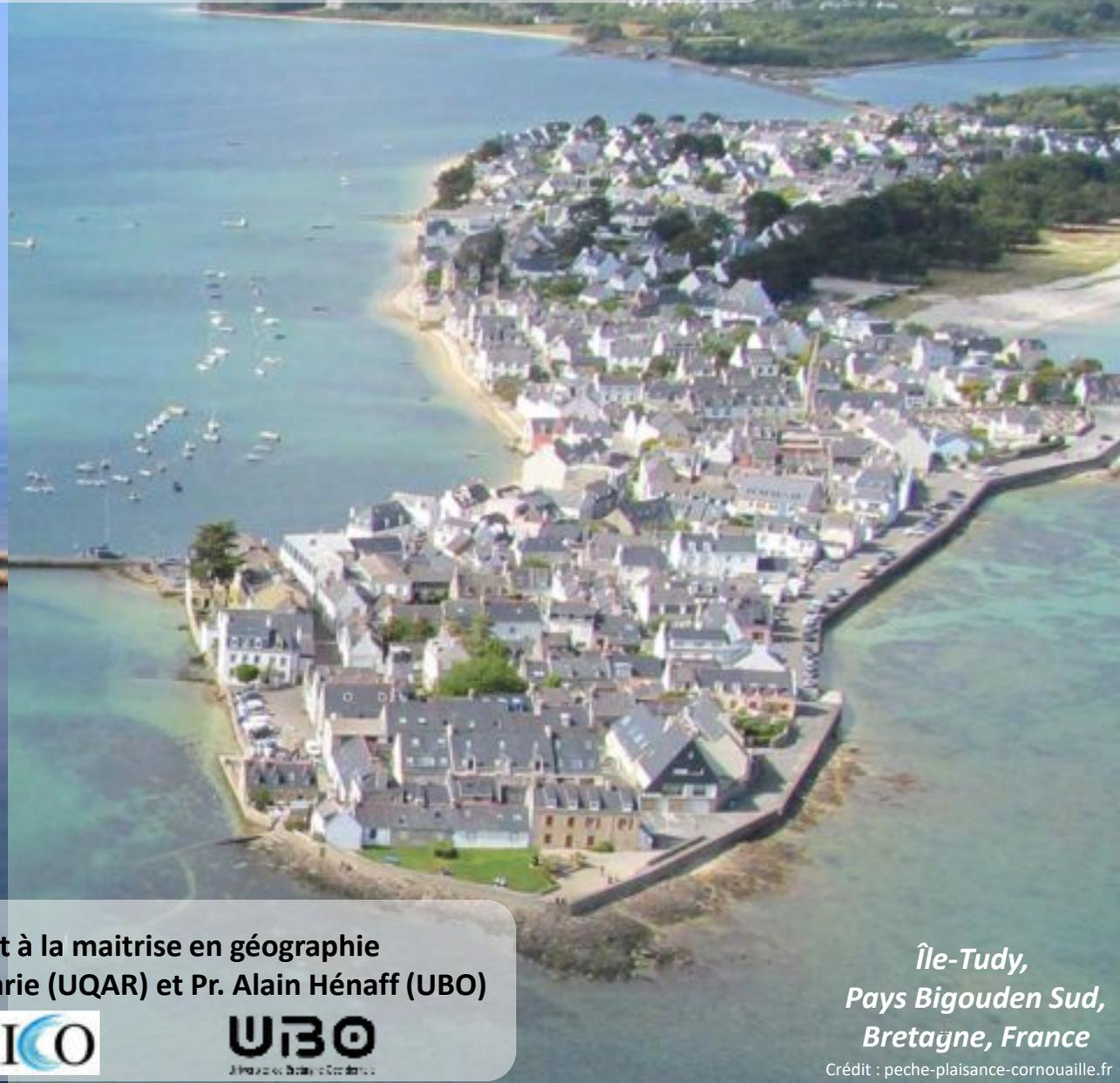
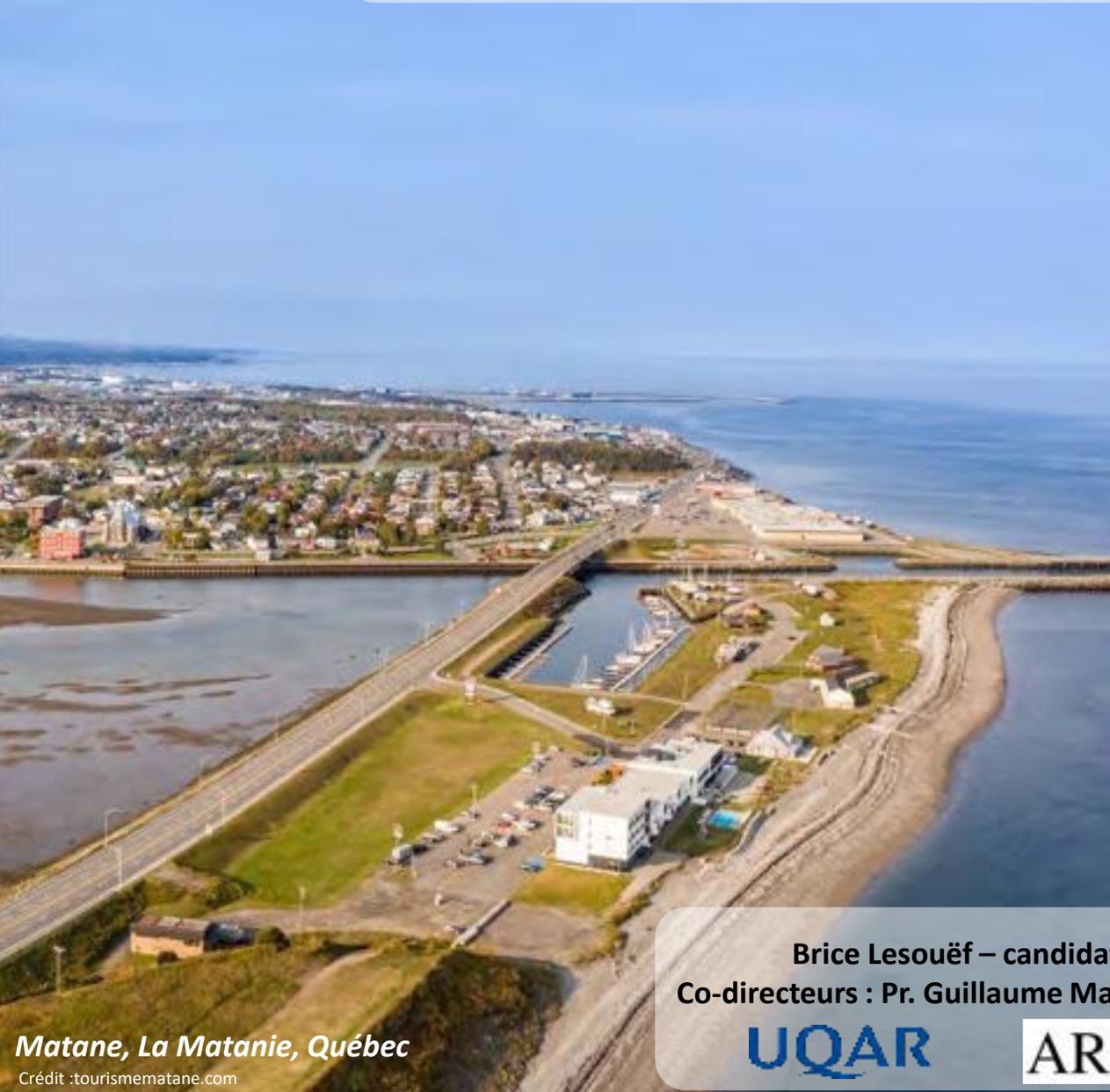


