

Interactions entre les activités forestières et les milieux aquatiques

Pascal Sirois (Ph. D.)



UQAC

Université du Québec à Chicoutimi

Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées (CREAE)



Maxime
Boivin



Olivier
Morissette



Vincent
Lecours



Yan
Boucher



UQAC

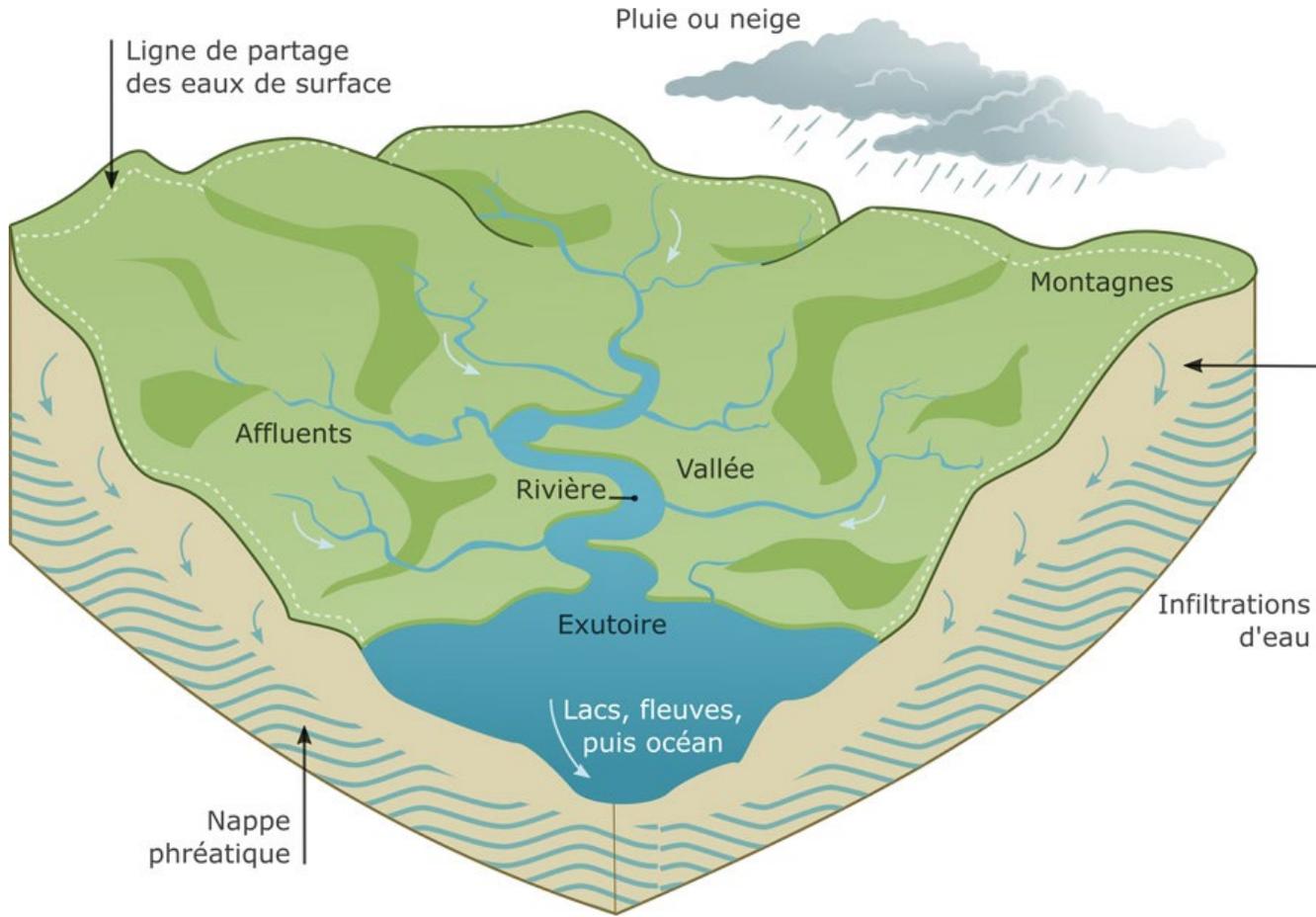
Centre de recherche
sur la boréale (CREB)

