

Exposition du patrimoine bâti de l'Est du Québec aux aléas d'érosion et de submersion
côtière

Rapport de stage de Simon Joly-Naud

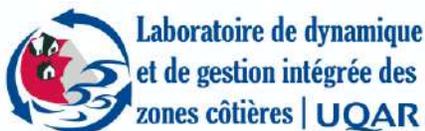


Sous la direction de

Guillaume Marie, Ph.D
Et
Daniel Fortier, Ph.D.

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières
Rimouski, Québec

Août 2021



UQAR
Université du Québec
à Rimouski

ARICO
Adaptation aux RISques CÔtiers

Université **um**
de Montréal

RÉALISATION

Direction

Guillaume Marie, Ph.D., Directeur et responsable du stage de l'université d'accueil, LDGIZC, Département de biologie, chimie et géographie, UQAR

Daniel Fortier, Ph.D., Directeur et responsable du stage de l'université d'origine, Géocryolab, Département de géographie, UdeM

Rédaction et analyse

Simon Joly-Naud, étudiant stagiaire de premier cycle, Département de géographie, UdeM

FINANCEMENTS

La réalisation de ce stage a bénéficié d'un financement provenant de l'obtention de la Bourse de recherche de premier cycle (BRPC), du Conseil de recherche en sciences Naturelles et en génie (CRSNG).

Cette dernière a été complétée par une bourse provenant du projet Co-construction de scénarios d'adaptation des territoires maritimes aux risques cotiers (ARICO) dans un contexte de changements climatiques en France et au Québec, lui-même financé par le Fond de recherche du Québec – Nature et Technologie et par l'Agence nationale de recherche française (ANR).



REMERCIEMENTS

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

Soutien, encadrement, aide technique

Julie Delannoy, M.sc., candidate au doctorat en géographie, LDGIZC, UQAR, UBO

Soutien, correction, encadrement

Anthony Carton, B.sc., étudiant de master 1, Université du Littoral Côte d'Opale

Soutien

Julia Verdun, M.sc., professionnelle de recherche, ARICO, LDGIZC, UQAR

Soutien, aide technique

Maud Touchette, M.sc., professionnelle de recherche, LDGIZC, UQAR

Aide technique

Les autres membres du LDGIZC dont les noms n'apparaissent pas ici, mais dont l'aide et la contribution grandement reconnue ont aidé à faire aboutir ce rapport de stage.

Photographie de la page de couverture

Simon Joly-Naud, août 2021

Tables des matières

p.4 *Index*

p.5 *Introduction*

Méthodologie et objectifs

p.11 *Création de la base de données en vue de l'analyse à l'échelle de l'Est du Québec*

p.12 *Analyse de densité à l'échelle de l'est de la province et choix des sites d'études*

p.15 *Estimation de la réalité à l'exposition*

p.23 *Création de la typologie et analyse de l'exposition à l'échelle locale*

Présentation des résultats et des sites d'études

p.25 *Sainte-Luce*

p.29 *Pointe-au-Père*

p.33 *Histoire géologique*

p.35 *Géomorphologie locale*

p.37 *Histoire humaine*

p.40 *Importance de l'exposition*

p.41 *Réflexion sur la méthodologie : Limites et biais*

Conclusion

p.42 *Retour sur les objectifs*

p.44 *Retour sur le stage de façon générale*

p. 46 *Bibliographie*

p.50 *Annexe*

Index

Liste des photos

- Photo 1 : L'ancien chalutier Karaboudga, de Carleton. (p.5)
 Photo 2 : Représentation du phare de Pointe-au-Père. (p.5)
 Photo 3 : Muret de roche (p.10)
 Photo 4 : Champs d'épis (p.10)
 Photo 5 : Épis composant le champ de la photo 4. (p.11)
 Photo 6 : Enrochement d'une berge. (p.11)
 Photo 7 : Capture d'écran de base de données à l'origine. (p.12)
 Photo 8 : Capture d'écran montrant le résultat de l'analyse de densité. (p.13)
 Photo 9 : Proximité de tombes à Sainte-Luce. Environ 2 mètres. (p.26)
 Photo 10 : Roche en place sur l'estran en avant de l'Église de Sainte-Luce. (p.26)
 Photo 11 : Roche en place sur l'estran fortement plissée. (p.26)
 Photo 12 : Photo micro du shale supposé. (p.26)
 Photo 13 : Autre forme de microplis très prononcée dans un agencement de strates. (p.27)
 Photo 14 : Veine d'intrusion magmatique. (p.27)
 Photo 15 : Photo macro de l'interstratification de mudslate. (p.27)
 Photo 16 : Photo micro de l'interstratification. (p.27)
 Photo 17 : Estran au nord-ouest de l'église. (p.28)
 Photo 18 : Construction de bois. (p.28)
 Photo 19 : Aire protégée faisant partie du patrimoine naturel biotique. (p.28)
 Photo 20 : Aspect paysager très photographié par les touristes. (p.28)
 Photo 21 : Atelier du site de Pointe-au-Père. (p.30)
 Photo 22 : Vue d'ensemble des bâtis à proximité du rivage. (p.30)
 Photo 23 : Station des pilotes et bas du phare à proximité du rivage. (p.30)
 Photo 24 : Structure en claire-voie. (p.30)
 Photo 25 : Bande végétalisée. (p.31)
 Photo 26 : Estran et terrasse de plage à l'est du site historique. (p.31)
 Photo 27 : Estran au nord du site historique. (p.31)
 Photo 28 : Estran et terrasse de plage à l'ouest du site historique. (p.31)
 Photo 29 : Canon des brumes. (p.32)
 Photo 30 : Calvaire de Pointe-au-Père. (p.32)

Liste des cartes

- Carte 1 : Sites à haute concentration en patrimoine côtier. (p.8)
 Carte 2 : Pointe-au-Père : Analyse de l'exposition du patrimoine côtier aux aléas. (p.9)
 Carte 3 : Sites choisis pour l'analyse de la réalité à l'exposition à l'échelle de l'Est du Québec. (p.18)
 Carte 4 : Sites de bien patrimoniaux reconnus avec l'analyse de la réalité à l'exposition aux aléas. (p.20)
 Carte 5 : Sites de bien patrimoniaux potentiels avec l'analyse de la réalité à l'exposition aux aléas. (p.21)
 Carte 6 : Sainte-Luce : Analyse locale de la réalité à l'exposition aux aléas avec typologie. (p.25)
 Carte 7 : Pointe-au-Père : Analyse locale de la réalité à l'exposition aux aléas avec typologie. (p.29)
 Carte 8 : Caractérisation du rivage des deux sites à l'étude. (p.36)

Liste des figures

- Figure 1 : Schématisation de noyau de densité selon des rayons h . (p.12)
 Figure 2 : Différentes fonctions de densité. (p.13)
 Figure 3 : Carte de la géologie structurale de la péninsule gaspésienne. (p.34)
 Figure 4 : Schéma de la formation des Appalaches. (p.34)
 Figure 5 : Schéma arborescent de la typologie hiérarchique construite. (p.24)

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Cotes de submersion utilisées pour estimer l'exposition à la submersion côtière en 2070. (p.19)

Introduction

Les systèmes littoraux, sociaux et naturels, sont multilatéralement complexes. Les communautés sont souvent pluricentennaires, riches d'une histoire et d'une culture propres qui perdurent dans le temps et l'espace. Le littoral devient par sa nature un haut lieu de patrimonialité aussi matérielle qu'immatérielle. Que ce

soient des pratiques ancestrales liées à la pêche, des infrastructures d'aide à la navigation ou des bâtiments religieux (Photo 1), ces communautés génèrent, valorisent et protègent ce patrimoine culturel. Il agit



Photo 1. L'ancien chalutier Karaboudga, témoin d'un héritage maritime. (Carleton)

alors comme source de liens sociaux forts et d'ancrage identitaire (Benhamou, 2012; Marie, 2019) (Photo 2). Cependant, il peut devenir une source de conflit puisque sa répartition est géographiquement inégale (Marie, 2019), mais aussi un enjeu prioritaire dans l'analyse des risques. Les littoraux sont particulièrement exposés, en raison de leur singularité, à une multitude d'aléas pouvant être d'ordre anthropique ou naturel. Les pressions démographiques, les politiques et l'instabilité de l'industrie touristique ne sont que de brefs exemples de l'exposition anthropique auxquels il fait face. Le projet réalisé dans le cadre de ce stage de recherche de premier cycle estival effectué au Laboratoire de



Photo 2. Représentation du phare de Pointe-au-Père. Témoigne de son apport à l'identité collective.

Dynamique et de Gestion Intégrée des Zones Côtières (LDGIZC) à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) s'est concentré sur l'exposition aux aléas naturels côtiers du patrimoine culturel matériel. Plus précisément, il porta sur l'érosion côtière et la submersion marine, deux aléas connaissant une amplification des processus attribuable

notamment aux changements climatiques induits par l'humain. Au cours de l'été, les concepts de patrimoine et ses différentes typologies, d'exposition, de vulnérabilité et de risque ont dû être définis et assimilés afin de mieux comprendre la portée du projet. J'ai donc commencé l'été par une légère revue de littérature afin de m'aider à m'approprier la thématique. À la suite de ces lectures, voici les définitions synthétiques des différents concepts que j'ai retenu :

Aléa : Évènement ou phénomène incontrôlable et difficilement prévisible ayant des conséquences dont l'amplitude varie selon le degré d'exposition et de vulnérabilité d'un ensemble d'objets, d'une société (le matériel et l'immatériel) ou d'un écosystème les subissant. (Pinelli et al., 2020)

Exposition : Degré d'imminence de l'aléa ; la somme des facteurs physiques, environnementaux ainsi que démographiques. (Pinelli et al., 2020)

Vulnérabilité : Capacité à répondre aux dommages ; degré/capacité d'adaptation et la somme des enjeux politico socio-économiques. (Pinelli et al., 2020)

Risques : Probabilité de survenue d'un évènement aux conséquences désastreuses. (Pinelli et al., 2020)

Patrimoine : « L'héritage du passé dont nous profitons aujourd'hui et que nous transmettons aux générations à venir » (UNESCO, 1972). Le patrimoine est ce qui fait

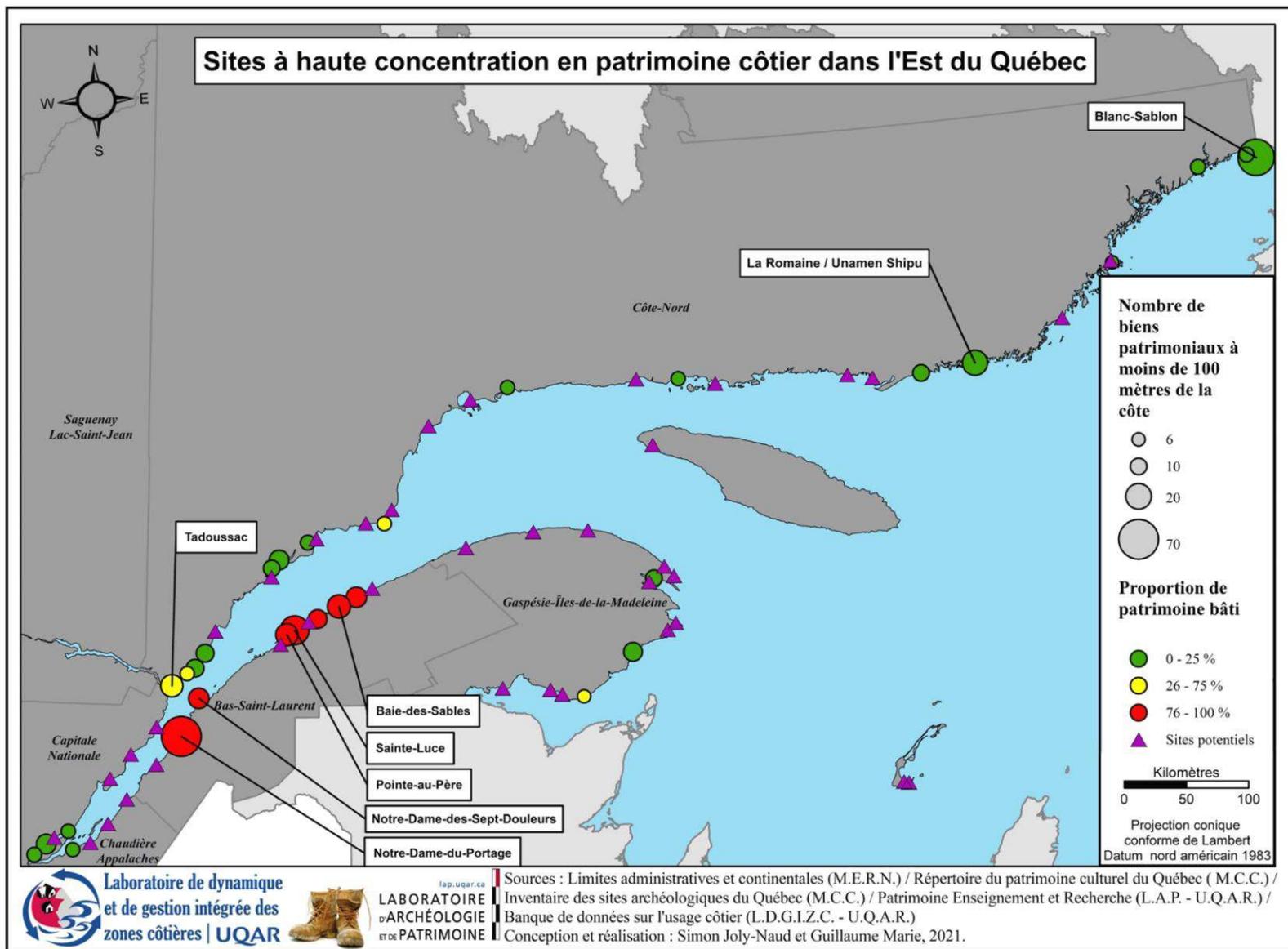
consensus sur sa nécessité de conservation, de valorisation et de transmission aux générations futures. Il peut être récent ou passé.

