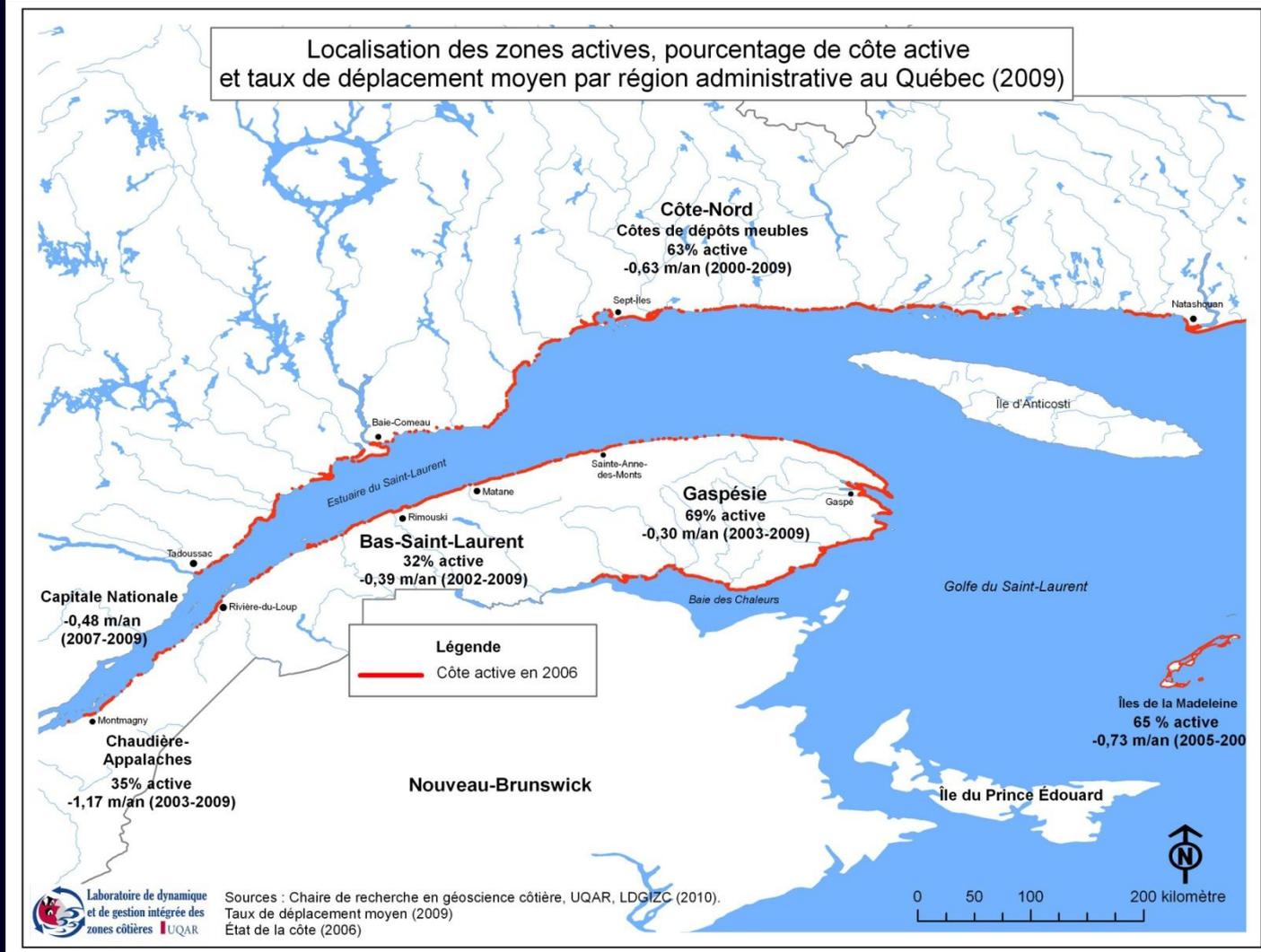
Un environnement en changement constant

Changements climatiques



Comment varient les aléas côtiers ?

Zone d'étude



Modification des paramètres climatiques

(1) Augmentation des cycles de gel-dégel

(2) Diminution/Absence de glace de mer

(3) Variabilité des tempêtes

(4) Hausse du niveau de la mer

Falaises meubles et rocheuses

Érosion



Côtes basses

Érosion



Submersion



(1) Augmentation des cycles de gel-dégel

- Via : augmentation des redoux hivernaux

Impacts principaux : Falaises meubles et rocheuses



Côte-Nord



Falaises de Rivière-Saint-Jean
recul d'un hiver chaud (2006-2007) : 3,1 m
recul d'un hiver froid (2007-2008) : 1,2 m