Université du Québec à Chicoutimi



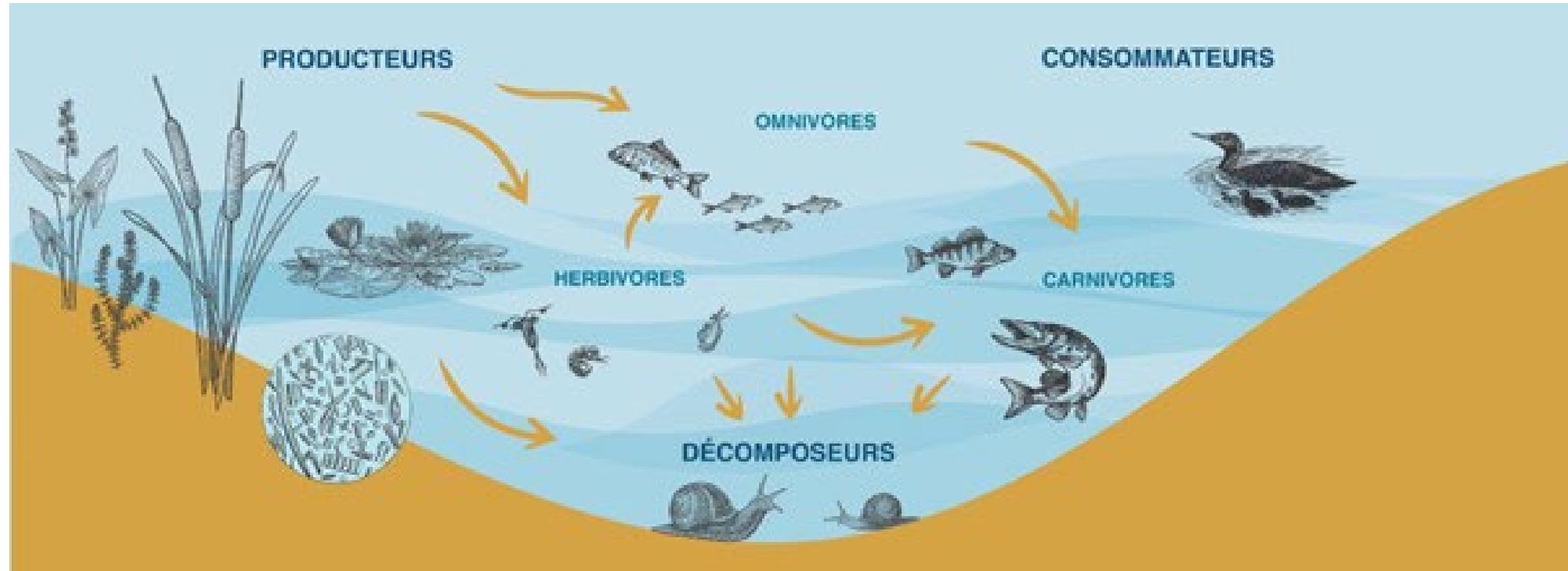
Laboratoire d'expertise et de
recherche en géographie appliquée
UQAC

Le bassin versant



- La forêt boréale québécoise est une importante source de matière ligneeuse.
- Elle renferme également des milliers de lacs et de rivières.
- Les écosystèmes aquatiques sont fortement influencés par les apports de leur bassin versant, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique.

Le réseau trophique aquatique



Les apports terrestres influencent l'ensemble des composantes des écosystèmes aquatiques par le biais de la qualité de l'eau (exemple : phosphore, azote).

Les effets des activités forestières . . .

André Plamondon
Université Laval

Réseau canadien de gestion
durable des forêts (GDF)

Travaux de l'UQAC et coll.
Design BACI

Naturaliste can. 108: 289-298 (1991)

ANALYSES ET COMMENTAIRES

ÉCOULEMENT ET MODIFICATION DU COUVERT FORESTIER

A.P. PLAMONDON

Département d'aménagement et de sylviculture,
Faculté de foresterie et de géodésie,

et

Centre de recherches sur l'eau (CENTREAU),
Université Laval, Québec G1K 7P4

Résumé

L'auteur revise les principales études effectuées sur les bassins expérimentaux dans le but de déterminer les effets de la coupe ou du reboisement sur l'écoulement. Spécifiquement, il discute des effets de la modification du couvert forestier sur l'écoulement annuel, saisonnier, de pointe et d'étiage.

Abstract

The author reviews the main studies carried out on experimental watersheds in order to determine the cutting and planting effects on streamflow. More specifically, the effects of modifying the forest cover on annual, seasonal, peak and low flows are discussed.