Érosion : Processus naturel d'ajustement par la mise en sédiments de la roche, de la croûte terrestre ou de toute autre formation de surface, par des agents tels que l'eau, le vent et la glace. (Christopherson et Birkeland, 2018; Marie, 2018)

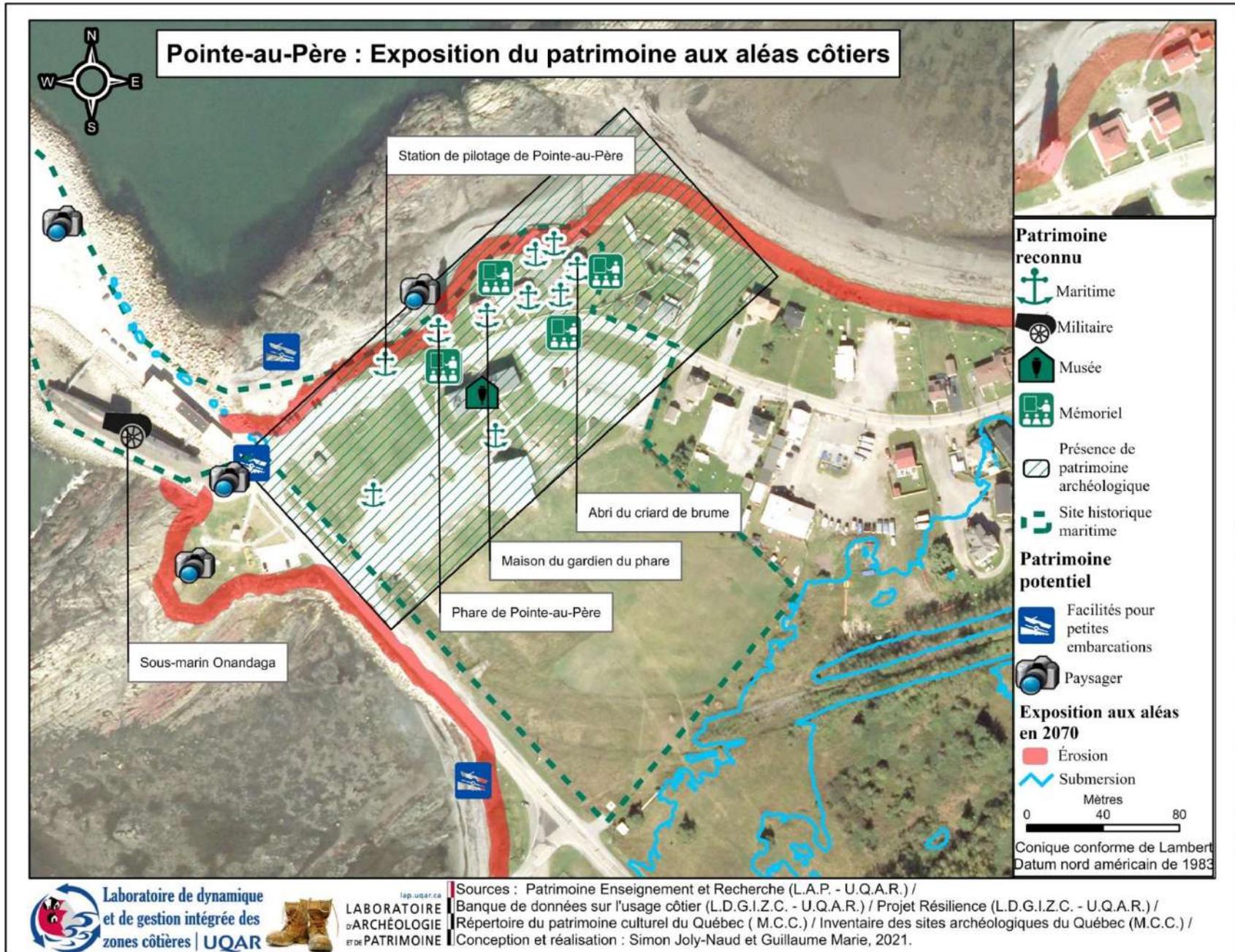
Submersion marine : « Inondations rapides et de courtes durées (de quelques heures à quelques jours) de la zone côtière par la mer lors de conditions météorologiques et océaniques défavorables. » (Géorisques, 2021)

Comme spécifié plus haut, le projet s'est réalisé au sein même du LDGIZC, dirigé par Pascal Bernatchez Ph.D., sous la cosupervision de Guillaume Marie Ph. D., géomorphologue côtier du laboratoire et enseignant au département de biologie, chimie et géographie, ainsi que de Daniel Fortier Ph. D., géomorphologue et enseignant au département de géographie de l'Université de Montréal. Avec Guillaume, des rencontres hebdomadaires sporadiques ont été mises en place afin de faire le suivi de façon continue. Le premier mois fut notamment plus rempli en rencontre de suivi puisque l'objectif était de présenter des résultats préliminaires dans le cadre d'un colloque le 2 juin 2021 se nommant « 20 ans après le rapport Arpin : les nouveaux territoires du patrimoine », organisé par le Réseau Patrimoine de l'Université du Québec (RéPUQ). Le titre de la présentation fut « Un patrimoine à la dérive. De l'importance de tenir compte des risques côtiers dans les études patrimoniales au Québec ». Mon apport à cette présentation était

d'effectuer un premier jet d'analyse spatiale de la concentration en patrimoine côtier à l'échelle de l'Est du Québec, de cibler un site ressortant de cette analyse et de vérifier la réalité à l'exposition des éléments patrimoniaux. Une carte de l'analyse à grande échelle (Figure 1) et une à l'échelle locale (Figure 2) furent produites pour démontrer les résultats de l'exposition réelle à l'érosion et à la submersion. La supervision de Daniel Fortier s'est matérialisée au travers de trois rencontres zoom de mise à jour lui permettant, à l'aide de



Carte 1. Sites à haute concentration en patrimoine côtier dans l'Est du Québec selon la première méthodologie appliquée. Résultats présentés lors du colloque.



Carte 2. Pointe-au-Père : Analyse de l'exposition du patrimoine côtier aux aléas. Présentés dans le contexte du colloque. Elle ne contient pas la typologie produite ni les ajouts ultérieurs.

Le stage prit contexte dans un projet franco-qubécois de grande envergure se nommant Adaptation aux Risques Côtiers (ARICO). L'équipe d'étudiants de Guillaume Marie, présente au laboratoire et travaillant sur le projet, était composée d'Anthony Carton, de Julie Delannoy et de Lola Guyon, tous trois étudiant.e.s français.e.s, respectivement stagiaire de Master 1, candidate au doctorat et stagiaire de Master 2. Cette équipe a été d'un support exceptionnel durant l'entièreté du stage, et je suis plus que fier et heureux de les considérer désormais comme des ami.e.s.. Dans le cadre d'ARICO, une journée de terrain a été organisée en Matanie avec l'équipe présente au Québec et quelques acteurs locaux afin de mieux saisir visuellement l'amplitude de la vulnérabilité et de l'exposition de cette région aux aléas côtiers, ainsi que les stratégies d'atténuation et d'adaptation mises en place pour aider les citoyens. Personnellement, cette journée m'a surtout permis de mieux conceptualiser à l'aide d'exemples concrets certaines structures servant à diminuer l'érosion ou à atténuer l'énergie physique des vagues. Les brise-lames naturels et artificiels, les épis, les îles barrières, les enrochements, les recharges de sables et la revégétalisation des berges sont des concepts que nous avons l'habitude d'aborder en classe, sans réellement avoir d'exemple physique que nous pouvons observer sous différents angles, surtout à l'Université de Montréal. Voici quelques exemples de structures que nous avons pu voir sur place.



Photo 3. Muret de roche construit afin de protéger le cimetière et ses pierres tombales, se trouvant à moins d'un mètre de ce dernier, de l'érosion côtière. (Matane, secteur Saint-Victor)



Photo 4. Champ d'épis en bois permettant de ralentir et même stopper le transport sédimentaire créé par la dérive. (Flèche littorale de Matane, côté mer du barachois)



Photo 5. Épis composant le champ de la photo 4. (Flèche littorale de Matane, côté mer du barachois)



Photo 6. Enrochement artificiel permettant de ralentir le transport sédimentaire. Cette photo ne vient pas de Matanie, mais est un exemple que l'on peut trouver dans cette région. (Sainte-Luce-sur-mer)

L'entièreté du stage s'est déroulée dans les bureaux du LDGIZC, devant un ordinateur et en utilisant principalement ArcGIS et QuantumGIS. Cela fut nécessaire pour l'atteinte des objectifs de recherches. Ces derniers étaient triples.

Méthodologie et objectifs

Création de la base de données en vue de l'analyse à l'échelle de l'Est du Québec

Dans un premier temps, il fallut créer une base de données patrimoniale côtière géoréférencée à partir des données disponibles au laboratoire, au ministère et à travers nos différents partenaires. Puisque les bases de données primaires étaient tout sauf uniformisées, qu'elles étaient incomplètes et remplies d'éléments impertinents à notre analyse, j'ai dû effectuer une rapide revue de littérature afin de mieux saisir les éléments patrimoniaux à considérer. En effectuant une observation superficielle des données, nous avons remarqué que la patrimonialité de certaines entités était ambiguë et discutable. Nous avons donc décidé de créer deux bases de données distinctes : une contenant les éléments reconnus comme tels soit par un organisme, une étude ou le gouvernement, et une base

contenant les éléments non cités, mais pouvant potentiellement refléter un certain niveau de patrimonialité. L'aspect côtier des entités spatiales a été arbitrairement défini par tout ce qu'il y a à moins de 100 mètres du rivage. Une sélection spatiale a donc été appliquée aux bases de données pour ne garder que ce qu'il y avait à moins de 100 mètres. Cette première étape a servi de base pour effectuer l'analyse de densité à grande échelle, prenant place dans le cadre d'un colloque susmentionné, qui permit de cibler certains sites où la concentration en patrimoine côtier bâti était plus grande (voir carte 1).

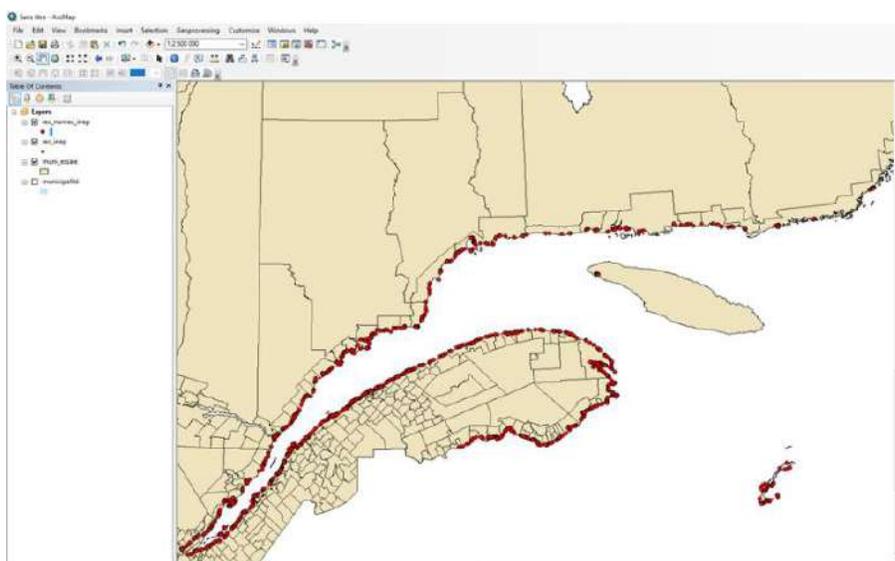


Photo 7. Capture d'écran montrant en rouge les points représentant les éléments potentiellement patrimoniaux

Analyse de densité à l'échelle de l'est de la province et choix des sites d'études

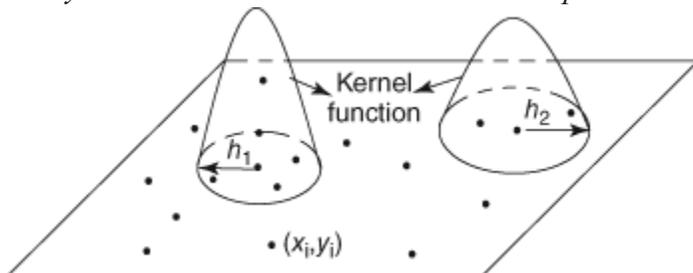


Figure 1. Schématisation de noyau selon des rayons h . (Ren, 2017)

Dans un deuxième temps, nous avons construit et appliqué la méthodologie pour l'analyse de densité à la base de données

préalablement construite. Après plusieurs essais de techniques différentes (4 jets d'analyse), la méthodologie s'est finalement construite autour d'une analyse quantitative de densité estimée par noyau quartique (*Kernel density*), dont le produit est une grille

matricielle de valeur continue représentant une densité estimée de point par pixel. Cet outil applique un rayon d'action, autour de chaque point (figure 1), dont la valeur varie en fonction de la distance du centre selon une fonction statistique choisie

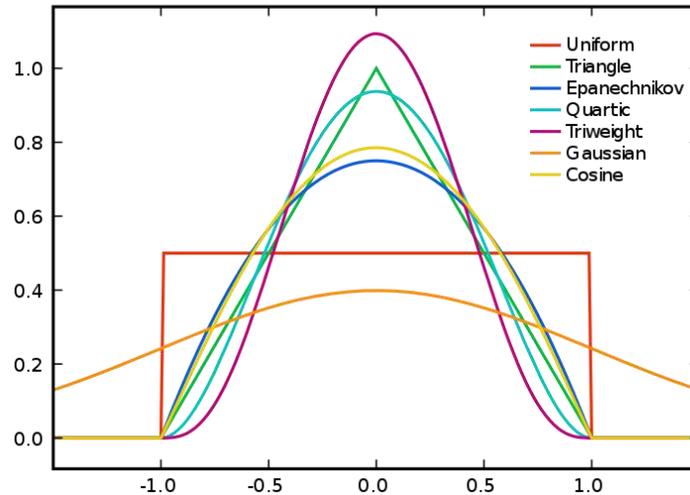


Figure 2. Différentes fonctions de densité. Valeur de la surface en y, et distance du centre en x. Choisie de Wikipedia pour sa clarté. (Wikipedia)

(figure 2). Puisque la moyenne de la distance au plus proche voisin était de 638 mètres, plusieurs tentatives avec des valeurs différentes de rayon (400, 600, 800, 1000) ont été faites afin de bien cibler la meilleure échelle. Un rayon de 1000m a été choisi et une résolution fine (relative à l'échelle) de 25m a été appliquée à la grille matricielle. Cette méthode a donc été choisie avant le colloque et a donné les résultats que nous voyons à la carte 1. Pour le colloque, nous avons passé outre le deuxième objectif, et nous avons produit immédiatement une carte locale de Pointe-au-Père avec l'exposition (Carte 2). Cette dernière ne contient pas les modifications faites à la base de données ni la typologie standardisée produite durant le troisième objectif, ce qui la rend visuellement différente des autres, et moins claire à mon avis personnel.