(2) Baisse couverture glacielle

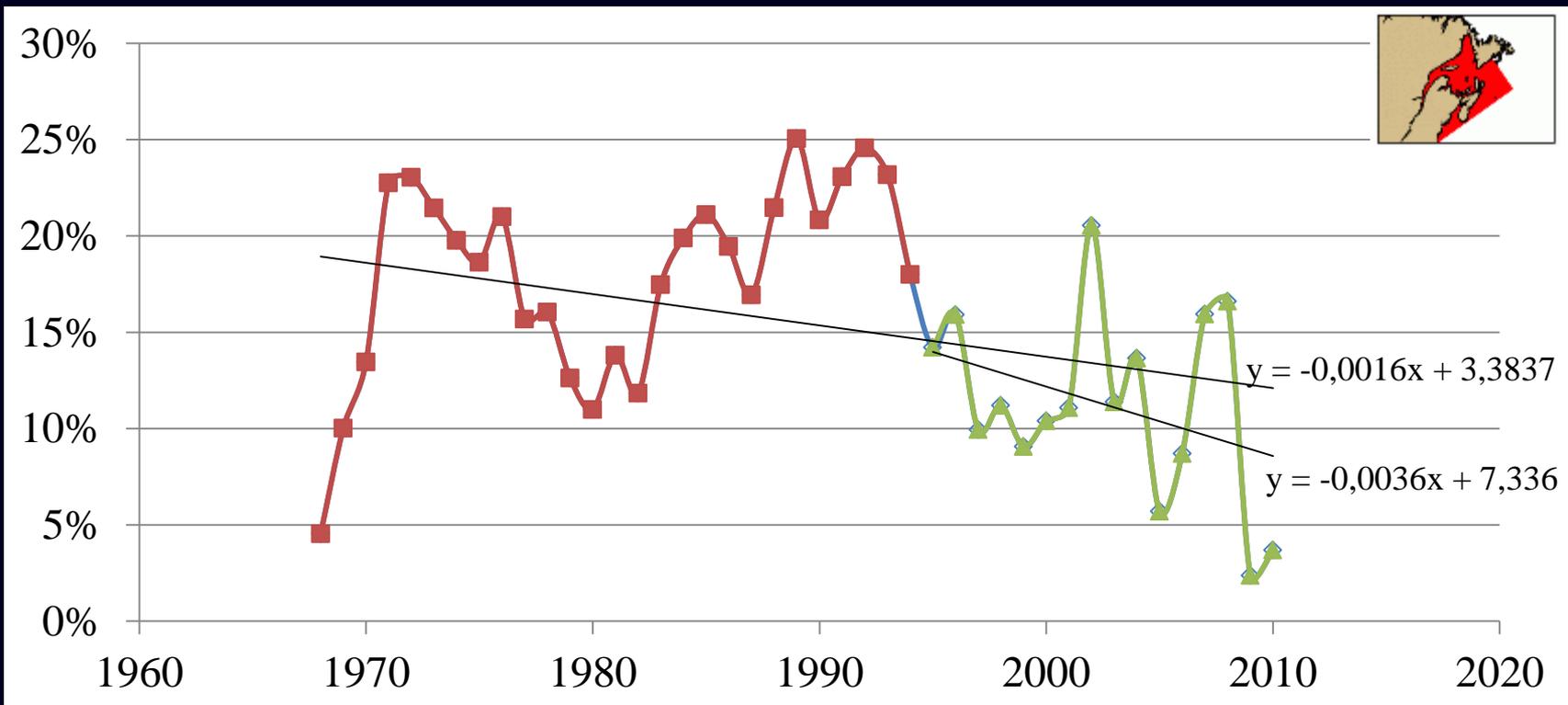
- Via : adoucissement des hivers

Impacts principaux : Côtes à falaise et côtes basses

Érosion



% couverture de glace sur l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent



(2) Baisse couverture glacielle

- Via : adoucissement des hivers

Impacts principaux : Côtes à falaise et côtes basses

Érosion



Projections selon Senneville et Saucier (2008):

- Couverture de glace entre -45 et -70 % d'ici 2050
- Disparition d'ici 2100



Impacts :

Exemple des Îles-de-la-Madeleine

- Durant les hivers libres de glace (1977-1983): réduction de la largeur des plages

(3) Variabilité des tempêtes

- Incertitude quant à la tendance future du nombre de tempêtes
- Mais via la réduction des glaces de mer et de glace côtière
→ hausse du nombre de tempêtes effectives