Introduction

L'homme a spéculé durant des siècles sur les relations entre la forêt et l'eau. Vers 1900, les Suisses ont entrepris l'étude de deux bassins dans la vallée Emmental. L'un était boisé tandis que l'autre servait principalement de pâturage. L'écoulement plus élevé dans le deuxième étiat attribué à la faible superficie boisée, mais cette conclusion était incertaine à cause de l'absence d'une période de calibration (Hibbert, 1967). Au début du siècle, les personnes impliquées dans l'aménagement des bassins versants aux États-Unis, argumentaient sur des hypothèses. Elles étaient divisées en deux groupes défendant des points de vue opposés. Les forestiers affirmaient que la forêt conserve l'eau, qu'elle réduit les inondations et que le meilleur aménagement est la protection complète de la forêt (Zon, 1912). L'autre groupe composé principalement d'ingénieurs maintenait que la forêt accoutie les pénuries d'eau, qu'elle a peu d'influence sur les crues (Moore, 1910) et que le meilleur

aménagement est l'enlèvement de la végétation (Chittenden, 1909 *ide* Kittredge, 1948).

Ces divergences d'opinions favorisèrent la recherche sur les petits bassins expérimentaux aux États-Unis. Les premiers résultats fiables ont été obtenus par Bates & Henry (1928), suite à l'utilisation de bassins jumelés (Hewlett & Pienaar, 1973; Kovner & Evans, 1954; Reinhart, 1967; Wilm, 1943). Cette technique consiste à mesurer l'écoulement dans deux bassins similaires durant une période de « calibration », puis à couper la forêt sur l'un d'eux tout en conservant l'autre intact pour fin de comparaison. Cette approche a par la suite été utilisée en Afrique du Sud (Wicht, 1967), au Japon (Muryama & Inose, 1952), au Canada (Jeffrey, 1967), en Australie (Costin & Slatyer, 1967) et ailleurs dans le monde.

Ce texte présente une synthèse des résultats obtenus à la suite des études effectuées majoritairement sur des bassins expérimentaux jumelés.

Comparative impacts of fire and forest harvesting on water quality in Boreal Shield lakes

Richard Carignan, Pierre D'Arcy, and Sébastien Lamontagne

Abstract. Water quality was monitored in Boreal Shield lakes for 3 years following their simultaneous impact by clearcut logging or wildfire. Seventeen similar undisturbed lakes served as references. Dissolved organic carbon (DOC) and the light attenuation coefficient (k_{PAR}) were up to threefold higher in cut lakes than in reference and burnt lakes. Compared with median values for reference lakes, cut and burnt lakes had higher concentrations of total phosphorus (TP) (two- to three-fold), total organic nitrogen (TON) (two-fold), and K^+ , Cl^- , and Ca^{2+} (up to sixfold). NO_3^- and SO_4^{2-} concentrations were up to 60- and 6-fold higher, respectively, in burnt lakes than in reference and cut lakes. In most cases, impacts were directly proportional to the area harvested or burnt divided by the lake's volume or area. These simple models correctly predicted the changes observed in three lakes harvested during the study. Some of the observed effects occur on different time scales. Mobile ions released by fire (K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) or harvesting (K^+ , Cl^- , some DOC) are rapidly flushed out of the watershed (50% decrease in 3 years). Other constituents or properties (TP, TON, DOC, ^{19}As , Ca^{2+} , Mg^{2+}) show little change or are still increasing after 3 years and will take a longer time to reach normal levels.

Résumé. Nous avons mesuré la qualité des eaux dans plusieurs lacs du bouclier canadien pendant trois années suivant leur impact par la coupe à blanc ou par des feux de forêt. Dix-sept lacs vierges semblables servent de références. Les concentrations en carbone organique dissous (COD) et le coefficient d'atténuation lumineuse (k_{PAR}) étaient deux à trois fois plus élevées dans les lacs coupés que dans les lacs brûlés. Par rapport aux valeurs médianes observées dans les lacs récents, les lacs coupés et brûlés avaient des concentrations de deux à trois fois plus élevées en phosphore total (PT), deux fois plus élevées en azote organique total (NOT) et jusqu'à six fois plus élevées en K^+ , Cl^- et Ca^{2+} . Le NO_3^- et le SO_4^{2-} étaient respectivement 60 et six fois plus élevés dans les lacs brûlés que dans les lacs coupés et les témoin. Dans les lacs brûlés et coupés, la majorité des impacts étaient directement proportionnels au rapport entre la superficie déboisée et la superficie ou le volume du lac récepteur. Ces modèles simples ont prédit correctement les effets observés dans les lacs déboisés pendant l'étude. Les effets observés se déroulent sur des échelles temporelles différentes. Les ions mobiles minéralisés par le feu (K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) ou relâchés après coupe (K^+ , Cl^- , du COD) ainsi qu'une partie du COD sont rapidement (50% en 3 ans) lessivés du bassin-versant. Les autres substances ou propriétés (PT, NOT, DOC, ^{19}As , Ca^{2+} , Mg^{2+}) ont peu changé ou augmentent encore après 3 ans et prendront plus de temps à revenir à des valeurs normales.