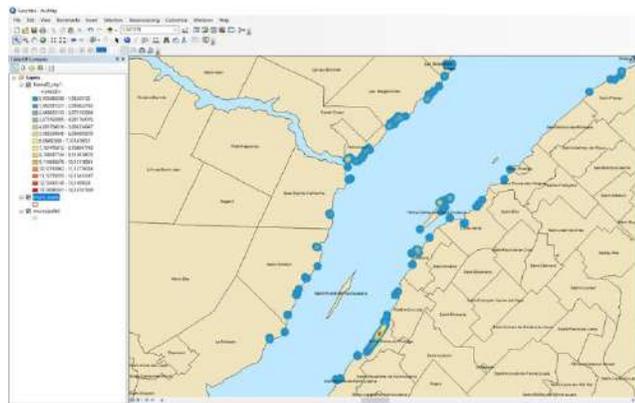


Photo 8. Capture d'écran montrant le résultat de l'analyse de densité avec prise en compte de la distance au rivage.

Après la présentation au colloque, il a été établi par Guillaume sur la base de son expérience que cette technique faisait ressortir des secteurs non pertinents. Après une analyse plus fine, il a été observé que certains sites ressortant de l'analyse n'étaient que peu ou pas du tout exposés aux aléas. À la suite d'une réflexion sur une méthode d'inclure cet aspect dans l'analyse, nous avons décidé d'appliquer un score de proximité à chaque entité. La distance étant un facteur spatial d'exposition important, ce score était basé sur la distance du rivage dans le chaînon de 100 mètres. Puisque l'analyse de densité considère que chaque point a une valeur de 1 en son centre, aucune différenciation n'est faite entre un point qui est théoriquement dans l'eau, et un autre qui est sur une terre à 100m, même si leur exposition est vraisemblablement différente. Le calcul du score devait donc donner une valeur de 1 à une entité à 0m et une valeur de 0, lorsqu'à 100m, tout en punissant plus ou moins exponentiellement les entités entre les deux. J'ai alors pensé aux indices standardisés de végétation, de bâti et de neige utilisée en télédétection pour classer différents objets.

$$x = \frac{L_i - D_i}{L_i + D_i}$$

Où,

L_i est la largeur du chaînon dans lequel l'entité se trouve,

D_i est la distance au rivage de l'entité en question et où

x est le score de distance.

Alors, $0 < x < 1$.

Le résultat fut beaucoup plus représentatif, et a mené à la sélection des sites pour l'analyse à petite échelle de l'exposition réelle. Celle-ci a été faite à partir d'une analyse grossière de l'exposition des entités près ou sur des zones chaudes.

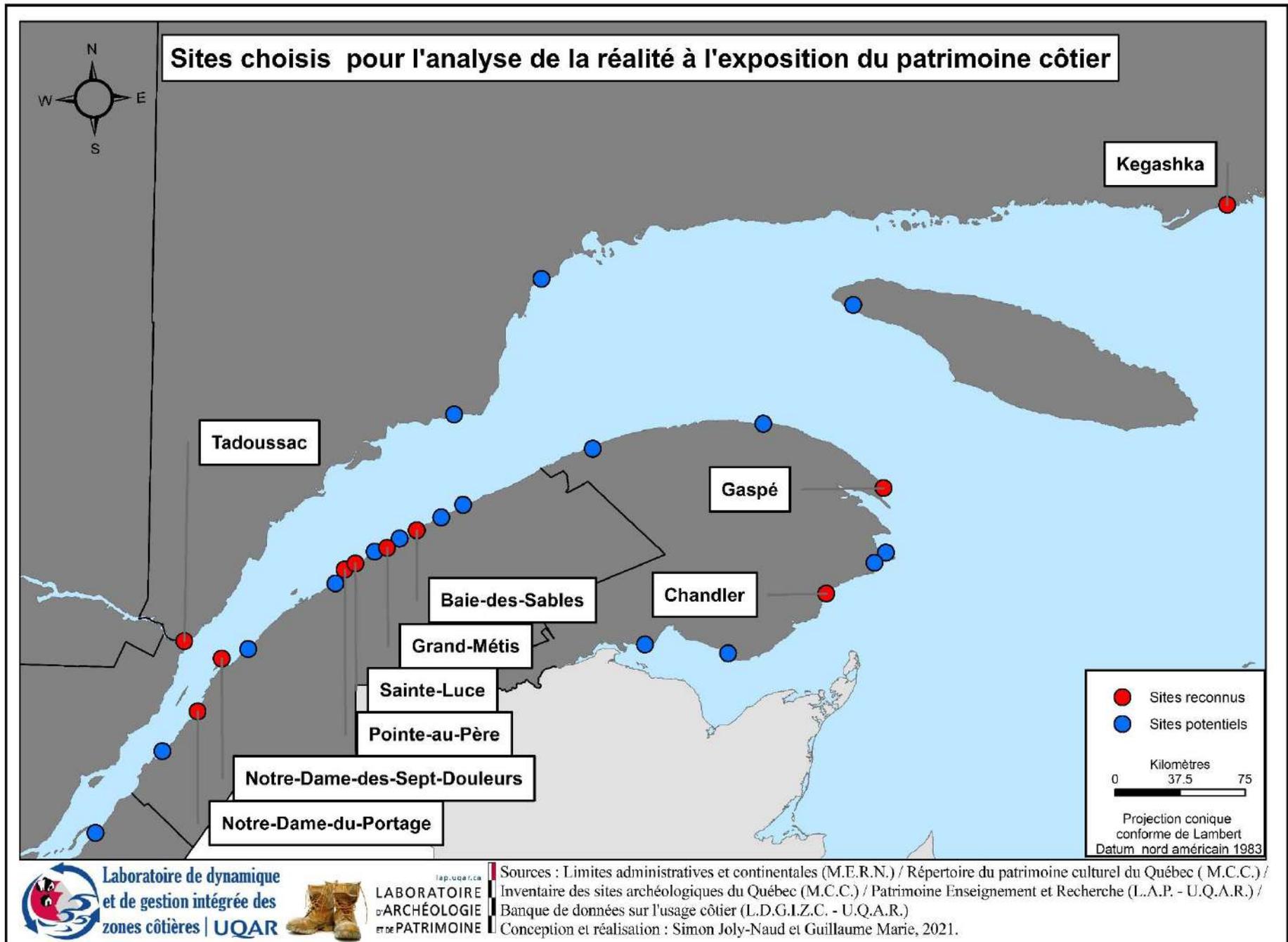
Dans un premier mouvement, nous avons retiré les sites ressortant de l'analyse dont la valeur de densité la plus élevée était inférieure à la moyenne régionale. Nous avons ségrégué le Bas-Saint-Laurent du reste à cette étape pour éviter le biais d'échantillonnage déjà connu. Dans un deuxième mouvement, puisque les données qui ont été jointes à la première étape, contenaient plus d'éléments archéologiques, nous avons choisi les sites pour la réalité de l'exposition selon le nombre d'éléments patrimoniaux non archéologiques et leur pertinence, en se basant sur l'expérience de Guillaume. Nous sommes donc passé de quelque 50 sites à près de 30 sites

Estimation de la réalité à l'exposition

Pour établir la réalité de l'exposition à l'érosion, la base de données du projet Résilience représentant chaque bâtiment et leur exposition à l'érosion a été utilisée. Une fonction de proximité a été appliquée pour attribuer aux biens patrimoniaux recensés, la classe d'exposition du bâtiment le plus près d'eux. Nous avons établi un horizon de 50 ans. Donc dans une nouvelle colonne, tout ce qui exposé d'ici 2070 se voit attribuer une valeur de 1, et tout ce qui est exposé au-delà de cette année, une valeur de 0. Pour la submersion, nous avons établi une cote régionale ou locale, par site, qui identifie une limite altitudinale potentielle de submersion pour 2070. La méthode pour la définir s'est essentiellement basée sur la connaissance des valeurs du relèvement isostatique de la croûte terrestre des suites de la glaciation Wisconsinienne (Koohzare et al., 2008) de l'augmentation globale du niveau moyen relatif des mers (IPCC, 2019) et des niveaux de submersion locaux atteints lors d'événements majeurs selon la méthode proposée par Drejza et al. (2014). Pour chaque secteur, le niveau de submersion potentiel pour l'horizon 2070 a été calculé en additionnant cette cote de submersion (moyennes des cotes de submersion maximales

mesurées sur le terrain lors d'une tempête comme celle du 6 décembre 2010 dans la MRC ou à proximité), le niveau de pleines mers supérieures de grandes marées de la station marégraphique la plus proche, l'élévation prévue du niveau moyen des mers d'ici 2070 (en fonction du scénario RCP 8.2 de l'IPCC (2019), moyenne 2046-2065 par rapport à 1986-2005) et la variation isostasique prévue dans le secteur d'ici 2070 selon la carte de Koohzare et al. (2008) (en l'absence de données, le taux a été estimé comme nul pour la Base-Côte-Nord et estimé à + 3mm/an, soit celui de la presqu'île acadienne, pour les Iles-de-la-Madeleine. Il ne s'agit donc que d'une méthode approximative, ne tenant pas compte notamment du *runup*, qui indique la sensibilité de la côte à la submersion et propose une approximation du niveau d'eau qui pourrait potentiellement être atteint lors de tempêtes dans 50 ans. Chaque feuillet Lidar (format matriciel) d'échelle 1 : 20 000 à haute résolution (1 mètre au sol) disponible selon l'index du répertoire du Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles a été téléchargé et inséré dans un modèle conceptuel d'outils ESRI. À la suite de chaque feuillet ont été mises successivement dans le modèle une reclassification des valeurs de pixel ainsi qu'une vectorisation du fichier matriciel, donnant en sortie des polygones représentant les zones potentiellement submergées pour 2070. Pour les régions où les feuillets étaient indisponibles (La romaine, Kegaska et Blanc Sablon), les MNT (format matriciel) d'échelle 1 : 50000 à résolution de 10 mètres au sol, ont été utilisés. Dans cette utilisation des MNT de précision trop modeste réside une incertitude quant à la validité des résultats. En effet, la cote de submersion appliquée sur les feuillets par reclassification des valeurs (-50 – C_i : 1, C_i – 1500 : NoData), peut inclure des pixels dont la réalité du terrain ne correspond pas à la représentation graphique. Cela a donc pour effet d'inclure de parcelles de terrain non potentiellement submergées dans le calcul, et

d'ainsi possiblement mal représenter l'exposition réelle à la submersion. Étant limités dans notre acquisition de donnée d'élévation, nous prenons en considération que cette cote de submersion est fidèle, tout en gardant en perspective la possibilité d'erreur incontrôlable liée à la résolution des feuillets MNT. Une jointure spatiale a été appliquée entre les points des héritages patrimoniaux et celle polygones de submersion potentielle afin de savoir lesquels se retrouvent dans les zones, ce qui donne une valeur de 1 dans la colonne créée par l'outil de jointure, et 0 lorsqu'en dehors. Une nouvelle jointure spatiale a été appliquée entre les sites trouvés lors de l'analyse de densité et les points nouvellement bonifiés de valeur 1 : 0 d'exposition. Les sites ont alors deux nouvelles colonnes de valeurs représentant l'addition des valeurs de 1 et de 0 de tous les points se trouvant à moins de 1000m d'eux. Cette relation de voisinage a été appliquée puisqu'il s'agit du rayon d'action des noyaux dans l'analyse de densité. De cette analyse sommaire de l'exposition, deux sites ont été choisis pour l'analyse de l'exposition locale, selon leur complémentarité et leur proximité : Sainte-Luce et Pointe-au-Père. À la base, je devais faire mon projet Honor sur ces deux sites. La raison pour laquelle la proximité a été un facteur décisionnel est que je devais aller faire une enquête de terrain sur la perception de ce qui fait patrimoine auprès de la population. Cependant, un imprévu est venu changer les plans. Donc, je ne poursuivrai pas le projet au Honor, et changerai l'organisation du stage. Deux cartes d'exposition à l'échelle du Québec ont été produites