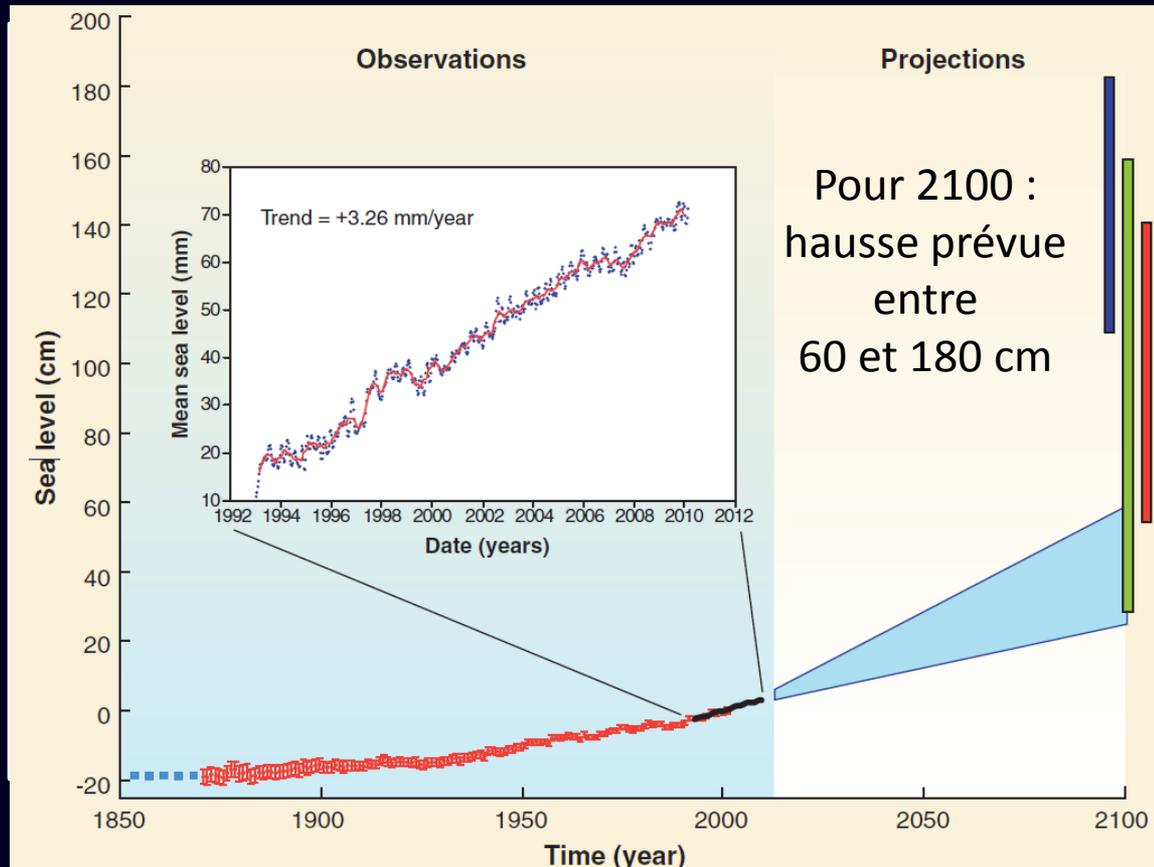


Impacts principaux : Côtes basses

Dates	Direction du vent	Côte Nord	Baie des Chaleurs	Îles-de-la-Madeleine	Rive sud du St-Laurent
5 décembre 1968	E/SO	X		X	X
26 octobre 1980	E/S	X	X		
7-8 décembre 1983	E	X	X		X
10 décembre 1995	S/SO	X	X		
28-29 octobre 2000	NE	X	X	X	X
18 novembre 2002	NE/N		X	X	
15-16 octobre 2005	E/NE	X	X	X	X
6 décembre 2010	NE/SE		X		X

4 tempêtes sur 8 ayant provoqué un impact simultané sur plusieurs régions sont survenues depuis 2000

(4) Hausse du niveau de la mer



Nicholls et Cazenave, 2010

20^{ème} siècle : 1 à 2 mm/an

Dernière décennie : 3 à 3,5 mm/an

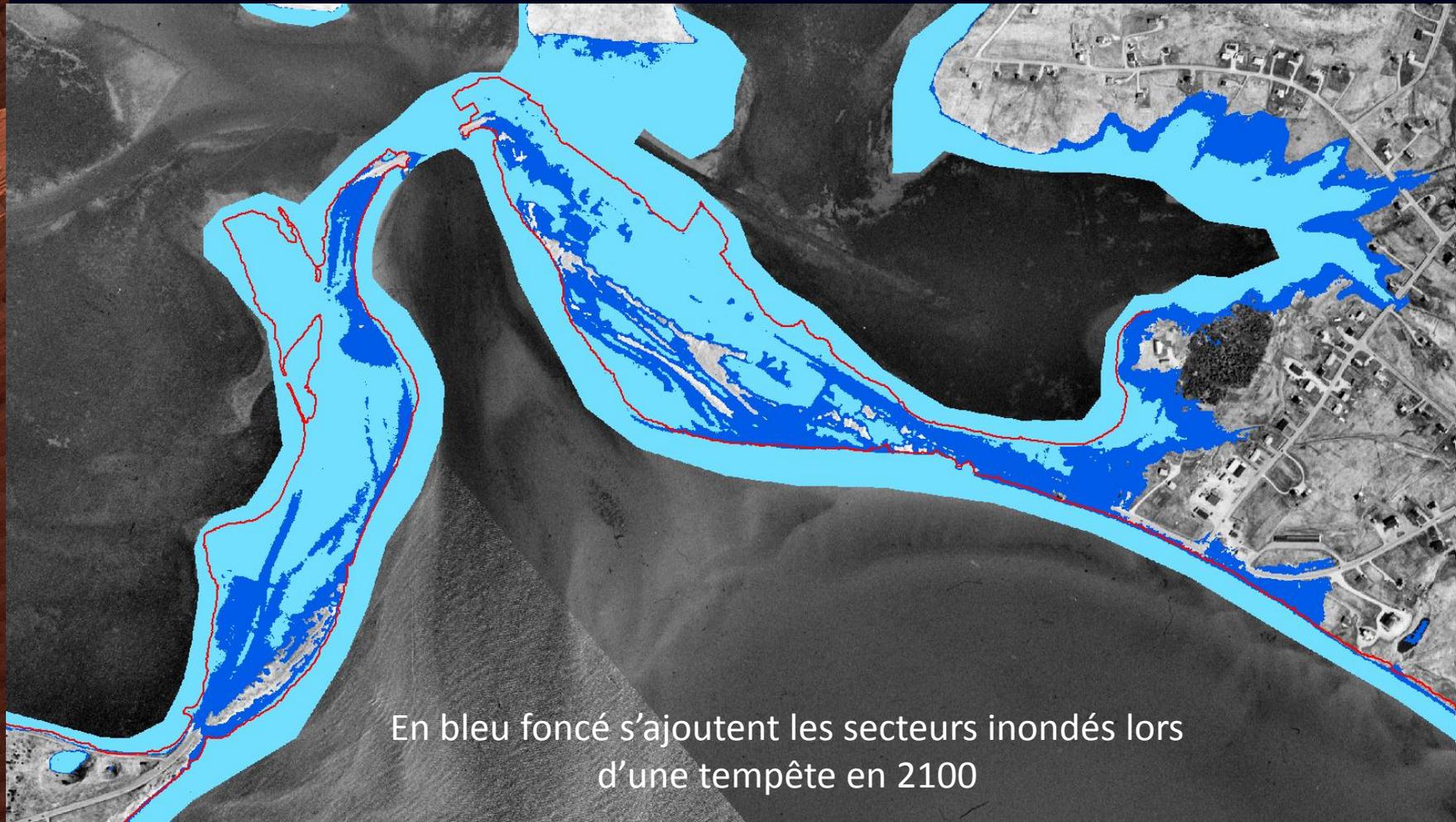
Prévisions pour 2100 : 6 à 18 mm/an → soit 0,6 à 1,8 m