Vers l'amélioration d'indices de vulnérabilité systémique aux risques côtiers pour les acteurs du territoire : une approche croisée et collaborative franco-québécoise
Colloque Regards croisés sur l'adaptation aux risques naturels côtiers – 16 mai 2024



Brice Lesouëf – candidat à la maîtrise en géographie
Co-directeurs : Pr. Guillaume Marie (UQAR) et Pr. Alain Hénaff (UBO)

UQAR

ARICO

UBO

Matane, La Matanie, Québec

Crédit : tourismematane.com

**Île-Tudy,
Pays Bigouden Sud,
Bretagne, France**

Crédit : peche-plaisance-cornouaille.fr

Introduction

« La vulnérabilité est l'état de **sensibilité** à être **impacté** négativement via l'**exposition** à des **stressés***, associés à des changements environnementaux et sociaux et en l'absence de **capacités d'adaptations** » [traduction libre]

*stressés ≈ aléas

Adger, 2006

- Grande variété de définitions selon les disciplines
- « Variable diffuse » : un phénomène ne pouvant être directement perçu
- Relatif à un espace, temps et contexte donnés



Route littorale endommagée lors de la tempête du 6 décembre 2010;
MRC Rimouski-Neigette, Québec
Crédits : LDGIZC



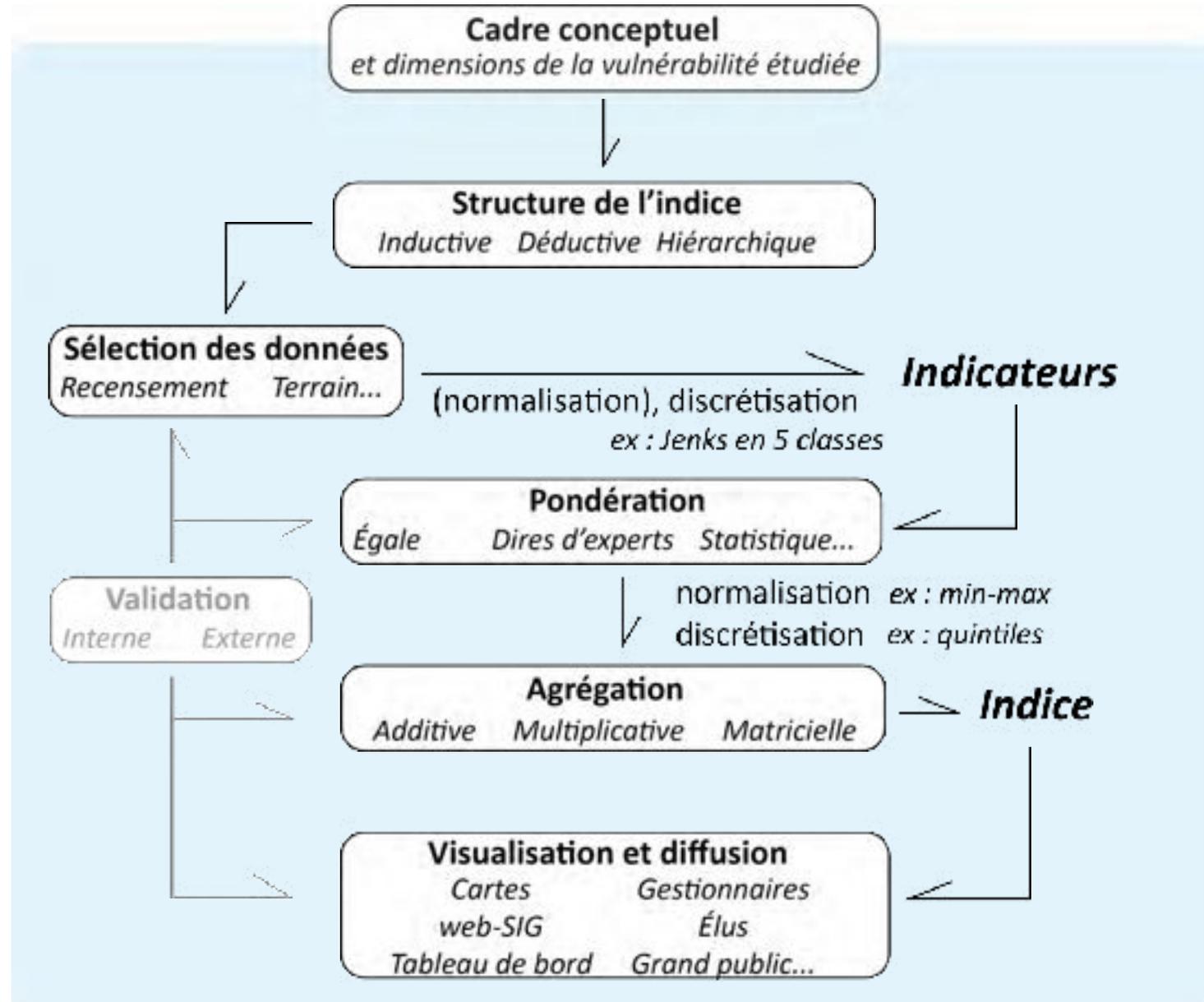
Tempête Xynthia, nuit du 27 au 28 février 2010 : 47 morts, 29 dans la commune de La-Faute-sur-Mer, Vendée, France
Crédits : Ouest-France