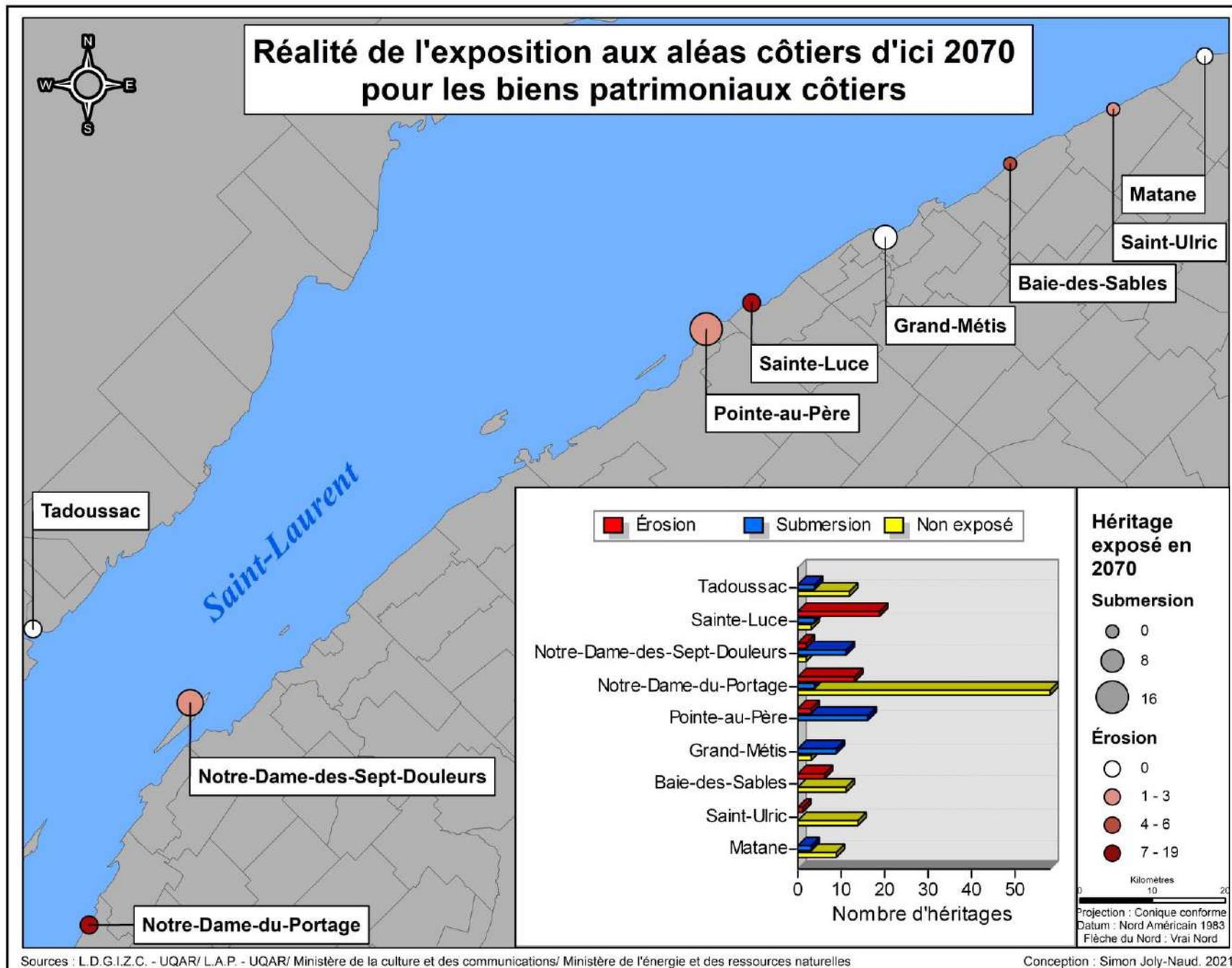
Carte 3. Sites choisis pour l'analyse de la réalité à l'exposition à l'échelle de l'Est du Québec.

Cotes de submersion utilisées pour estimer l'exposition à la submersion côtière en 2070

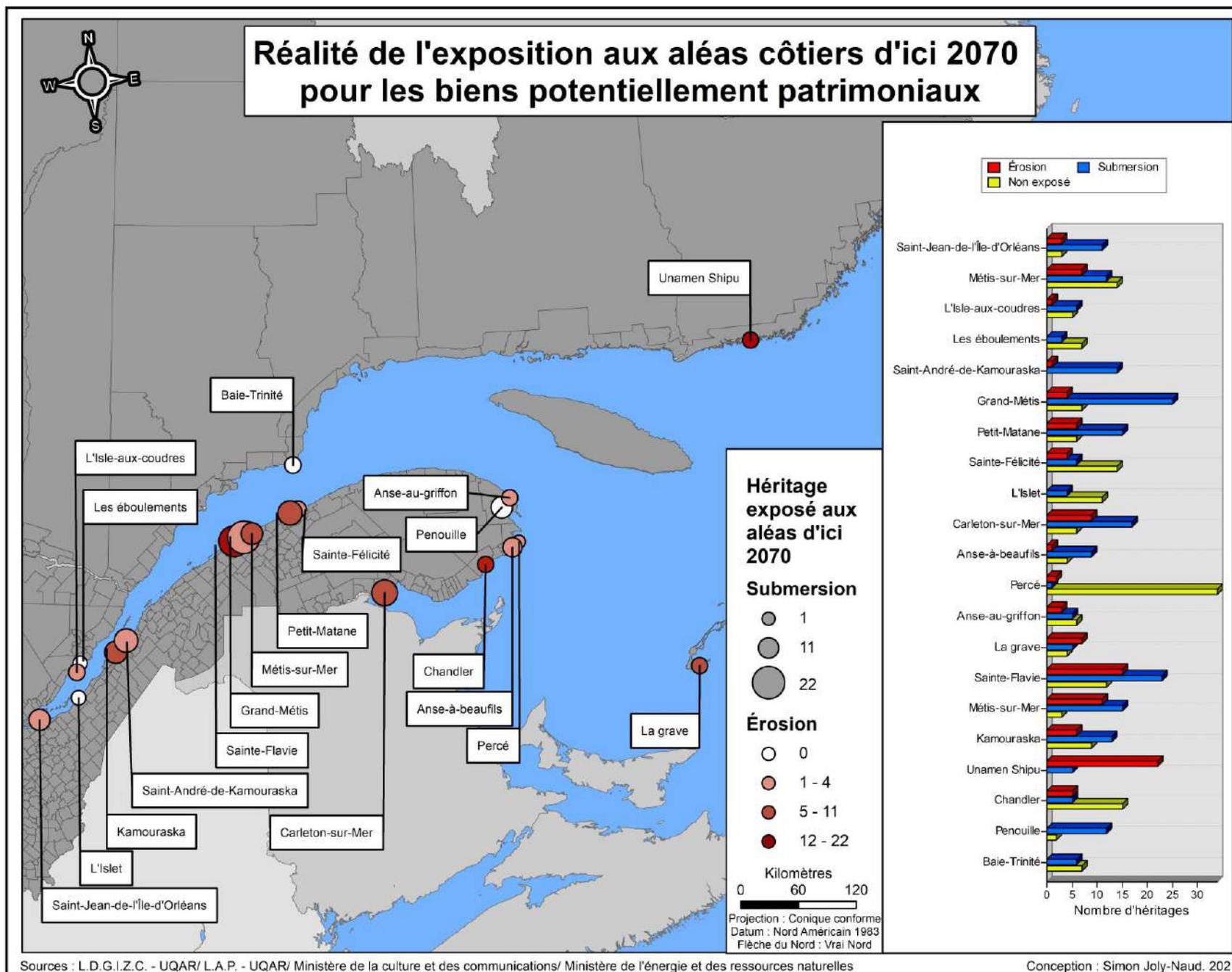
Site	Niveau de submersion (1)	Élévation du niveau moyen des mers d'ici 2070 (2)	Variation isostasique d'ici 2070 (3)	TOTAL (4)	Type de feuillet
Kamouraska	5.21	0.32	-0.08	5.46	Lidar
Saint-André de Kamouraska	5.27	0.32	-0.08	5.52	Lidar
Baie-des-Sables	4.22	0.32	0.00	4.54	Lidar
Saint-Ulric	4.22	0.32	0.00	4.54	Lidar
Matane	4.22	0.32	0.00	4.54	Lidar
Petite Matane Est	4.22	0.32	0.00	4.54	Lidar
Sainte-Félicité	4.22	0.32	0.00	4.54	Lidar
Sainte-Luce	4.63	0.32	-0.03	4.93	Lidar
Grand-Métis	4.63	0.32	-0.03	4.93	Lidar
Grand-métis est	4.63	0.32	-0.03	4.93	Lidar
Métis-sur-Mer	4.63	0.32	-0.03	4.93	Lidar
Métis-sur-Mer	4.63	0.32	-0.03	4.93	Lidar
Sainte-Flavie	4.63	0.32	-0.03	4.93	Lidar
Pointe au père	5.08	0.32	-0.03	5.38	Lidar
Notre-Dame-du-Portage	5.13	0.32	-0.05	5.40	Lidar
Notre-Dame-des-Sept-Douleurs	4.93	0.32	-0.05	5.20	Lidar
Cacouna	5.03	0.32	-0.05	5.30	Lidar
Saint-Joseph-de-la-Rive	5.43	0.32	-0.10	5.65	Lidar
Iles aux coudres	5.13	0.32	-0.10	5.35	Lidar
Château-Richer	5.97	0.32	-0.10	6.19	Lidar
Saint-Jean-de-l'île-d'Orléans	6.14	0.32	-0.10	6.36	Lidar
L'Islet	5.62	0.32	-0.08	5.87	Lidar
Tadoussac	5.13	0.32	-0.08	5.38	Lidar
Les Bergeronnes	4.93	0.32	-0.05	5.20	Lidar
Les Escoumins	4.93	0.32	-0.05	5.20	Lidar
Unamen Shipu	3.04	0.32	0.00	3.36	Matrice
Kegaska	3.20	0.32	0.00	3.52	Matrice
Blanc-Sablon	3.22	0.32	0.00	3.54	Matrice
Baie-Trinité	4.20	0.32	-0.03	4.50	Lidar
Pessamit	4.52	0.32	-0.05	4.79	Lidar
Havre Saint-Pierre	3.60	0.32	0.00	3.92	Lidar
Mingan	3.80	0.32	0.00	4.12	Lidar
Carleton-sur-Mer	2.94	0.32	0.08	3.34	Lidar
Paspébiac	2.70	0.32	0.13	3.15	Lidar
La Grave	1.82	0.32	0.15	2.29	Lidar
Sainte-Anne-des-Monts	3.93	0.32	0.00	4.25	Lidar
L'Anse-au-Griffon	3.33	0.32	0.05	3.70	Lidar
Penouille	1.77	0.32	0.08	2.17	Lidar
Grande-Vallée	3.43	0.32	0.00	3.75	Lidar
Chandler	2.24	0.32	0.13	2.69	Lidar
Percé	1.86	0.32	0.13	2.31	Lidar
Anse-à-Beaufils	1.86	0.32	0.13	2.31	Lidar

1 : Selon méthode Drejza et al., 2014 / 2 : Selon le scénario RCP 8,2 de l'IPCC (2019) / 3 : Selon la carte de Koohzare, A., Vaníček, P. et Santos, M. (2008) / 4 : Altitudes en mètres (niveau géodésique)

Tableau 1. Cotes de submersion utilisées pour estimer l'exposition à la submersion côtière en 2070



Carte 4. Sites de bien patrimoniaux reconnus avec l'analyse de la réalité à l'exposition aux aléas.



Carte 5. Sites de bien patrimoniaux reconnus avec l'analyse de la réalité à l'exposition aux aléas.

En supplément à l'analyse sommaire de l'exposition, une courte recherche a été entreprise sur l'histoire des sites pour mieux saisir leur pertinence historique et leur complémentarité. D'autres sites comme La Grave, Kamouraska, Anse-à-Beaufils, Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans et Tadoussac ont retenu notre attention quant à la pertinence de leur ajout à l'analyse. Cependant, ayant une contrainte de temps, notamment quant à la longueur du stage et à la charge de travail à faire, je dus me concentrer sur les deux premiers sites. Si le temps le permet, je bonifierai l'analyse d'un ou deux sites supplémentaires.