Projections du GIEC
ont sous-estimé la
hausse réelle

(4) Hausse du niveau de la mer

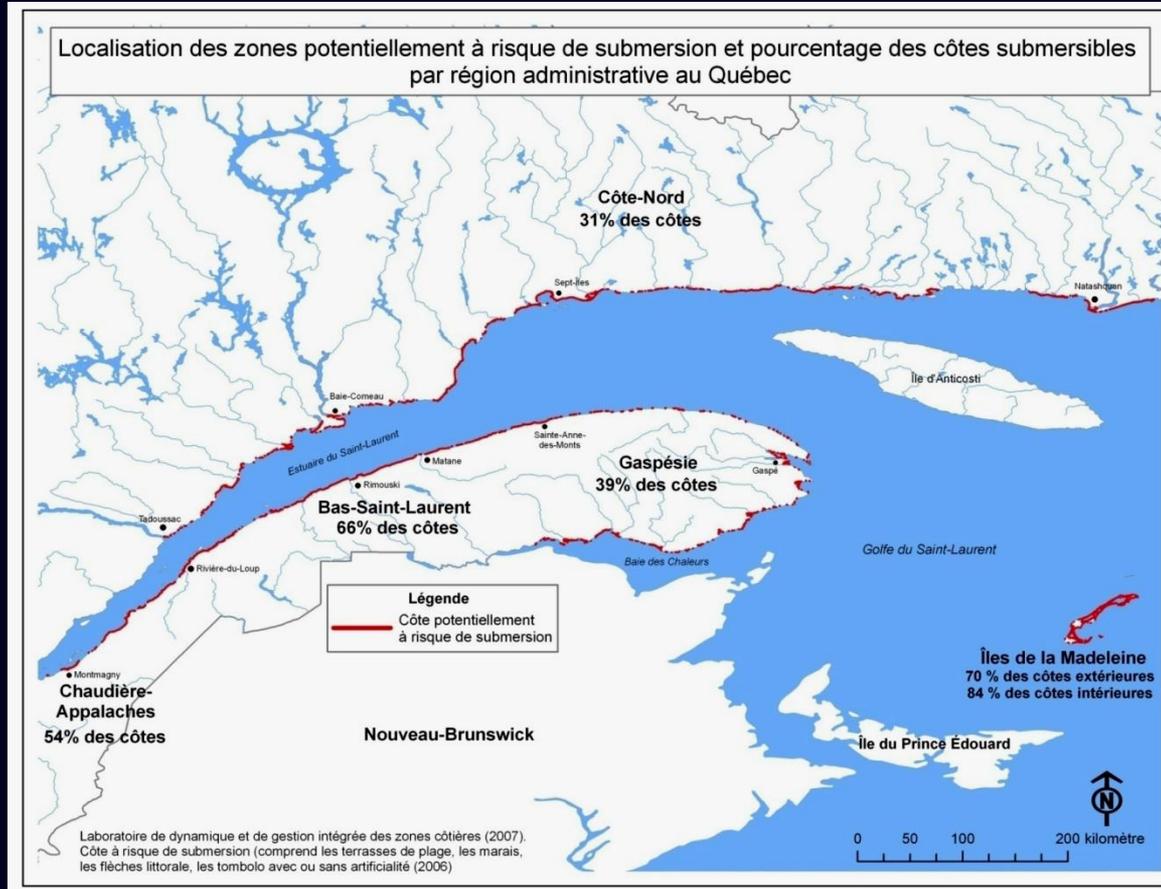
Impacts principaux : côtes basses

Submersion



En bleu foncé s'ajoutent les secteurs inondés lors d'une tempête en 2100

(4) Hausse du niveau de la mer



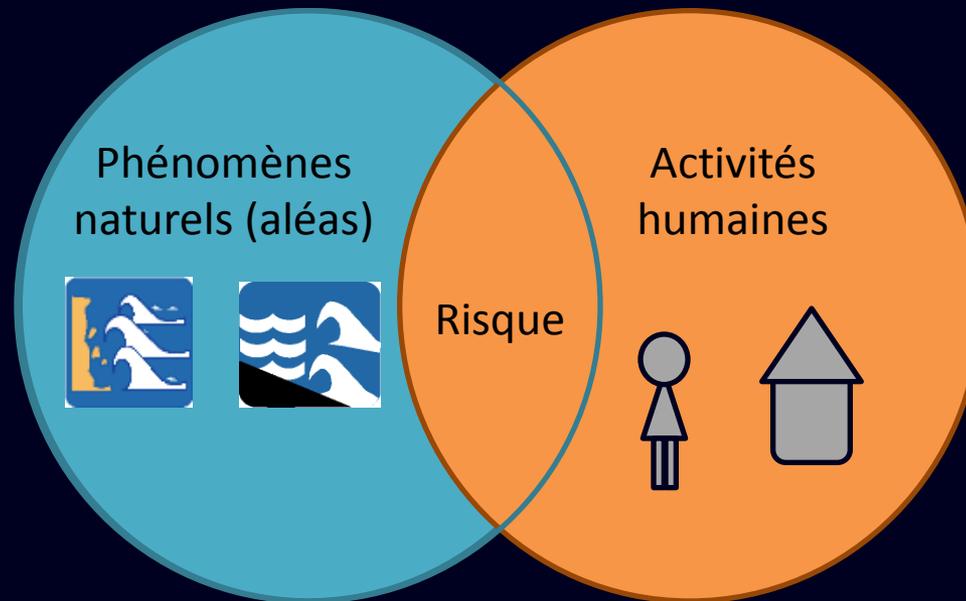
- 1 400 km de côtes sont concernées
- Les conséquences sont différentes selon les régions (entre 1/3 et 2/3 des côtes)

- 43 % du littoral du Québec maritime est constitué de côtes basses potentiellement à risque de submersion

Actuellement aucune analyse globale de la submersion n'a été faite au Québec

Enjeux et stratégies d'adaptation

Changements
climatiques



Comment s'adapter ?