Introduction

Indicateur : variable assignée comme représentation opérationnelle (ou proxy) d'une caractéristique d'un système, soit une des composantes de la vulnérabilité étudiée. (d'après Birkmann, 2013)

- indicateur simple : un type de données
- indicateur complexe : agrégation de données différentes ≈ sous-indice

Indice : agrégation d'indicateurs donnant une représentation synthétique d'un (géo) système



Inspiré de Tate (2012)



OSIRISC

58 indicateurs

Sites et matériel

Enjeux

n= 22

| | |
|------------------------------|--|
| Humain | <ul style="list-style-type: none"> Nombre d'habitants Localisation du bâti résidentiel Personnes vulnérables Ménages à bas revenus Part des résidences secondaires |
| Économiques | <ul style="list-style-type: none"> Nombre d'emplois Emprise au sol du bâti à vocation économique Hébergement touristique Valeur immobilière Diversité économique |
| Structurels | <ul style="list-style-type: none"> Capacité d'accueil des E.R.P. Emprise au sol du bâti résidentiel Industries à risques Densité des routes Protections contre la mer Patrimoine historique et architectural Ports Logements à risques Centres de secours Accessibilités depuis les centres de secours |
| Agricoles et naturels | <ul style="list-style-type: none"> Terres agricoles Patrimoine naturel |

Gestion

n=19

| | |
|-----------------------------------|---|
| Maîtrise de l'urbanisation | <ul style="list-style-type: none"> Contraintes de constructibilité en zone d'aléas État général du PPRL |
| Stratégie locale | <ul style="list-style-type: none"> Mise en place de la compétence GEMAPI État des ouvrages GEMAPI Capacités humaines sur les risques côtiers Démarche locale de gestion des risques Acteurs partenaires de la démarche locale Intégration extraterritoriale Mise en oeuvre du PAPI Prise en compte de la relocalisation |
| Gestion de crise | <ul style="list-style-type: none"> Moyen d'alerte Intégration du SDIS dans le PCS Mise à jour du PCS |
| Sensibilisation | <ul style="list-style-type: none"> Sensibilisation dans les établissements scolaires Présence d'associations sur les risques côtiers Repère d'inondations et de recul du trait de côte Mode de diffusion du DICRIM Analyse pédagogique du DICRIM |
| Connaissances | <ul style="list-style-type: none"> Publications scientifiques |

Aléas

n=2

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Érosion | Distance érodée |
| Submersion | Hauteur potentielle de submersion |