(Voir la 3^e carte produite en annexe pour le site de La Grave)

Ce qui rendait la tâche particulièrement longue à cette étape est que nous étions conscients d'un biais d'échantillonnage/de recensement au sein même de nos données d'origine, comme préalablement mentionné. J'ai donc dû m'attarder à la tâche de bonifier la base de données avec les éléments manquant du répertoire du patrimoine. Pour certaines municipalités comme Rimouski (que j'ai d'ailleurs fait au complet, ce qui équivaut au géoréférencement d'environ 500 entités), l'adresse civique est disponible pour certains bâtiments. Cela facilite et accélère un peu le processus puisque l'outil de géocodage de ArcGIS effectue le travail de façon automatisée et rapide. Cependant, une bonne proportion ne contient aucune ou très peu d'information. Ce fut notamment le cas pour Sainte-Luce et près de 200 entités de Rimouski. Ce manque signifiait que je devais manuellement trouver des informations sur les héritages pour approximer leur localisation sur la carte à l'aide de *Google Earth*. Cela nous a amenés à établir une caractéristique du biais de recensement. En effet, après une inspection visuelle des données disponible sur le répertoire, nous en sommes venus à la conclusion qu'il n'était pas généralisé dans les données, mais bien géographiquement variable. Plus nous nous éloignons des communautés métropolitaines

ou des agglomérations urbaines, plus le manque d'informations est criant. Pourtant, des villes comme Percé ou La Grave sont des sites patrimoniaux en soi, d'un bout à l'autre de leurs limites territoriales. Malgré ça, une très faible proportion des bâtiments contient des informations sur la localisation géographique. Pour le bien de l'analyse locale, les municipalités de Rimouski et de Sainte-Luce se sont vu conférer un géoréférencement complet de leur patrimoine bâti. En plus, les polygones des sites patrimoniaux des deux municipalités ont été joints au *géodatabase* du livrable final. Cela fait partie du premier objectif de recherche, mais est conjoint avec le deuxième et le troisième puisque la constatation de différentes problématiques dans la méthodologie précédemment étalées nous a amenés à retravailler la base de données. Tout ce patrimoine se devait d'être classifié de façon ordonnée et logique, tout en respectant les réalités locales, avant d'être recensé sur des cartes. Cette étape fut la base du troisième objectif de recherche.

Création de la typologie et analyse de l'exposition à l'échelle locale

Le patrimoine fait l'objet de plusieurs typologies différentes, hiérarchiques ou non, qui regroupent essentiellement les mêmes concepts, mais les catégorisant différemment selon les besoins locaux. Néanmoins, de grandes tendances se dégagent de ces classifications. J'ai donc opté pour une classification hiérarchique permettant de mieux saisir la complexité de la variété patrimoniale globale, au travers une structure simple. L'effort de construction d'une méthode facilement applicable et adaptée à une vaste gamme d'environnement a été entrepris dans un idéal où la structure de cette dernière est non contraignante vis-à-vis la subjectivité de l'observateur. La flexibilité et la largesse de certains termes pourront donc être exploitées afin mieux typer les objets d'études dans le futur, si cette dernière est

reprise. La construction fut basée sur une courte revue de littérature, et fut par la suite approuvée/révisée par Guillaume.

Après mûre réflexion sur la typologie, j’ai ajouté en complément à la base de données le patrimoine naturel à l’aide des éléments déjà recensés dans la base de données sur les usages (LDGIZC, 2020). De plus, les polygones des milieux humides et hydriques, ainsi que des aires protégées ont été ajoutés au *géodatabase* afin d’offrir une option supplémentaire de cartographie. Pour des explications supplémentaires sur le cheminement, on peut se référer au document de métadonnées sur la typologie joint au

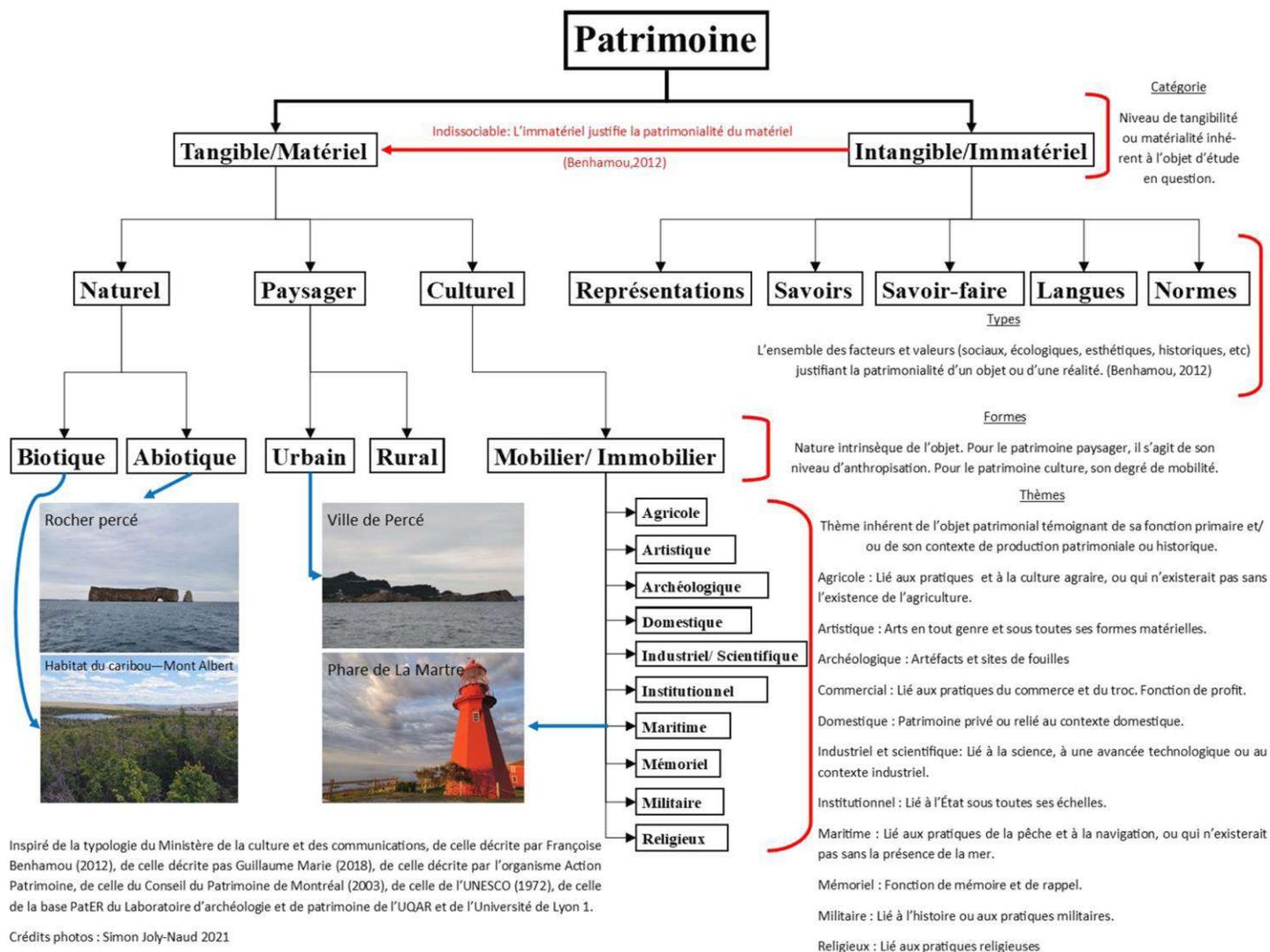
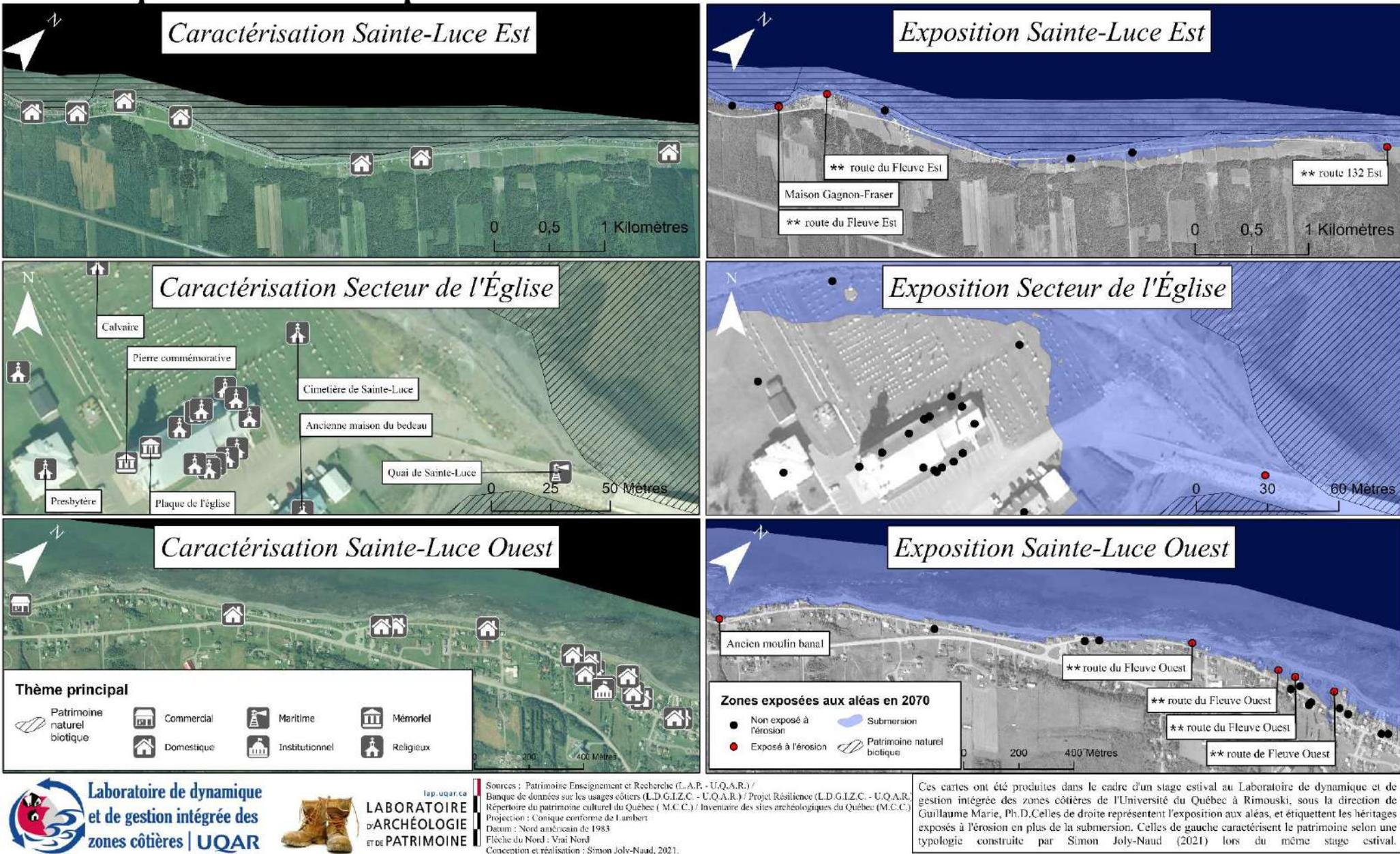


Figure 5. Schéma arborescent de la typologie hiérarchique construite.

Exposition du patrimoine matériel côtier : Sainte-Luce



Carte 6. Sainte-Luce : Analyse locale de la réalité à l'exposition aux aléas avec typologie.



Photo 9. Proximité de tombes à Sainte-Luce. Environ 2 mètres.



Photo 10. Roche en place sur l'estran en avant de l'Église de Sainte-Luce. Orientation nord-ouest. Semble être majoritairement du shale gris, matrice fine lorsque cassée. Structure schisteuse en feuillet. (MERN)



Photo 11. Roche en place sur l'estran fortement plissée. Structure non schisteuse. Possiblement du grès gris stratifié de mudslate gris rougeâtre. (MERN)



Photo 12. Photo micro du shale supposé. Friabilité élevée. Structure schisteuse évidente. (MERN)



Photo 13. Autre forme de microplis très prononcée dans un agencement de strates.



Photo 14. Veine d'intrusion magmatique coupant les strates de façon presque perpendiculaire, environs 20° degré. Recouverte possiblement de calcite? Minéral homogène, peu dense et clivé, différencié de la veine sous-jacente.



Photo 15. Photo macro de l'interstratification de mudslate et d'une autre roche non identifiée à matrice fine qui semble, par l'érosion différentielle, un peu plus résistante que la roche dominante en place.



Photo 16. Photo micro de l'interstratification de mudslate et d'une autre roche non identifiée à matrice fine qui semble, par l'érosion différentielle, un peu plus résistante que la roche dominante en place.



Photo 17. Estran au nord-ouest de l'église. Permet de constater la progression de l'eau entre les différentes marées.



Photo 18. Construction de bois agissant un peu comme une barrière à l'érosion entre deux enrochements. On peut distinguer l'avancée de la marée par les dépôts d'algues et le bourrelet parallèles à la côte.



Photo 19. Aire protégée faisant partie du patrimoine naturel biotique à l'est de l'Église de Sainte-Luce. Aire de concentration d'oiseaux aquatiques (MELCC, 2021)



Photo 20. Aspect paysager très photographié par les touristes. La plage de Sainte-Luce et le site de l'Église semblent être aimés pour la vue et les couchés de soleil. Patrimoine paysager non reconnu, mais palpable sur place.

Exposition du patrimoine matériel côtier : Pointe-au-Père



Carte 7. Pointe-au-Père : Analyse locale de la réalité à l'exposition aux aléas avec typologie.



Photo 21. Atelier du site de Pointe-au-Père et structure en claire-voie. Bande végétalisée d'environ 4 mètres séparant les éléments. Aucune artificialité n'est présente donc l'exposition est évidente.



Photo 22. Vue d'ensemble des bâtis à proximité du rivage. On peut voir par le bourrelet d'algues la proximité à laquelle le phare est des marées hautes.



Photo 23. Station des pilotes et bas du phare à proximité du rivage. On peut voir par le bourrelet d'algues la proximité à laquelle le phare est des marées hautes.



Photo 24. Structure en claire-voie.



Photo 25. Bande végétalisée. La structure en claire-voie se trouve à droite sur la photo. Le portefeuille au centre du cadre peut servir d'échelle pour visualiser la hauteur de bande.



Photo 26. Estran et terrasse de plage à l'est du site historique. Les bourrelets témoignent de la progression de la marée.