Solution techniques

Généralement :

- Murs
- Enrochements



Maria, 13 septembre 2010

Impact de ces structures sur le milieu côtier

- Amaigrissement des plages au pied des structures

Diminution :

- en largeur
- en hauteur
- en volume



Réduction des plages devant les structures :

- 84 % à Sept-Îles
- 40 % à Maria
- 71 % à Percé et aux Îles-de-la-Madeleine

- Diminution de la résilience naturelle
- Augmentation de la **submersion**



Solutions souvent mal adaptées aux contextes locaux

Sainte-Flavie : 50,1 % des ouvrages de protection ont été très endommagés ou complètement endommagés par la tempête du 6 décembre 2010

15 septembre 2010



09 décembre 2010



Stratégies d'adaptation selon le contexte local

Nécessité de faire des choix cohérents avec les environnements côtiers, les aléas concernés et les modifications appréhendées

Autres solutions techniques possibles :

- Recharge en sable
- Végétalisation
- Immunisation

Aménagement du territoire :

- Prévention
- Retrait stratégique
- Zonage (marge de sécurité)
- Normes de construction
- Plan de gestion intégrée

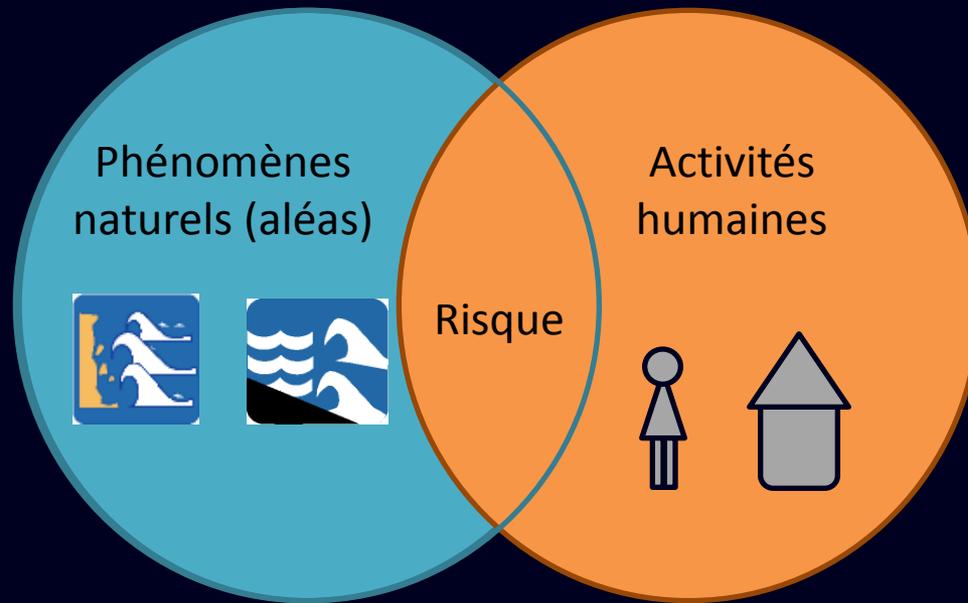
Autres mesures essentielles :

- Sensibilisation
- Échange bidirectionnel de connaissances avec les gestionnaires
- Suivi de la côte
- Suivi des solutions mises en place

Les structures rigides peuvent être justifiées selon l'importance des enjeux, le type de côte et les aléas concernés

Laboratoire et Chaire de recherche

Changements
climatiques



- Acquisition de connaissances
- Production d'outils d'aide à la décision

Réseau de suivi de la côte mis en place par le LDGIZC et la Chaire

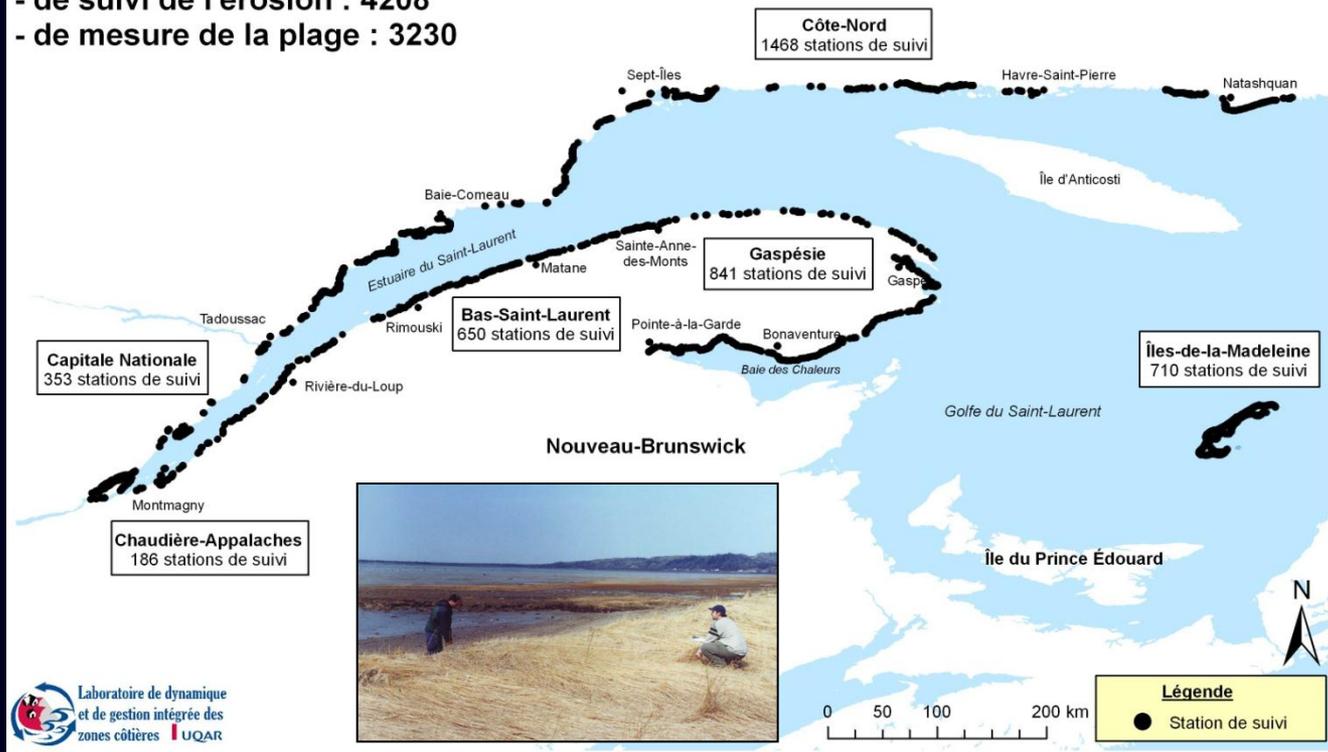
Longueur de côte à l'étude : **3 570 km**