Représentations

n = 15

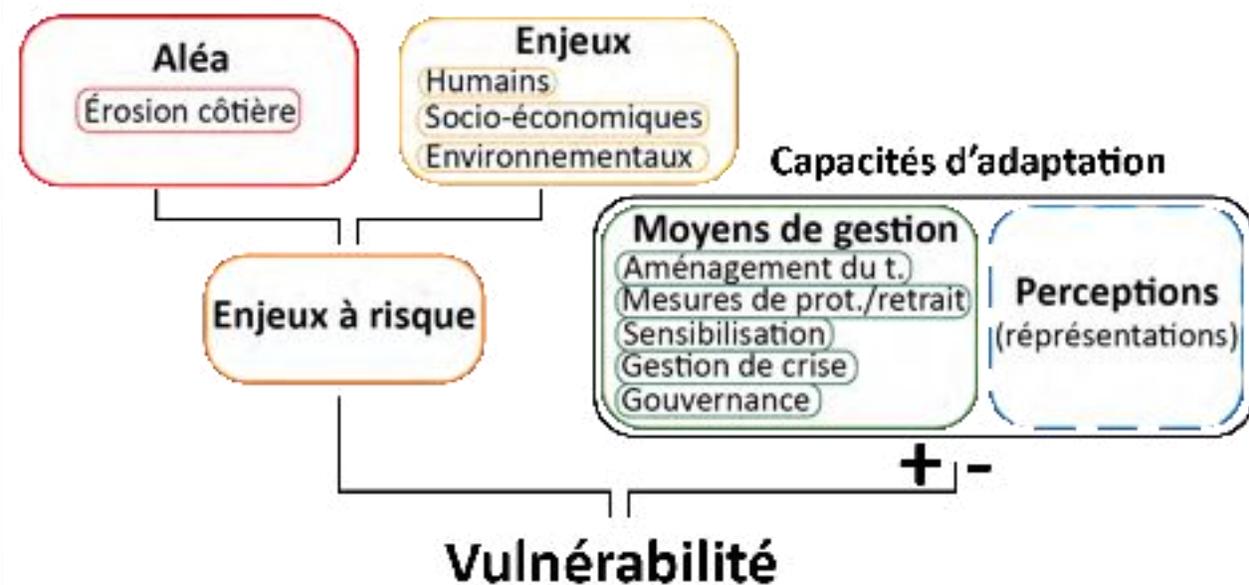
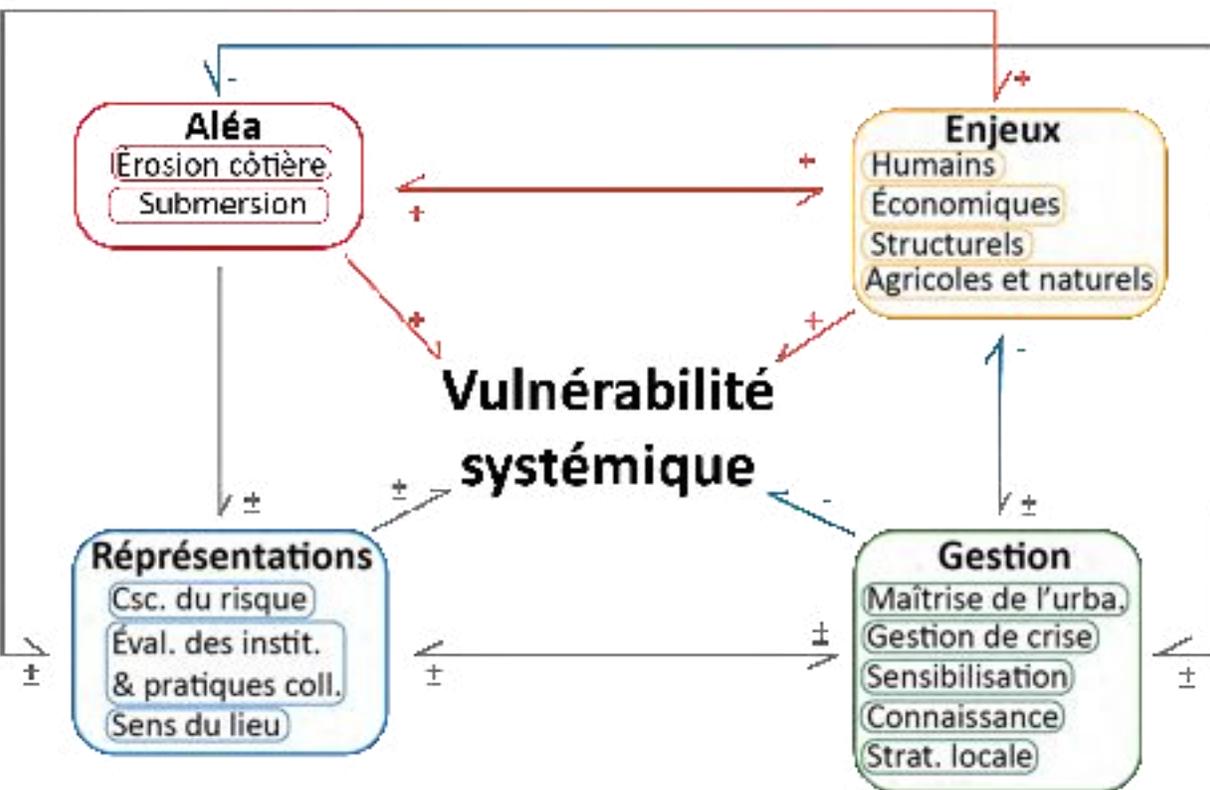
| | |
|---|--|
| Conscience du risque | <ul style="list-style-type: none"> Expérience personnelle du risque Expérience indirecte des risques côtiers locaux Recherche d'informations Place des risques d'érosion/submersion parmi les problématiques locales Intérêt porté aux risques d'érosion/submersion Connaissance des programmes locaux de gestion des risques d'érosion/submersion Pratiques individuelles de protection Confiance dans les institutions et acteurs médiateurs |
| Évaluation des institutions et des pratiques collectives | <ul style="list-style-type: none"> Réglementation et recul du bâti Prévention et procédures d'évacuation Confiance dans les institutions nationales et supranationales Confiance dans les institutions locales et régionales Renforcement des ouvrages de protection existants |
| Sens du lieu | <ul style="list-style-type: none"> Attachement au lieu Activités en lien avec la mer |

Enjeux exposés n = 12

| | |
|--------------------------|--|
| Humains | <ul style="list-style-type: none"> Nombre d'habitants exposés Proportion de population vulnérable Niveau d'instruction de la population |
| Socio-économiques | <ul style="list-style-type: none"> Bâtiments abritants des personnes sensibles Usages sociaux et récréotouristiques Enjeux patrimoniaux Enjeux économiques Réseaux d'infrastructures Niveau d'impact de la rupture du service routier Enjeux stratégiques |
| Environmt. | <ul style="list-style-type: none"> Enjeux écosystémiques menacés par l'érosion côtière Risques pour l'environnement causés par les activités humaines |

Capacités d'adaptation n = 10

| <i>Moyens de gestion</i> | |
|--|--|
| Aménagement | <ul style="list-style-type: none"> Niveau de zonage des risques d'érosion côtière Niveau de réglementation liée aux risques naturels |
| Mesures de protection/retrait | <ul style="list-style-type: none"> Mesures de protection structurelles Mesures de protection alternatives Existence de relocalisation |
| Communication & sensibilisation | <ul style="list-style-type: none"> Accès à l'information concernant les risques côtiers |
| Gestion de crise | <ul style="list-style-type: none"> Niveau de préparation à une crise éventuelle |
| Gouvernance | <ul style="list-style-type: none"> Démarche locale de gestion des risques ou de la zone côtière |
| Perceptions | <ul style="list-style-type: none"> Importance accordée aux mesures d'adaptation les plus durables Connaissance de l'érosion côtière |



Sites et matériel



2016-2020
puis observatoire

Vers un ObServatoire Intégré des
Risques Côtiers d'érosion submersion

Érosion et submersion

8 sites pilotes; déploiement progressif
sur la Région Bretagne (France)

Maille de 50m x 50m / 200m x 200m
Commune

Actuel

4 composantes

déductive - hiérarchique

58, simples

Égale

Interne et Externe

(Additive)Matricielle

Web portail SIG : OSI

Grand public

Nom complet

Aléas étudiés

Emprise spatiale

Unité spatiale

Pas de temps

Cadre conceptuel

Structure de l'indice

Nb et type d'indicateurs

Pondération

Validation

Agrégation

Visualisation

Diffusion



2017-2021

Projet Resilience côtière : développement d'outils
d'adaptation à l'érosion côtière pour les
municipalités du Québec maritime