Photo 27. Estran au nord du site historique.



Photo 28. Estran et terrasse de plage à l'ouest du site historique.



Photo 29. Canon des brumes. Il est difficilement reconnaissable sur les cartes, car petit et mobile.



Photo 30. Calvaire de Pointe-au-Père. Il est difficilement reconnaissable sur les cartes, car petit et mobile.

Histoire géologique

Les deux sites font partie de la province géologique des Appalaches, caractérisant l'entièreté de l'est de la province au sud du fleuve Saint-Laurent. Plus précisément, ils font partie de la zone tectonostratigraphique de Humber externe qui prend place sur le littoral sud saint laurentien (Figure 3). Cette dernière est caractérisée par des roches sédimentaires plus anciennes datant du Cambrien à l'Ordovicien moyen (inférieur selon différente source), formées sur la marge du continent Laurentia par la superposition des sédiments et leur cimentation par pression sus-jacente, en comparaison aux roches plus récentes de la zone tectonostratigraphique de Dunnage qui se sont principalement formées dans le domaine océanique de l'océan Iapetus (Cormeau, 2016 ; Pincivy, 2003 ; SIGÉOM, 2021). Cette zone a majoritairement été influencée par la première phase d'orogénèse taconienne des Appalaches, ayant pris place entre -480 Ma et -430 Ma, témoin du début de la fermeture de l'océan Iapetus (Figure 4) et de la collision de la masse continentale Laurentia avec un arc insulaire (Cormeau, 2006; Pincivy, 2003; Vigneault, 2011). C'est d'ailleurs de cette phase, ayant mené à un charriage d'une partie de la croûte océanique sur la croûte terrestre lors d'une obduction, que le complexe d'ophiolites du mont Albert en Gaspésie tient son héritage (Vigneault, 2011). Les différences entre les deux sites résident à une échelle locale. Le site de Pointe-au-Père fait partie de la formation de Rivière-du-Loup où des grès feldspathiques gris moyens dominent avec des conglomérats polygéniques, des quartzites, mudstones, siltstones et claystone (SIGÉOM, 2021). Le site de Sainte-Luce fait partie de la formation de Trois-Pistoles où des grès gris moyen feldspathiques et quartzitiques sont intercalés avec des lits de mudslate gris ou avec des mudslate gris (parfois rouge grisâtre) interstratifiés avec du siltstone (SIGEOM, 2021).

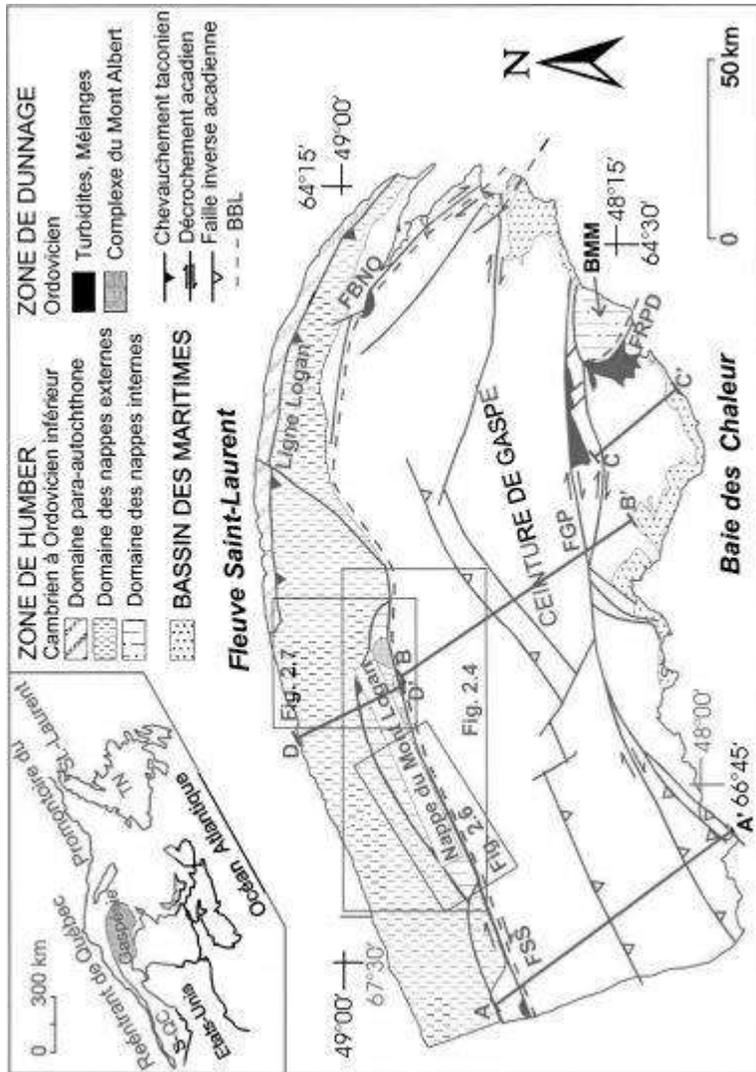


Figure 3. Carte de la géologie structurale de la péninsule gaspésienne. (Pinciv, 2003)

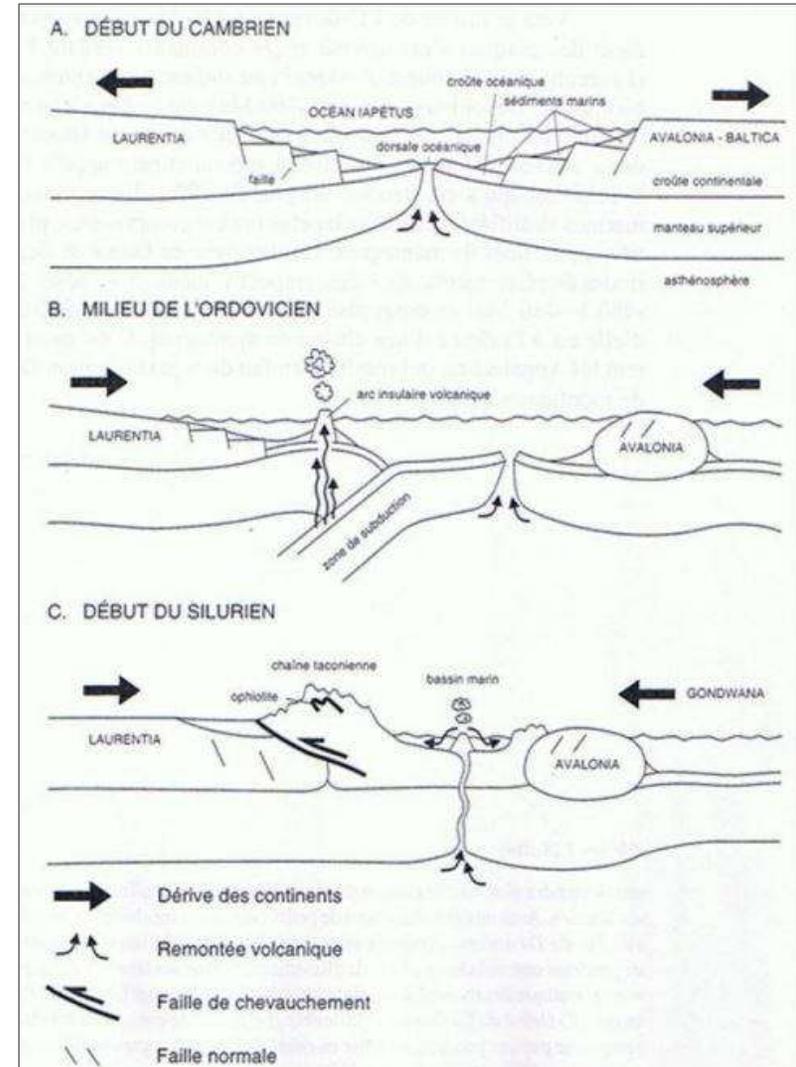
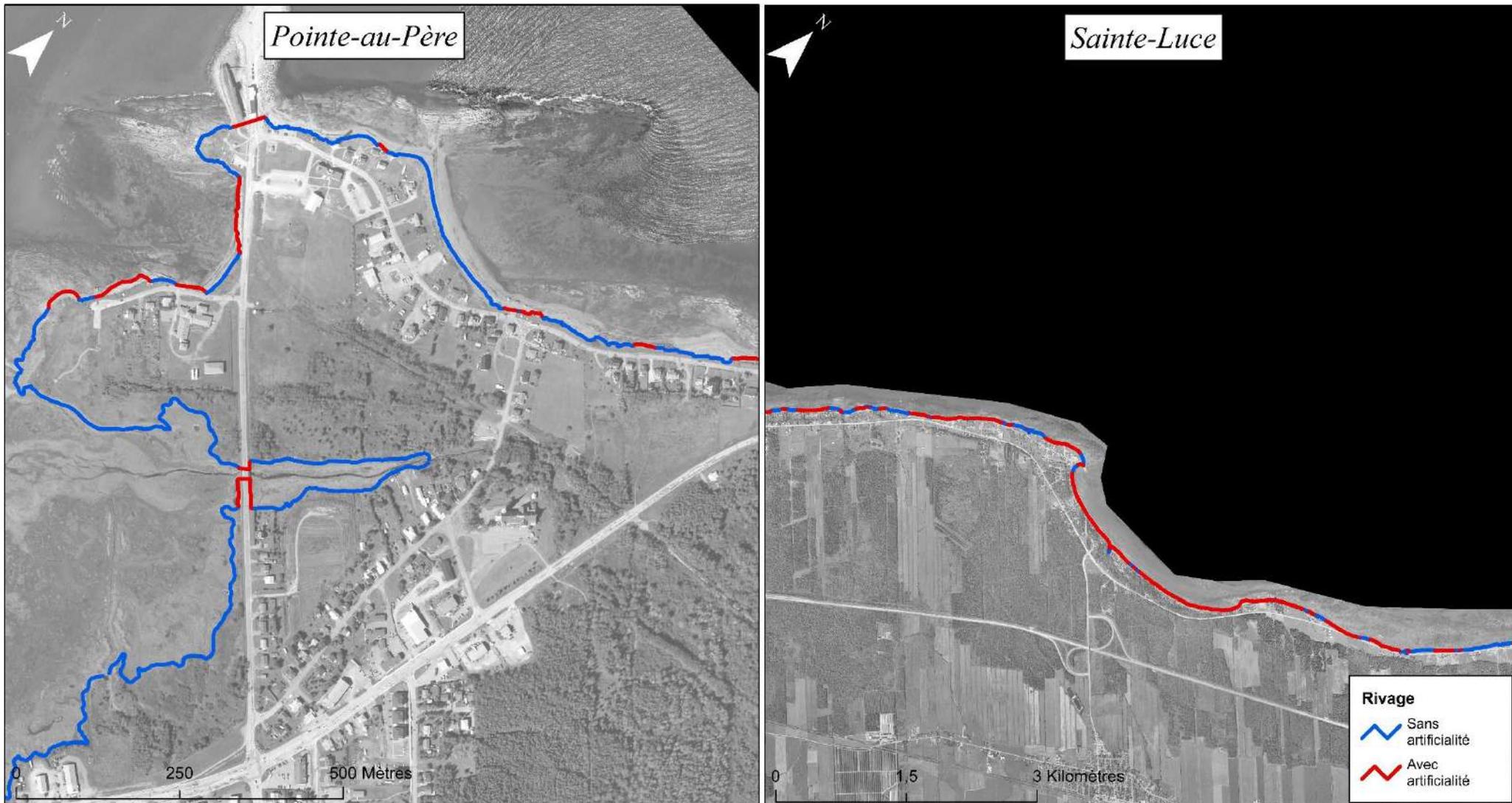


Figure 4. Schéma de la formation des Appalaches. (Héty, 1984 dans Vigneault et al., 2011)

Géomorphologie locale

Des différences majeures résident entre les deux sites quant à l'artificialité des berges. Comme nous pouvons le voir sur les photos 16, 17 et 18, et sur la carte 7, la très grande majorité du rivage de Sainte-Luce est artificiel. Que ce soit par l'enrochement dominant largement à l'ouest, périmétrant le site de l'église et présent à la pointe du secteur plus à l'est, ou par le muret de béton sur lequel repose la promenade de bois emblématique de la ville à l'est du site de l'église, une faible proportion des berges reste encore intacte de toute artificialité à Sainte-Luce (34% sans infrastructure de protection en 2009, 28% en 2021 selon les données du projet Résilience : Marie, 2018; LDGIZC, 2021). À Pointe-au-Père, la grande majorité des berges n'ont aucune artificialité (Carte 7). Pour les deux sites, la majorité des berges sont des terrasses de plage comme nous pouvons le voir notamment sur les photos 17 et 26. Ces structures littorales, appelées terrasses Micmac par Goldthwait et plus récemment différenciée en tant que terrasse Mitis par d'autres auteurs (Dionne, 2002a), sont en forme de terrain plat composé de dépôts meubles de granulométrie hétérogène et bien triée, accolé à un talus de falaise à l'arrière et suivie d'une microfalaise de moins de 1,5 mètre donnant sur l'estran, dont la partie plane a été partiellement ou complètement végétalisée (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 2007; Dionne, 1997, 2002a; Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2012). Elle sont très communes à la rive sud du fleuve, et sont particulièrement sensibles aux processus d'érosion et de submersion, les rendant alors très actives et réactives par leur régime d'ajustement pouvant rapidement passer d'un d'accrétion à un d'érosion (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 2007; Dionne, 2002a; Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2012).