Localisation des stations de suivi par région administrative (2010)

Nombre de stations effectives en 2010

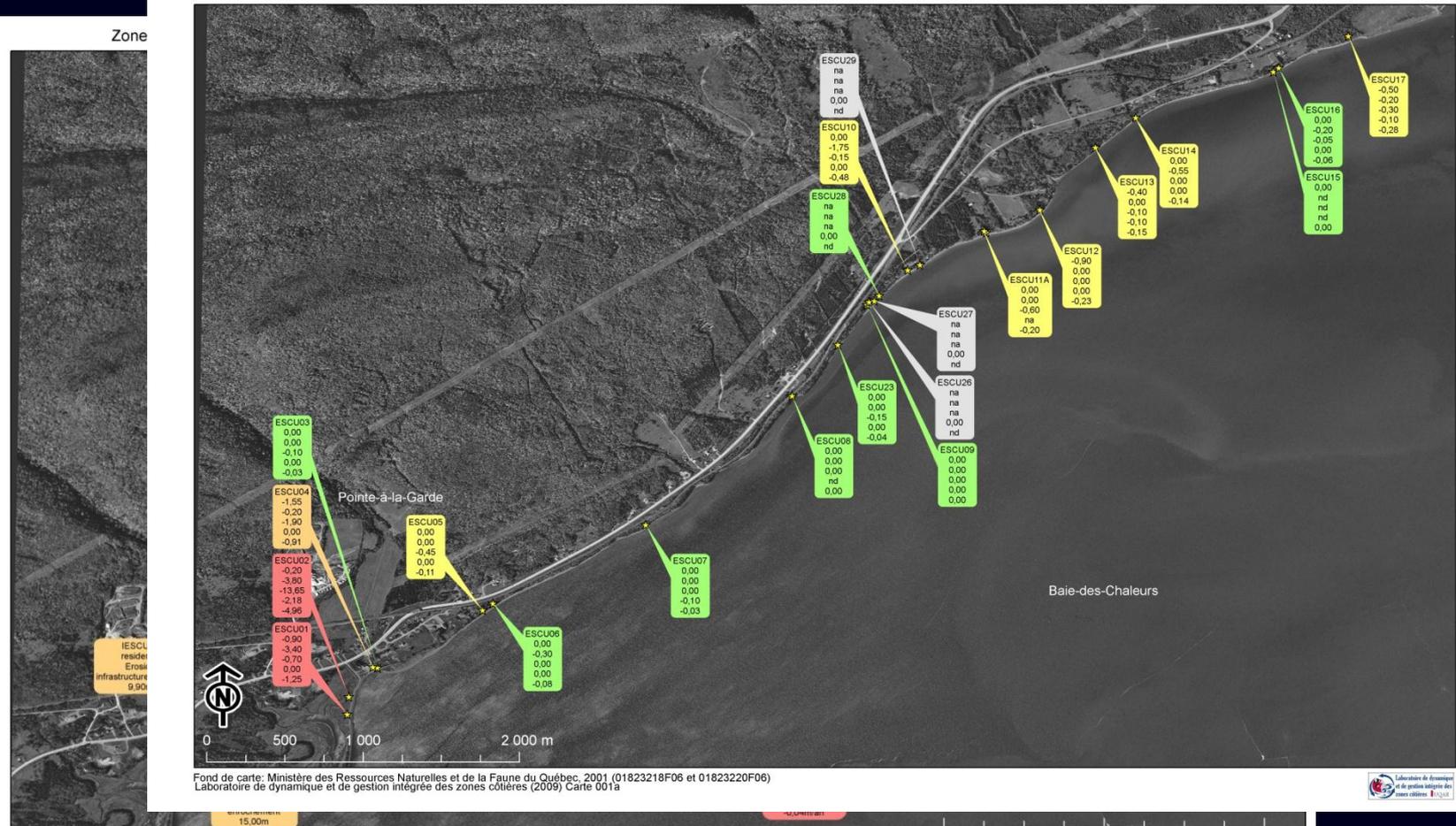
- de suivi de l'érosion : 4208

- de mesure de la plage : 3230



- 8 063 infrastructures côtières suivies pour leur vulnérabilité aux aléas côtiers
- 4208 stations de mesures de l'érosion
- 734 feuillets cartographiques à l'échelle du 1 : 20 000
- 76 000 images géoréférencées

Historique de l'évolution côtière 2005-2009, secteur de Pointe-à-la-Garde, municipalité d'Escuminac (MRC d'Avignon)