Érosion

8 sites témoins, vocation
pour l'ensemble du Québec maritime

Secteurs de 500m de linéaire
côtier, profondeur = exposition

2020 et 2070

2 (4) composantes

déductive - hiérarchique

22, majoritairement complexes

Dires d'acteurs

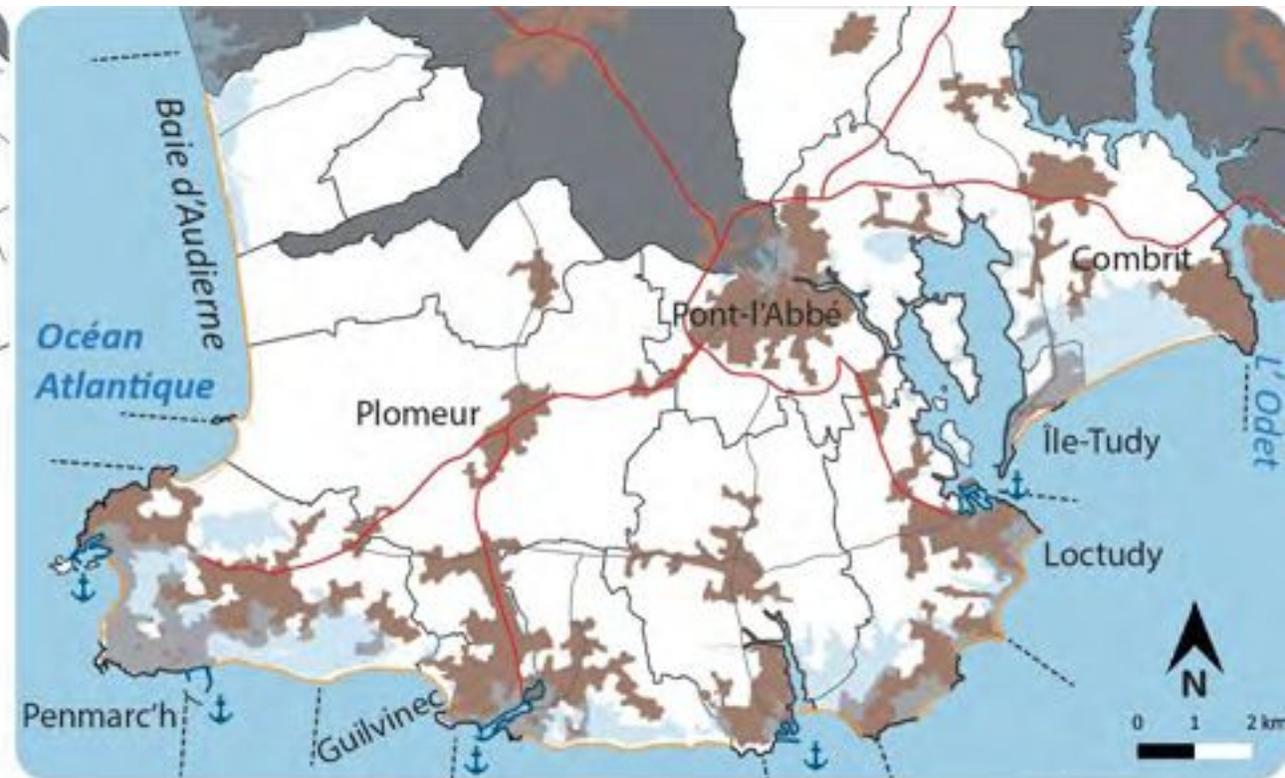
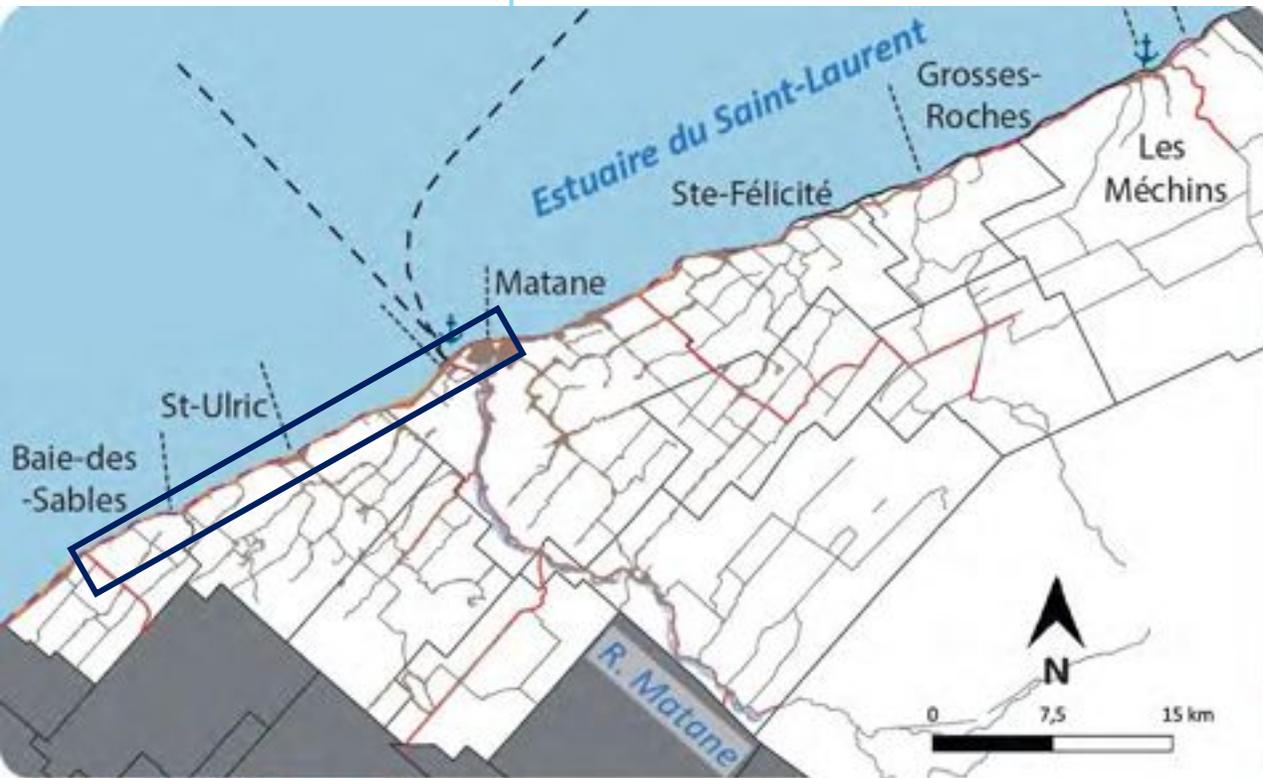
Externe