Caractérisation de l'artificialité du rivage



Le processus de création de ces terrasses remonte à la déglaciation prenant place il y a environ 12000 ans dans l'estuaire. Elle s'est faite en 2 phases. Lors de la dernière glaciation Wisconsinienne, l'inlandsis laurentidien appliquait un poids considérable sur la lithosphère sus-jacente, qui s'est alors enfoncé dans l'asthénosphère. Lors de la déglaciation, la réponse du niveau marin moyen s'est opérée plus rapidement que le relèvement isostatique de la lithosphère. Cela a engendré une transgression marine dans les terres. Cependant, le relèvement s'est opérée très rapidement au tout début, regagnant 90% de sa position durant les 3000 premières années (Dionne, 2002b). Les terrasses caractéristiques du Québec ont été mise en place durant la première phase d'oscillation du niveau moyen relatif, appelée transgression laurentienne, ayant suivi la fin de la régression de mer de Goldthwait vers 9000 BP (Dionne, 1997, 2002b, 2002a). Lors de la remontée des eaux rapide d'environ 14 à 15 mètres, la falaise Micmac a été creusée à travers la roche en place et les sédiments de granulométrie variable se sont déposés sur le substrat rocheux par l'eau selon le principe de déposition différentielle pour former la terrasse du même nom (Dionne, 1997, 2002b, 2002a). La phase suivante de petites fluctuations mineures aurait par la suite taillé et procédé au façonnage du faciès des terrasses Mitis (Dionne, 2002b). Cette suite n'est cependant pas homogène le long du littoral, et parfois la falaise terrasse micmac donne sur le rivage (Dionne, 2002b), mais dans le cas de Pointe-au-Père et Sainte-Luce, il semblerait bien que ce soit cette logique qui prédomine.

Histoire humaine

Quoique différente de prime abord, l'histoire des deux municipalités est intimement liée. Pointe-au-Père et Sainte-Luce font respectivement partie à partir de 1696 des seigneuries

de Lessard et de Lepage-Thivierge. Ces territoires, dont la municipalité contemporaine de Sainte-Luce chevauche, ont été concédés en cette date par Louis de Buade Comte de Frontenac, alors à cette époque Gouverneur de Nouvelle-France, à Louis Lepage et Gabriel Thivierge, et à Pierre Lessard et Barbe Fortin. En 1790, un riche marchand de Québec du nom de Joseph Drapeau acquit les deux seigneuries (et plusieurs autres dans l'Est du Québec), qu'il laissera en héritage à sa femme (décédée en 1829) et à ses six filles à sa mort en 1810. Par ailleurs, les noms des municipalités de Sainte-Luce, Sainte-Flavie et Sainte-Angèle sont attribuables à trois des « Dames Drapeau » : Luce-Gertrude Drapeau (1794-1880), Flavie-Angélique Drapeau (1788-1840) et Louise-Angèle Drapeau (1799-1876), toutes trois coseigneuses à l'érection des paroisses susmentionnées en 1829 (Chassé, 2005). Il va sans dire que la famille Drapeau en est une très riche et influente dans la région au courant du 18^e et 19^e siècle. L'église du site historique, inscrite au registre du patrimoine québécois et reconnue pour ses particularités architecturales et monumentales, a été érigée en 1840 et sa position géographique sur la pointe de l'Anse-aux-coques serait attribuable à la présence de pilotes aux seins des paroissiens qui voulaient se servir du clocher comme aide à la navigation (Ministère de la Culture et des Communications, 2007; Municipalité de Sainte-Luce, 2021) Tous les ouvriers ayant participé à sa construction furent des paroissiens locaux, ce qui démontre son importance historique au sein de la collectivité (Ministère de la Culture et des Communications, 2007; Municipalité de Sainte-Luce, 2021). L'installation particulièrement hâtive, quoi que lente avant 1790, de paroissiens et sa popularité en tant que site de villégiature au courant des siècles suivants pourrait expliquer le nombre particulièrement important de maisons classées patrimoniales sur le rivage.

Pour ce qui est de Pointe-au-Père, l'histoire de son nom n'en est pas moins surprenante. Le secteur a toujours été connu sous cette appellation avant même son érection canonique de 1882. Elle serait à l'origine du père jésuite Henri Nouvel, qui y aurait organisé la première messe sur la rive sud du fleuve en 1663, après être accosté en 1662 (Agence Parcs Canada, 2020; Historica Canada, 2015). Le secteur abrite l'un des plus importants sites d'aide à la navigation de l'histoire maritime canadienne, notamment par sa localisation stratégique et avantageuse. En effet, le fleuve étant très difficile à naviguer, une classe de pilotes experts a toujours existé depuis la colonisation pour aider les bateaux à travers leur traversée. La station de pilotage de Pointe-au-Père, en activité de 1859 à 1956, voyait déjà des pilotes s'y installer antérieurement à sa création. La construction d'un quai amena officiellement les activités des Pilotes du Saint-Laurent de la station du Bic au déjà populaire et apprécié par les armateurs site de Pointe-au-Père (Agence Parcs Canada, 2020; Historica Canada, 2015). Ces derniers y seront jusqu'en 1956, c'est-à-dire jusqu'à son déplacement aux Escoumins (Parc Canada). Au niveau historique maritime, la station fut le théâtre de nombreux événements. C'est notamment elle qui recevra les signaux de détresse du paquebot *Empress of Ireland* le 29 mai 1914 aux alentours de 01h30 am, qui coulera au large de Sainte-Luce en seulement 14 minutes des suites d'une collision avec le charbonnier norvégien *Storstad*, entraînant la mort de 1012 âmes et créant ainsi la pire tragédie maritime de l'histoire canadienne (Agence Parcs Canada, 2020; Municipalité de Sainte-Luce, 2021). Elle est aussi responsable, de 1923 à 1937, de l'inspection des passagers des bateaux en direction de la station de quarantaines de Grosse-Île, aussi site historique, permettant ainsi d'éviter une crise sanitaire en sol canadien (Agence Parcs Canada, 2020). L'importance historique des deux sites est somme tout peu contestable.

Importance de l'exposition

Maintenant que la réalité patrimoniale des deux sites a été éclaircie, en quoi sont-ils particulièrement exposés? Historiquement, pour des raisons esthétiques, fonctionnelles, culturelles et stratégiques, le bâti des deux sites sont très rapprochés du rivage. Leurs structures en terrasses de plage, comme précédemment expliqué, sont très sensibles aux aléas d'érosion. De plus, comme nous le voyons sur les cartes d'exposition, cette forme de terrain peut grandement favoriser la pénétration de l'eau dans les terres lors d'épisode de submersion. Ceci peut occasionner des dommages considérables aux infrastructures, et ce même si elles sont éloignées du rivage (Bernatchez et al., 2008). En contexte de changement climatique où les tempêtes sont de plus en plus nombreuses et de plus en plus violentes (Bernatchez et al., 2008), ce facteur devient central dans d'exposition aux aléas. La diminution du couvert de glace sur le littoral induite par les changements climatiques rend aussi de plus en plus vulnérables les berges aux tempêtes hivernales. La glace agit en tant que barrière naturelle contre les vagues de tempêtes (Bernatchez et al., 2008).

L'artificialité des berges est aussi un facteur d'accentuation, même si de prime à bord, la fonction primaire des structures est de défense. En effet, des mesures incomplètes comme un enrochement partiel du littoral crée l'effet de bout, où l'énergie est concentrée là où l'artificialité s'arrête (Marie, 2018; Bernatchez et Fraser, 2012). Ces mêmes enrochements, même s'ils aident à stopper l'érosion de la terrasse de plage, amène une accentuation de l'érosion de la plage elle-même, ce qui diminue leur largeur et ainsi diminue de façon considérable la résilience du système côtier (Bernatchez et Fraser, 2012; Marie, 2018). Les structures rigides comme les murets, sont efficaces contre le recul du trait de côte, mais accentuent, comme l'enrochement, l'érosion des plages. De plus, ces artificialités

accentuent la réflexion des vagues, ce qui augmentent le risque de submersion lors de tempête. Sur le site de Pointe-au-Père, la grande majorité du littoral est naturel à l'inverse de Sainte-Luce qui elle, en plus d'être à grande majorité artificielle, est particulièrement segmentée. Ces résultats sont particulièrement alarmants, mais doivent être mis en perspective.

Réflexion sur la méthodologie : limites et biais

Quelques bémols sont à soulignés quant à l'exposition réelle via la méthodologie. En premier lieu, le chaînon de 100 mètres délimitant le côtier du non-côtier peut être débattue. En effet, c'est une mesure arbitraire et générale qui peut faire varier les résultats de l'analyse à grande échelle. Puisque la géomorphologie côtière du Québec n'est pas homogène tout le long du littoral, cette mesure peut amener un biais de représentation de la réalité de l'aménagement et donc, de la répartition du patrimoine. En second lieu la méthode utilisée pour cibler les points à haute concentration en patrimoine est strictement dépendante du niveau et de la qualité des données de la base patrimoniale construite. Cette dernière est à son tour dépendante des bases de données des partenaires qui, comme nous l'avons vu, sont particulièrement incomplètes et imprécises. C'est donc un biais d'échantillonnage résultant en un manque de représentativité de la réalité patrimoniale, amenant par le fait même une analyse à grande échelle erronée. En troisième lieu, un autre problème évident existe dans la vérification de la réalité à l'exposition. La fonction de proximité utilisée pour les sites comme Sainte-Luce, où le trait de côte avec la moyenne mobile était indisponible au contraire de Pointe-au-Père, est très approximative et pourrait appliquer une classe d'exposition fautive à des entités mal géoréférencées (encore ici le biais de qualité des données). Dans un même ordre d'idée, comme préalablement

mentionné, il existe aussi un biais dans la vérification de la réalité à la submersion. Pour les régions où les feuillets Lidar étaient indisponibles, les MNT (format matriciel) d'échelle 1 : 50000 à résolution de 10 mètres au sol, ont été utilisés. Il existe donc une incertitude quant à la validité des résultats car la cote de submersion peut inclure des pixels dont la réalité du terrain ne correspond pas aux résultats obtenus. Comme préalablement défini, elle ne prend d'ailleurs pas en compte le *runup*, soit la sensibilité de la côte à la submersion. Cette cote composite formée de plusieurs variables représente donc une certaine limite de la méthodologie. Le choix du scénario le plus pessimiste du GIEC (IPCC, 2019) quant à l'augmentation du niveau moyen des mers peut aussi être discutable. De plus, elle prend en considération plusieurs facteurs événementiels dont les tempêtes. La récurrence et l'intensité de ces dernières, même si leurs projections sont à la hausse, restent difficilement prévisibles. Bien qu'il soit important de garder les résultats en perspectives, nous nous devons de les prendre en considération afin d'assurer la pérennité de notre patrimoine.

Conclusion

Retour sur les objectifs

Comme susmentionné, le stage avait un triple objectif de recherche. En premier lieu, créer une base de données patrimoniale à partir des éléments disponibles dans les bases de données accessibles à l'UQAR et dans les bases des différents partenaires. En deuxième lieu, effectuer une analyse à grande échelle afin de cibler des sites où le patrimoine est potentiellement exposé puis, dans un troisième lieu, effectuer une analyse à l'échelle locale de l'exposition du patrimoine bâti aux aléas de submersion et d'érosion des sites choisis. De manière générale, le travail effectué a selon moi rempli les objectifs de belle façon. Ce

dernier rapport montre de façon claire et concise le cheminement qui a mené à l'accomplissement de chaque étape.

En étant au premier cycle, ce stage devait me faire bénéficier d'une formation particulière en m'introduisant à la recherche scientifique dans un domaine précis. Cela va sans dire qu'il devait en un sens faire bénéficier ma formation de géographe en aiguisant et en développant certaines aptitudes en lien avec le thème, ainsi qu'en aiguisant mon sens critique et mon esprit scientifique. Puisqu'il se passait majoritairement à l'ordinateur et que l'entièreté des analyses s'effectuait à l'aide des SIG, j'avais pour objectif d'améliorer mes connaissances et mes techniques de ces logiciels. Il est évidemment primordial pour un chercheur en géographie en 2021 de posséder des qualités particulières dans ce domaine, puisque l'analyse spatiale est sa spécialité. En ce sens, je crois que cet objectif a été rempli. Notamment, nous pouvons voir mon cheminement dans la construction de carte tout au long du stage. Je mentirais si je disais que j'étais 100% fier des premières cartes construites aux débuts du stage. Plusieurs erreurs existaient et Guillaume a dû plusieurs fois me faire modifier des éléments, notamment au niveau de la sémiologie. Même à la fin, la carte d'analyse locale pour le colloque ne me plaisait pas à 100%. Elle n'était pas représentative de la qualité du travail et de la droiture (« *sleekness* ») que j'utilise normalement dans mes travaux. En comparaison, les cartes finales sont, à mon avis, de bien meilleure qualité. Elles sont propres, professionnelles et claires. Elles sont éloquentes et on ne se pose pas de question en les regardant.

Étant donné que le thème du stage chevauche la géographie physique et humaine, la sensibilisation à la thématique patrimoniale et l'acquisition de connaissances sur le sujet étaient mes objectifs personnels primaires pour l'été. Le dernier objectif personnel que

j'avais vis-à-vis le stage était d'acquérir des connaissances en géographie et géomorphologie côtière. Puisqu'à l'Université de Montréal, les recherches sont particulièrement axées sur la foresterie et le domaine glaciaire, nous avons peu de chance de toucher au littoral, qui m'intéresse tout particulièrement. Cela me paraissait tout d'augure d'envisager un objectif de la sorte dans ce cadre. Enfin, je crois que le stage a, de bout en bout, bien rempli sa fonction formatrice, que ce soit sur le plan personnel et professionnel, qu'au plan de recherche.