➤ Développement d'outils technologiques

- Relevés laser aériens (SAIGA-3D)
- Relevés laser terrestres (SMLT)
- Vidéographie et photographies obliques héliportées
- Tiges thermiques autonomes
- Caméras de surveillances (38)
- Imagerie aérienne couleur haute résolution
- Stations de suivi du climat côtier



Septembre 2010



9 décembre 2010

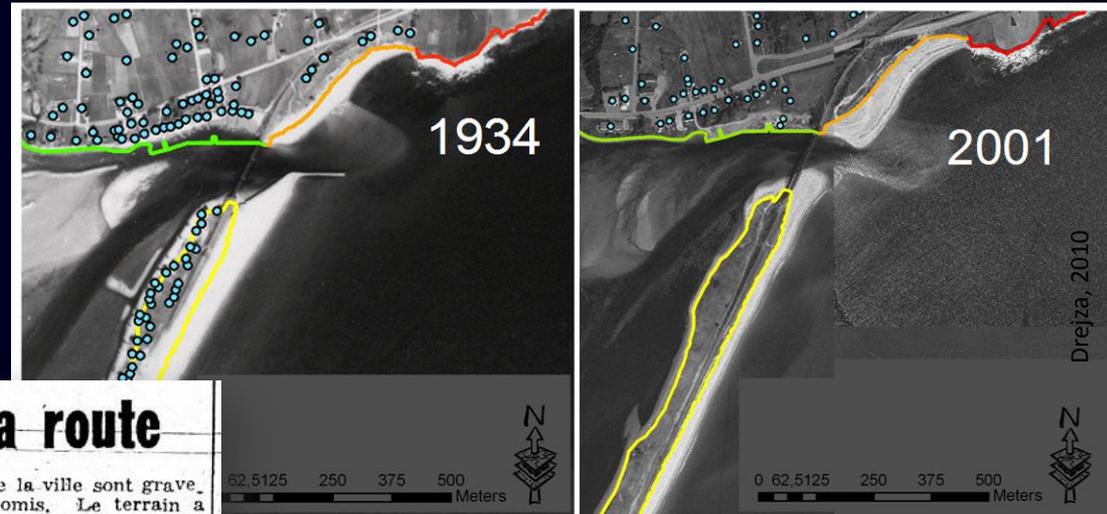


Août 2011

➤ Analyse de l'évolution historique de la côte et de l'occupation du territoire

➤ Formation de personnel hautement qualifié

➤ Archives



La mer envahit la route

Des vagues géantes dans la nuit de samedi à dimanche ont envahi la route nationale à certains endroits à Matane-sur-mer. Des blocs de glace et des morceaux de bois se sont même déposés sur le bord du chemin rendant la circulation difficile pendant un certain temps. L'eau a monté particulièrement dans la Grande-Anse aux environs de la route qu'on appelle Athanase. Plus près de la ville, en plus de la falaise qui a subi des assauts habituels, les bâtiments appartenant à M. Samuel Lafontaine à

l'extrémité de la ville sont gravement compromis. Le terrain a même commencé à se ronger sous les hangars. Le quai qui protège la maison et les bâtiments de M. Lafontaine est sérieusement endommagé, surtout du côté ouest où la mer se rapproche de plus en plus de la route.

Il deviendra bientôt urgent de prendre des mesures pour protéger ces propriétés riveraines et la route qui perd de plus en plus sa marge de sécurité.

➤ Travail avec les communautés

- Réunions d'informations
- Transfert de connaissance
- Entrevues et cartographie interactive avec les citoyens
- Intégration des savoirs locaux



➤ Expertise lors d'évènements climatiques ayant un impact sur la côte

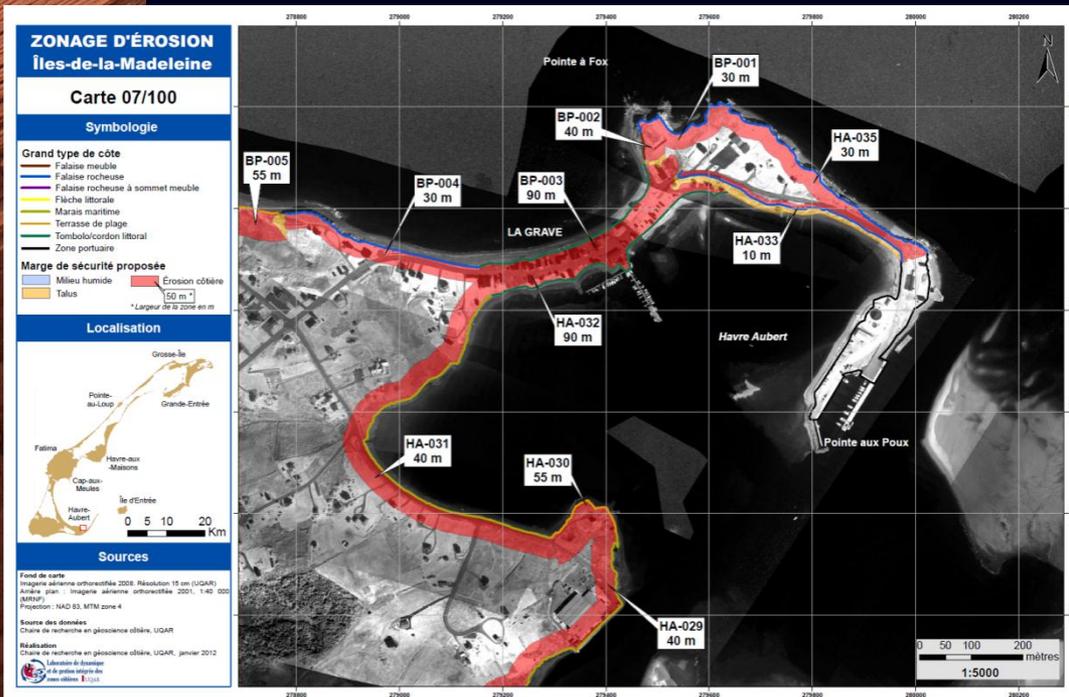
Exemple du 6 décembre 2010

- Suivi et cartographie de la submersion pendant et après l'événement
- Mesure de l'érosion provoquée par la tempête
- État de la côte
- État des ouvrages de protection
- Caractérisation climatique de la tempête
- Avis géomorphologiques
- Spatialisation et suivi des demande d'avis
- ...