(Multiplicative)Matricielle

Web portail SIG : SIGEC

Partenaires

Sites et matériel



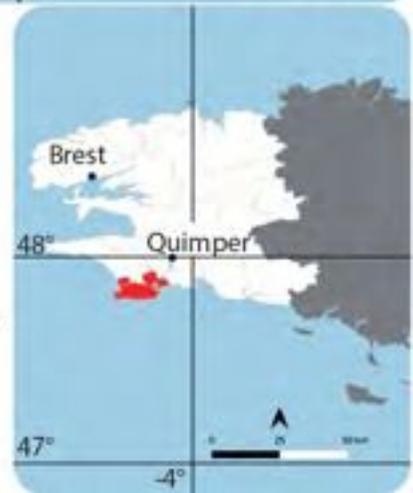
- Côtes d'accumulation limno-sableuse
- Côte d'accumulation adossée à une terrasse de plage
- Falaise meuble (<20m)
- Falaise rocheuse (<20m)

- Côte artificialisée
- Slikke (vasières)
- Cellules hydro-sédimentaire

- Ports
- Tissu urbain
- Zones basses /inondables

- Routes :
- principales
 - secondaires
 - fero-maritime

Sources : LDGI2C (2021), AOréseau+(2021),OURANOS (2018),BDZI (2020), Hénaff & Le Berre (2003) IGN BD TOPO (2021), EROSION/Cerema (2019), Cerema (2011), CORINE Land Cover (2012)
Fonds : data.gouv.fr (?) mern.gouv.qc.ca (2022) Réalisation : B.Lesouéf (2022)



Sites et matériel

Population (2021) :
20 783 dont 89% littorale

Superficie mun. littorales :
976,7 km²

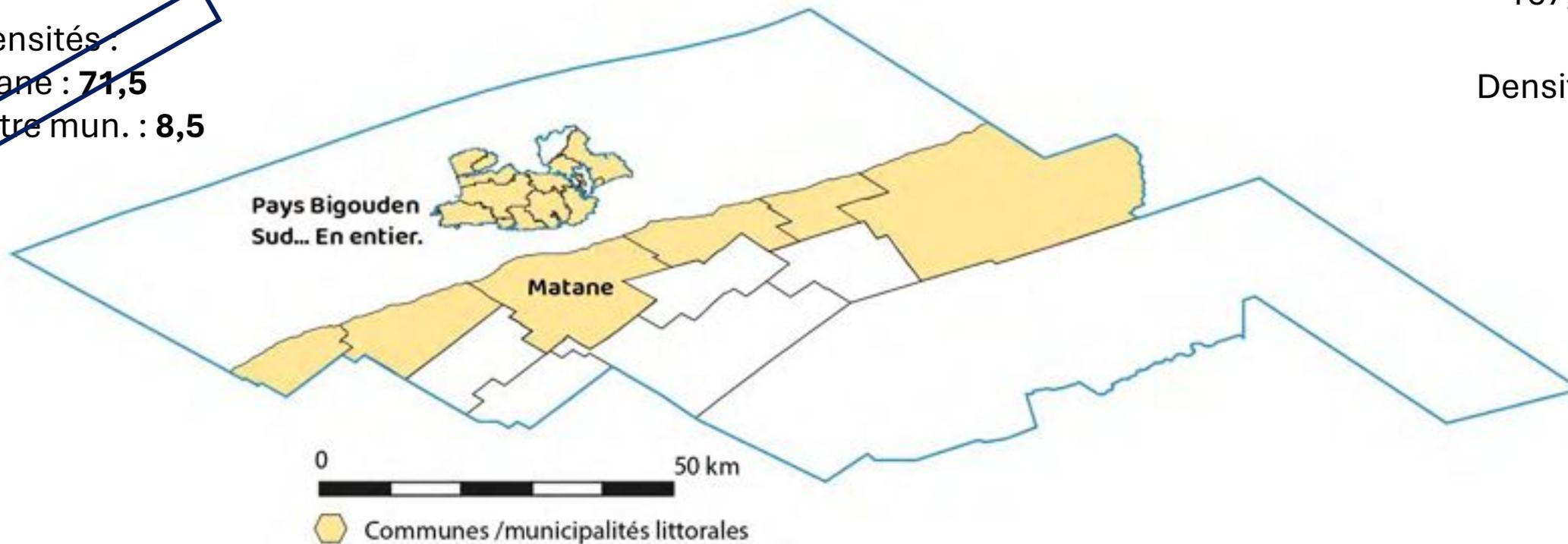
Densités.
Matane : **71,5**
moy. autre mun. : **8,5**

Population (2016) :
37 332

Superficie :
167,1 km²

Densité : **223,4**

Rapport de densité 1 pour 12 !



Méthodes

Étape 1 :
explorer les améliorations pertinentes

Revue de littérature
exploratoire
"Méta-analyse"

*Approche générale
quanti - quali*

un article à paraître !

Entretiens
semi-dirigés

*Approche particulière
qualitative*

Gestionnaires et chercheurs interrogés

Étape 2 :
impliquer les potentiels utilisateurs finaux

Tables de discussion
"world café"



Credits : management.fr

But : faire participer les acteurs locaux
au processus de reconstruction
de l'indice

Étape 3 :
Opérationnaliser les changements

Améliorations
Résilience Côtière

But : Suivre au plus près les
avis des potentiels utilisateurs finaux

- Reprise de la BD initiale dans ArcGIS



Beaucoup (trop) de recalculs !