Retour sur le stage de façon générale

Dans son ensemble, le stage s'est déroulé de façon exceptionnelle. En plus d'un encadrement irréprochable de la part des deux directeurs, j'ai eu le droit de travailler avec une équipe multidisciplinaire aux horizons multiples qui m'ont fait grandir. Ce qui a nettement marqué ce stage est ma participation au colloque. Il m'a permis de rencontrer des chercheurs dans le domaine des études patrimoniales et de me sensibiliser à une problématique dont je saisissais mal l'ampleur. En effet, plusieurs présentations du colloque m'ont particulièrement touché, comme celle sur le site de la grippe espagnole en Matapédia, celle sur Mary McConnell-Conroy ou celle sur le patrimoine à l'aire du tourisme de masse. En plus d'ouvrir mes horizons sur la recherche d'un domaine qui n'est pas le mien, le colloque m'a motivé à poursuivre le stage et m'a convaincu encore plus de son bienfondé. C'est pourquoi qu'en recommandation pour de futurs stages, j'avance la pertinence que je prête à ce type d'évènement. Je crois pertinemment essentiel que les futurs élèves effectuant des stages de recherches aient l'occasion d'assister ou de participer à des colloques. La ville de Rimouski est aussi une ville vraiment plaisante à habiter et à découvrir. Sa proximité à la Gaspésie, au parc du Bic et à la Côte-Nord lui confère un statut

de place de choix où faire un stage, et je n'aurai aucune hésitation à la recommander, elle et l'UQAR, à des étudiants hésitants.

Au niveau de la problématique de recherche et du sujet général, je crois en la pertinence qu'un élève en géographie physique soit sensibilisé aux enjeux humains peu importe leur nature. Dans un domaine aussi multidisciplinaire que la géographie, il est selon moi primordial de détenir des connaissances dans la sphère humaine. Très tôt dans le baccalauréat à l'Université de Montréal, on nous martèle que les géographes humains se doivent de détenir un minimum de connaissance des phénomènes physiques de la Terre. Je crois que cette vision doit aussi être partagée et martelée à l'inverse. Peu importe la thématique sociale et humaine, une occasion de toucher de près ou de loin à ces champs est une occasion d'aiguiser sa sensibilité et d'élargir sa vision globale. Cela m'a notamment permis, au fur et à mesure de l'été, d'approfondir ma réflexion sur ces thématiques et m'a fait grandir en tant que futur chercheur et scientifique.

En conclusion, je tiens à chaudement remercier Daniel Fortier et Guillaume Marie pour leur soutien et encadrement irréprochables qu'ils m'ont offert, qui a rendu mon été plus que formateur en tant que chercheur, en tant que professionnel, mais surtout en tant qu'humain. Je tiens à remercier aussi tous les membres susmentionnés de l'équipe de Guillaume et du laboratoire de Pascal Bernatchez, qui m'ont aidé à passer un été mémorable à Rimouski et au LDGIZC.

Bibliographie

- Action patrimoine. (s. d.). Les définitions et les types de patrimoine. <https://actionpatrimoine.ca/tonpatrimoine/definitions-types-patrimoine/>
- Agence Parcs Canada. (2020). *Histoire du Lieu historique national du Phare-de-Pointe-au-Père*. <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/pointeaupere/culture/Histoire-history>
- Benhamou, F. (2012a). Introduction. Dans *Économie du patrimoine culturel*. La Découverte. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb42689606b>
- Benhamou, F. (2012b). Les territoires fluctuants du patrimoine. Dans *Économie du patrimoine culturel*. La Découverte. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb42689606b>
- Bernatchez, P., Fraser, C., Friesinger, S., Jolivet, Y., Dugas, S., Drejza, S. et Morissette, A. (2008). Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques. Rimouski : Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières
- Bernatchez, P. et Beaudry, N. (2010). *Les effets de l'érosion côtière sur le potentiel archéologique et patrimonial de la Gaspésie*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Laboratoire d'archéologie et de patrimoine, Université du Québec à Rimouski.
- Bernatchez, P. et Fraser, C. (2012). Evolution of Coastal Defence Structures and Consequences for Beach Width Trends, Québec, Canada. *Journal of Coastal Research*, 285, 1550-1566. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-10-00189.1>
- Chassé, B. (2005). Les dames Drapeau. *L'Estuaire*, (65).
- Christopherson, R. W. et Birkeland, G. H. (2018). *Geosystems: an introduction to physical geography* (Tenth edition). Pearson.
- Comeau, F.-A. (2006). *Structure et stratigraphie de la zone parautochtone des Appalaches taconiennes dans la région de Québec* [Université Laval]. <http://hdl.handle.net/20.500.11794/19430>
- Comité ZIP Côte-Nord du Golfe. (2007). L'érosion des berges au Québec maritime. <http://www.zipcng.org/CLIENTS/1-1>
zipcng/docs/upload/sys_docs/Erosion_des_berges_au_Quebec_maritime.pdf
- Conseil du patrimoine de Montréal. (2003). *Pour une définition du patrimoine à la ville de Montréal*. Ville de Montréal. https://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6377.63873579&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Cyr, C. et Dufour, P. (1983). Biographie de Joseph Drapeau. Dans *Dictionnaire biographique du Canada* (vol. 5). Université Laval/University of Toronto. http://www.biographi.ca/fr/bio/drapeau_joseph_5F.html
- Dionne, J.-C. (1996). La terrasse Mitis à la pointe aux Alouettes, côte nord du moyen estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 50(1), 57-72. <https://doi.org/10.7202/033075ar>
- Dionne, J.-C. (1997). Nouvelles données sur la transgression Laurentienne, côte sud du moyen estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 51(2), 201-210. <https://doi.org/10.7202/033118ar>
- Dionne, J.-C. (2002a). État des connaissances sur la ligne de rivage Micmac de J. W. Goldthwait (estuaire du Saint-Laurent). *Géographie physique et Quaternaire*, 56(1), 97-121. <https://doi.org/10.7202/008607ar>

- Dionne, J.-C. (2002b). Une nouvelle courbe du niveau marin relatif pour la région de Rivière-du-Loup (Québec). *Géographie physique et Quaternaire*, 56(1), 33-44. <https://doi.org/10.7202/008603ar>
- Drejza, S., Friesinger, S. et Bernatchez, P. (2014). *Vulnérabilité des infrastructures routières de l'est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Caractérisation des côtes, dynamique hydrosédimentaire et exposition des infrastructures routières à l'érosion et à la submersion* (n° 1). Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski.
- du Plessis, V., Beshiri, R. et Bollman, R. D. (2001). Définitions de « rural ». *Bulletin d'analyse - Régions rurales et petites villes du Canada*, 3(3). <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/21-006-x/21-006-x2001003-fra.pdf>
- Forum québécois du patrimoine. (2000). Déclaration québécoise du patrimoine.
- Géorisques. (2021). *Les inondations par submersion marine*. Les inondations. <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/les-inondations-par-submersion-marine>
- Gouvernement du Québec. (2017). *Loi 132- Loi sur la conservation des milieux humides et hydriques*. <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cs/C-61.01/20130401>
- Gouvernement du Québec. (2021). *Loi C 61- Loi sur la conservation du patrimoine naturel*. <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cs/C-61.01/20130401>
- Groupe de recherches sur les musées et le patrimoine., Thuriot, Fabrice. et Vidal, Geneviève. (2008). *Patrimoine et mondialisation*. L'Harmattan. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb41308786j>
- Groupe-conseil sur la politique du patrimoine culturel du Québec. et Arpin, R. (2000). *Notre patrimoine, un présent du passé: proposition présentée à madame Agnès Maltais ... par le Groupe-conseil sous la présidence de monsieur Roland Arpin*. [Ministère de la culture et des communications]. <http://www4.bnquebec.ca/pgq/2002/2628336/2628336.pdf>
- Histoire du Québec. (s. d.). *Sainte-Luce*. <https://histoire-du-quebec.ca/sainte-luce>
- Historica Canada. (2015). *Pointe-au-Père*. The Canadian Encyclopedia. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/pointe-au-pere>
- Howard, P. et Pinder, D. (2003). Cultural heritage and sustainability in the coastal zone: experiences in south west England. *Journal of Cultural Heritage*, 4(1), 57-68. [https://doi.org/10.1016/S1296-2074\(03\)00008-6](https://doi.org/10.1016/S1296-2074(03)00008-6)
- IPCC (2019) IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Sous presse.
- Koohzare, A., Vaníček, P. et Santos, M. (2008). Pattern of recent vertical crustal movements in Canada, *Journal of Geodynamics*, vol 45, p. 133-145
- Laboratoire d'archéologie et de patrimoine. (2020). *Patrimoine enseignement et recherche - Base de données PatER* [shapefile].
- Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières. (2020). *Les usages côtiers - Base de données* [shapefile].
- Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières. (2021a). *Caractérisation des berges de l'Île d'Orléans - Base de données* [shapefile]. Université Laval/Université du Québec à Rimouski.
- Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières. (2021b). *Trait de côte de l'est du Québec - Projet Résilience côtière* [shapefile].
- Marie, G. (2018). *Érosion côtière dans la MRC de La Mitis*.

- Marie, G. (2019). L'apport de la géographie aux études patrimoniales. Dans K. Hébert et J. Goyette (dir.), *Entre disciplines et indiscipline, la patrimoine* (p. 232). Presses de l'Université du Québec.
- Marie, G., Péron, F., Amghar, J., Vincent, J. et L'Aot, L. (2008). *Le patrimoine maritime culturel: de l'inventaire à l'action (exemple des espaces côtiers bretons)*. Le littoral : subir, dire, agir, Lille. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00270386>
- Ministère de la Culture et des Communications. (2007). *Église de Sainte-Luce*. Répertoire du patrimoine culturel du Québec. <https://patrimoine-culturel.gouv.qc.ca/rpcq/detail.do?methode=consulter&id=92868&type=bien>
- Ministère de la Culture et des Communications. (2008). *Plaque en hommage à Angélique-Flavie Drapeau*. Répertoire du patrimoine culturel du Québec. <https://www.patrimoine-culturel.gouv.qc.ca/rpcq/detail.do?methode=consulter&id=123358&type=bien>
- Ministère de la Culture et des Communications. (2021a). *Inventaire des sites archéologiques du Québec - Base de données* [shapefile].
- Ministère de la Culture et des Communications. (2021b). *Répertoire du patrimoine culturel du Québec*. Répertoire du patrimoine culturel du Québec. <https://patrimoine-culturel.gouv.qc.ca>
- Ministère de la Sécurité publique du Québec. (2012). *Processus d'érosion selon les types de côtes*. Principaux risques naturels. <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-du-territoire/erosion-cotiere/processus-derosion.html>
- Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques. (2012). *Registre des aires protégées au Québec* [shapefile].
- Ministère de l'énergie et des ressources naturelles. (2021). Système d'information géominière. SIGÉOM | https://siggeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/II102_indexAccueil?l=f
- Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs. (2004). Système GPS - Guide d'information et de bonnes pratiques, 38.
- Municipalité de Sainte-Luce. (2021). *Attraits et activités*. <https://sainteluce.ca/tourisme/activite.php>
- Péron, F. (1994). Fonctions sociales et dimensions subjectives du littoral. *Études rurales*, 133, 31-43.
- Pincivy, A. (2003). *Géochronologie 40Ar/39Ar et analyse structurale de la zone de Humber des Appalaches de Gaspésie (Québec, Canada): implication sur la tectonique des Appalaches du nord*. [Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique]. <http://espace.inrs.ca/id/eprint/371/>
- Pinelli, J.-P., Esteva, M., Rathje, E. M., Roueche, D., Brandenberg, S. J., Mosqueda, G., Padgett, J. et Haan, F. (2020). Disaster Risk Management Through the DesignSafe Cyberinfrastructure. *International Journal of Disaster Risk Science*, 11(6), 719-734. <https://doi.org/10.1007/s13753-020-00320-8>
- Quintin, C., Bernatchez, P. et Jolivet, Y. (2013). *Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs* (n° 1 et 2). Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière, Université du Québec à Rimouski.
- Ren, F. (2017). Density Estimation. Dans *International Encyclopedia of Geography* (p. 1-6). American Cancer Society. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0118>
- Touchette, M. et Corriveau, M. (2021). Exposition potentielle des bâtiments, routes et voies ferrées à l'érosion côtière au Québec maritime. Rapport méthodologique. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski.

Rapport remis au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, juillet 2021, 78 p.

UNESCO. (1972). *Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel*. UNESCO Centre du patrimoine mondial mondial. <https://whc.unesco.org/fr/conventiontexte/>

Vallega, A. (2003). The coastal cultural heritage facing coastal management. *Journal of Cultural Heritage*, 4(1), 5-24. [https://doi.org/10.1016/S1296-2074\(03\)00004-9](https://doi.org/10.1016/S1296-2074(03)00004-9)

Vigneault, B., Centre de recherche sur les milieux insulaires et maritimes., et Conférence régionale des élu(e)s Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. (2011). *Inventaire du patrimoine géomorphologique de la MRC de la Haute-Gaspésie et identification des stratégies de valorisation géotouristique* (vol. 1-1 ressource en ligne (v, 351 p.) : illustrations (certaines en coul.), cartes (certaines en coul.)). Centre de recherche sur les milieux insulaires et maritimes. <http://biblio.uqar.qc.ca/archives/30312479.pdf>

Wikipedia. (2021, 24 janvier). Kernel (statistics). Dans Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kernel_\(statistics\)&oldid=1002346967](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kernel_(statistics)&oldid=1002346967)

Exposition du patrimoine matériel côtier : La Grave