➤ Outils d'aide à la décision

- Participation au cadre de prévention des principaux risques naturels
- Avis géomorphologiques
- Services conseils
- Cartographie de zones d'érosion futures
- Cotes de submersions (localement)
- Production de données scientifiques de base, pour les analyses de solutions (par des firmes privées)



AVIS GEOMORPHOLOGIQUE

pour PARTICULIER

	FICHE	C 028
	DATE DE LA DEMANDE	2010/12/19

DEMANDEUR	Ministère de la Sécurité publique	<input type="checkbox"/> INFRASTRUCTURE PUBLIQUE
ADRESSE	310 route 132 Est	<input type="checkbox"/> INFRASTRUCTURE MUNICIPALE
MUNICIPALITÉ	Sainte-Luce	<input type="checkbox"/> COMMERCE
		<input type="checkbox"/> RÉSIDENCE PRINCIPALE
		<input type="checkbox"/> RÉSIDENCE SECONDAIRE
		<input type="checkbox"/> Autre...

LOCALITÉ / DISTRICT : _____

Région : BAS-SAINT-LAURENT MRC : MITIS

HISTORIQUE

2004 : Début d'un suivi d'érosion dans la municipalité par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC) de l'UQAR

2007 : Début d'un suivi de cette résidence dans une zone à risque d'érosion et de submersion (ZILUC17) par le LDGIZC de l'UQAR

Septembre 2010 : Relevés photographiques héliportés réalisés pour les régions du Québec maritime dont celle du Bas-Saint-Laurent.

6 décembre 2010 : Tempête majeure dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, dont cette municipalité.

9 décembre 2010 : Relevés photographiques héliportés réalisés entre Rimouski et Cap-Chat.

10 décembre 2010 : Relevés des niveaux maximum atteints par les débris de tempête par le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ). L'altitude a été déduite par superposition des points GPS aux données d'altitude des relevés Lidar faits à l'été 2009.

18 décembre 2010 : Visite du site par les conseillers du ministère de la Sécurité publique.

Photo (5)

Relevés héliportés en septembre 2010 (avant la tempête)

APRÈS la TEMPÊTE (9 décembre 2010)

Dommages au revêtement

Encoches d'érosion

Enrochement mis en place car muret totalement détruit

Préparé par : Susan Drejza, Géographe M.Sc. (Signature)

Validé : Jean-Marie M. Dubois, Géomorphologue, Ph.D. (Signature)

date de mise à jour : 2011-04-27

Projets en cours qui se poursuivent

- Mise à jour des cartographies
- Collecte de données du réseau de suivi (les séries de données ont plus de valeur scientifique si elles sont longues)

Développements à venir

- Mise en ligne du réseau d'observateurs panquébécois
- Développement de nouveaux outils technologiques de suivi des côtes
- Analyse de la submersion : acquisition de connaissance, cartographie, outils d'aide à la décision

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières

Nous joindre

Accueil Programmation scientifique Chaire de recherche Équipements et infrastructures **Réseau d'observateurs** Ressources Publications

Réseau d'observateurs sur le milieu côtier
Aléas - changements environnementaux - patrimoine - paysage

Le système de connexion au réseau d'observateurs sera disponible sous peu.

Objectifs du réseau d'observateurs

Partenaires

Ministères et organismes provinciaux :



Ministères et organismes fédéraux :

- Parcs Canada
- Affaires autochtones et Développement du Nord Canada
- Pêches et Océans Canada

Collaboration avec les communautés :

- Communautés Innus de la Côte-Nord du Québec
- Comités ZIP
- Municipalités et MRC



Conclusion

- La zone côtière est déjà affectée par des modifications
- Besoin d'un suivi continu de ces modifications
- Dans le futur les enjeux principaux vont être liés à l'aléa de submersion
- Besoin de stratégies d'adaptation adéquates selon le contexte : intégrant à la fois des solutions techniques, une vision durable de l'aménagement du territoire et des mesures de soutien aux communautés
- Besoin d'échanges des connaissances entre l'ensemble des acteurs de la zone côtière pour réduire la vulnérabilité.



Adaptation aux changements climatiques, pistes de réflexion

- Prendre en compte le fait que l'environnement est **dynamique**
- **Monitoring** de l'environnement pour une meilleure connaissance de ces changements
- **Gestion itérative** pour prendre en compte régulièrement les changements de l'environnement et les choix de société
- **Vision préventive** de la future occupation du sol pour prévenir ou atténuer les impacts des risques naturels
- Mesures d'adaptation pour le cadre **bâti** déjà en place et pour le maintien de la **qualité de vie** de la population
- Approche **multidisciplinaire** et protocoles d'échange de données
- Gestion par unité « naturelle » (ex : bassin versant, unité hydrosédimentaire)
- Favoriser la **résilience écosystémique**
- Stimuler l'**autonomie locale** en terme de gestion de son territoire



Remerciements

À l'ensemble des étudiants et des professionnels de recherche du
Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières
et de la Chaire de recherche en Géoscience Côtière

Et à l'ensemble des partenaires scientifiques et financiers

Questions ?