Résultats et discussions

Capacités d'adaptation n = 10

Moyens de gestion

- A1** Niveau de zonage des risques côtiers
- A2** Niveau de réglementation liée aux risques naturels
- A3** Mesures de protection structurelles
- A4** Mesures de protection alternatives
- A5** Existence de relocalisation
- A6** Accès à l'information concernant les risques côtiers*
- A7** Niveau de préparation à une crise éventuelle
- A8** Démarche locale de gestion des risques ou de la zone côtière
- A9** Importance accordée aux mesures d'adaptation les plus durables*
- A10** Connaissance de l'érosion côtière*

*En attente de substitution

Nouveaux indicateurs

- A6bis** Degré de vulgarisation de l'information locale en lien avec les risques côtiers
- A9bis** Acceptabilité des mesures d'adaptations locales
- A10bis** Concernement face à l'érosion côtière/ submersion marine
- A11** Confiance envers les acteurs mobilisables pour l'adaptation
- A12** Acceptabilité des réglementations en lien avec les risques côtiers

Liste d'améliorations Résilience côtière

- Ajout de l'aléa submersion
- **Enjeux** : 1 indicateur changé, 1 indicateur ajouté
- **Adaptation** : inchangée pour l'instant, mais protocole d'enquête pour :
 - remplacer 3 indicateurs
 - ajouter 2 indicateurs
- Nouvelle pondération issue du world café
- Changements dans le score et l'agrégation :
 - Initial : 1 à 5 >> Nouveau : 0 à 4
 - > agrégation par somme au lieu de produit
- Validations sur la pondération et la discrétisation

Liste d'améliorations Résilience côtière

- Ajout de l'aléa submersion
- **Enjeux** : 1 indicateur changé, 1 indicateur ajouté
- **Adaptation** : inchangée pour l'instant, mais protocole d'enquête pour :
 - remplacer 3 indicateurs
 - ajouter 2 indicateurs
- Nouvelle pondération issue du world café
- Changements dans le score et l'agrégation :
 - Initial : 1 à 5 >> Nouveau : 0 à 4
 - > agrégation par somme au lieu de produit
- Validations sur la pondération et la discrétisation

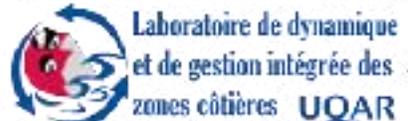
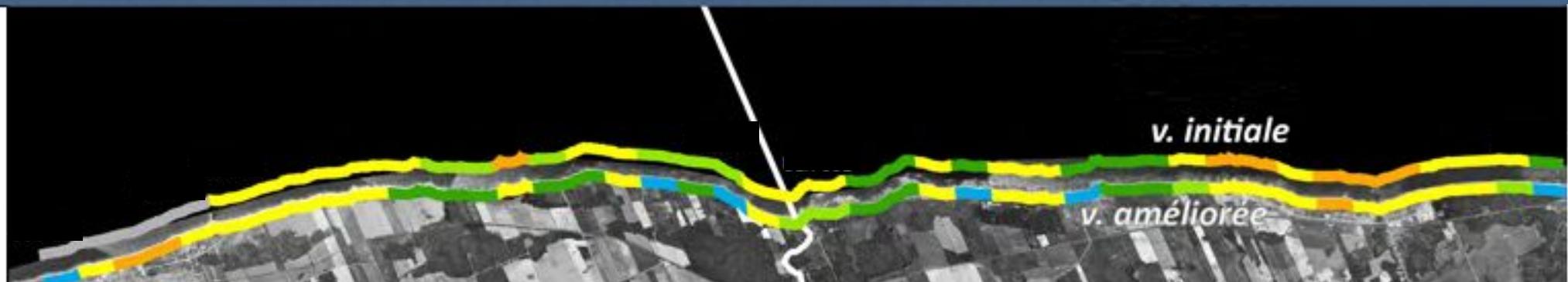
Enjeux exposés n = 13

Nouveau !
Nouveau !

- E1** Nombre d'habitants exposés
- E2** Proportion de population vulnérable
- E3** Défavorisation matérielle
- E4** Défavorisation sociale
- E5** Bâtiments abritants des personnes sensibles
- E6** Usages sociaux et récréotouristiques
- E7** Enjeux patrimoniaux
- E8** Enjeux économiques
- E9** Réseaux d'infrastructures
- E10** Niveau d'impact de la rupture du service routier
- E11** Enjeux stratégiques
- E12** Risques pour l'environnement causés par les activités humaines
- E13** Enjeux écosystémiques menacés par l'érosion/submersion côtière

| Catégorie | Code | Nom | World café | Recommandation |
|---------------------|-------|--|---|---|
| Enjeux humains | H1 | Nombre d'habitants | Localisation du bâti résidentiel Changement de données Supprimé Fusionné avec H2 Contesté | Inchangé |
| | H2 | Nombre de logements | | Ok = Changement majeur |
| | H3 | Personnes vulnérable | | Inchangé |
| | H4 | Ménages à bas revenus | | Changement majeur |
| | H5 | Localisation du bâti | | x |
| | H6 | Part des résidences secondaires | | Supprimé |
| Enjeux Eco. | E1 | Nombre d'emploi | Très contesté Supprimé | Inchangé |
| | E2 | Emprise au sol du bâti à vocation économiques | | Inchangé |
| | E3 | Hébergements touristiques | | Changement mineur |
| | E4 | Valeur immobilière | | Supprimé |
| | E5 | Résilience (diversité) économique | | Supprimé |
| Enjeux Structurels | S1 | Capacité d'accueil des établissements recevant du public | Renommé Activité à risques | Inchangé |
| | S2 | Industries à risques | | Inchangé |
| | S3 | Densité des routes | | Changement majeur |
| | S4 | Protections contre la mer | | Changement majeur |
| | S5 | Patrimoine historique et architectural | | Changement majeur |
| | S6 | Ports | | Changement majeur |
| | S7 | Logements à risque | | Inchangé |
| | S8 | Présence de centres de secours | | Inchangé |
| | S9 | Distance aux secours | | Supprimé |
| | Ajout | S10 | | Autre réseaux (eau, électricité, télécom) |
| Enjeux agri. & nat. | AN1 | Terres agricoles | Contesté | Changement majeur |
| | AN2 | Patrimoine naturel | | Supprimé |

Indice modifié de vulnérabilité de la zone côtière à l'érosion en 2020



Projection : NAD_1983_Québec_Lambert
Source des données : LDGIZC, 2024
Source du fond de carte : MERN, 2015
Réalisation : B. Lesouëf, 2024

Vulnérabilité à l'érosion

Indice de vulnérabilité

| Score 2020 | Score 2070 |
|-----------------------------|------------|
| 0 Pas de vulnérabilité | 0 |
| 1 Très faible vulnérabilité | 1 |
| 2 Faible vulnérabilité | 2 |
| 3 Moyenne vulnérabilité | 3 |
| 4 Forte vulnérabilité | 4 |
| 5 Très forte vulnérabilité | 5 |

— Routes non-exposées ○ Bâtiments

0 30 60 120 m

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières UQAR
 Projection : NAD_1983_Quebec_Lambert
 Source des données : LDGI2C, 2024
 Source du fond de carte : MERN, 2015
 Réalisation : B. Lesouéfi, 2024

Indice original

Version initiale

| | | | |
|-----|------|-----|---|
| E1 | 1 | A1 | 3 |
| E2 | 1 | A2 | 5 |
| E3 | 1 | A3 | 1 |
| E4 | n.a. | A4 | 1 |
| E5 | 1 | A5 | 1 |
| E6 | 1 | A6 | 5 |
| E7 | 1 | A7 | 3 |
| E8 | 1 | A8 | 1 |
| E9 | 1 | A9 | 4 |
| E10 | 1 | A10 | 4 |
| E11 | 1 | | |
| E12 | 1 | | |
| E13 | 1 | | |

Classe : 2

Classe : 1

Vulnérabilité : 2

Indice modifié

Version améliorée

| | | | |
|-----|---|-----|---|
| E1 | 0 | A1 | 4 |
| E2 | 0 | A2 | 4 |
| E3 | 0 | A3 | 0 |
| E4 | 0 | A4 | 0 |
| E5 | 0 | A5 | 0 |
| E6 | 0 | A6 | 4 |
| E7 | 0 | A7 | 2 |
| E8 | 0 | A8 | 1 |
| E9 | 0 | A9 | 3 |
| E10 | 0 | A10 | 3 |
| E11 | 0 | | |
| E12 | 0 | | |
| E13 | 0 | | |

Classe : 2

Classe : 0

Vulnérabilité : 0

Point-clés

- Des résultats contrastés entre la littérature internationale et les acteurs/chercheurs locaux
- L'importance de la participation des (potentiels) utilisateurs finaux dans la construction de l'indice
- La prépondérance du contexte local...
- ... N'empêchant pas certaines convergences de logiques
- La grande sensibilité de l'indice ResCo dans ses étapes de pondération et d'agrégation

Limites

- Des apports très inégaux entre les deux indices
- Nécessité d'une enquête complémentaire pour renseigner de nouveaux indicateurs

>> La pertinence des améliorations proposée est à valider avec les utilisateurs finaux.



2016-2020 puis observatoire

Vers un ObServatoire Intégré des Risques Côtiers d'érosion submersion

Érosion et submersion

8 sites pilotes; déploiement progressif sur la Région Bretagne (France)

Maille de 50m x 50m /200m x 200m Commune

Actuel

4 composantes

déductive - hiérarchique

58 > 52, mais 58, simple et simple

Dires d'acteurs (partiel)

Interne et Externe

(Additive) Multiplicative

Web portail SIG : OSI

Grand public

Nom complet

Aléas étudiés

Emprise spatiale

Unité spatiale

Pas de temps

Cadre conceptuel

Structure de l'indice

Nb et type d'indicateurs

Pondération

Validation

Agrégation

Visualisation

Diffusion



2017-2021

Projet Résilience côtière : développement d'outils d'adaptation à l'érosion côtière pour les municipalités du Québec maritime

Érosion Érosion submersion

8 sites témoins, vocation pour l'ensemble du Québec maritime

Secteurs de 500m de linéaire côtier, profondeur = exposition

2020 et 2070

2 (4) composantes

déductive - hiérarchique

222, 25 majoritairement complexes

Dires d'acteurs

(Interne Externe)

(Multiplicative) Multiplicative

Web portail SIG : SIGEC

Partenaires

Merci de votre attention !

Remerciements : les différents gestionnaires et chercheurs sollicités, l'équipe de recherche ARICO, l'équipe du LDGIZC, Clara Pelletier-Boily, Patricia Maden, Lola Guyon, Julie Delannoy, Eugénie Cazaux, Julia Verdun, Maude Corriveau, Steve Dugas, Sophie Banville, Sébastien Dugas, Thomas Buffin-Bélangier, Susan Drejza... Et bien sûr mes deux co-directeurs !

Financements :



Références-clés :

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), Article 3.

<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>

Beccari, B. (2016). A comparative analysis of disaster risk, vulnerability and resilience composite indicators. *PLoS Currents*, 8(Disasters), Article Disasters. Scopus. <https://doi.org/10.1371/currents.dis.453df025e34b682e9737f95070f9b970>

El-Zein, A., Ahmed, T., & Tonmoy, F. (2021). Geophysical and social vulnerability to floods at municipal scale under climate change: The case of an inner-city suburb of Sydney. *Ecological Indicators*, 121, 106988.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106988>

Fouché, C., & Light, G. (2011). An Invitation to Dialogue: ‘The World Café’ In Social Work Research. *Qualitative Social Work*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.1177/1473325010376016>

Hinkel, J. (2011). “Indicators of vulnerability and adaptive capacity”: Towards a clarification of the science–policy interface. *Global Environmental Change*, 21(1), Article 1. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002>

Tate, E. (2012). Social vulnerability indices: A comparative assessment using uncertainty and sensitivity analysis. *Natural Hazards*, 63(2), Article 2. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0152-2>

Wolf, T., Chuang, W.-C., & McGregor, G. (2015). On the Science-Policy Bridge: Do Spatial Heat Vulnerability Assessment Studies Influence Policy? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(10), Article 10.

<https://doi.org/10.3390/ijerph121013321>

Rapport initiaux :

Drejza, S., Marie, G., Pelletier-Boily, C., Fraser, C., & Bernatchez, P. (2021). *Indice de vulnérabilité de la zone côtière à l'érosion—Rapport méthodologique*. (p. 209). LDGIZC-UQAR.

Philippe, M., Hénaff, A., Lami, T., Le Berre, I., Meur-Ferec, C., Le Dantec, N., Letortu, P., Guillou, É., Rouan, M., & David, L. (2021). *Expérimentation pour un observatoire régional de la vulnérabilité aux risques côtiers en Bretagne. Projets OSIRISC et OSIRISC+*. (p. 84p + annexes). UBO, CNRS, CEREMA.