Introduction

Aquatic ecosystems of the Canadian boreal forest are influenced by recurring (50–100 years) wildfires that annually cover from less than 0.1 to 1.0% of the land surface (Natural Resources Canada 1996). During the last century, forest harvesting has increased to such an extent that it now exceeds fire as a disturbance agent in large tracts of the boreal forest, with an annual removal rate reaching 1% in some regions. Boreal forest exploitation is currently shifting towards natural disturbance based models (Hunter 1991, 1993; Franklin 1993). These models propose that fire and logging have similar impacts on ecosystems: and that forest exploitation pat-

terns emulating fire should preserve ecosystem integrity. These important assumptions remain largely unverified, however, for both terrestrial and aquatic ecosystems.

Given the diversity in vegetation, landform, and geology occurring throughout the deciduous, mixed, and boreal forest biomes, relatively few studies have documented the effects of these disturbances on the chemistry and biology of surface waters. Most have described the effects of fire or clear-cutting on stream chemistry or hydrology (e.g., Likens et al. 1970; Nicolson et al. 1982; Bayley et al. 1992), while a minority of studies have focused on lakes (Wright 1976; Rask et al. 1993, 1998; Garcia and Campan 1999). Although coherent models have yet to emerge regarding the impact of either disturbance on surface waters, previous studies have established that the loss of forest cover by fire and clearcuts increases, to varying degrees, runoff and the export of particulate matter, nutrients, major ions, and colour. Few studies were designed, however, to compare the effects of forest removal by fire and clear-cutting or to provide quantitative impact models linking the type and extent of watershed disturbance to water quality in lakes.

During the summer of 1995, four major wildfires totalling

Received September 2, 1999. Accepted May 11, 2000.
115345

R. Carignan, P. D'Arcy, and S. Lamontagne, Département de sciences biologiques, Université de Montréal, C.P. 6128, succ. Centre-Ville, Montréal, QC H3C 3J7, Canada.

Author to whom all correspondence should be addressed.
e-mail: carignas@ere.umontreal.ca

Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57(Suppl. 2): 105–117 (2000)

© 2000 NRC Canada

Biogéosciences, 12, 6999–7011, 2015
www.biogéosciences.net/12/6999/2015/
doi:10.5194/bg-12-6999-2015
© Author(s) 2015. CC Attribution 3.0 License.

Biogéosciences
EGU

Impact of forest harvesting on water quality and fluorescence characteristics of dissolved organic matter in eastern Canadian Boreal Shield lakes in summer

P. Glaz¹, J.-P. Gagné², P. Archambault², P. Sirois³, and C. Nozais¹

¹Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski
²Institut des sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski
³Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées, Laboratoire de sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi

Correspondence to: P. Glaz (patricia_glaz@uqar.ca)

Received: 29 May 2015 – Published in Biogéosciences Discuss.: 23 J

Revised: 24 November 2015 – Accepted: 24 November 2015 – Publish

Abstract.

Forestry activities in the Canadian Boreal region have increased in the last decades, raising concerns about their potential impact on aquatic ecosystems. Water quality and fluorescence characteristics of dissolved organic matter (DOM) were measured over a 3-year period in eight eastern Boreal Shield lakes: four lakes were studied before, 1 and 2 years after forest harvesting (perturbed lakes) and compared with four undisturbed reference lakes (unperturbed lakes) sampled at the same time. ANOVAs showed a significant increase in total phosphorus (TP) in perturbed lakes when the three sampling dates were considered and in DOC concentrations when considering 1 year before and 1 year after the perturbation only. At 1 year post-clear cutting concentrations were about 15% greater in the perturbed lakes (~15 mgCL⁻¹ compared to 12.5 mgCL⁻¹ in the tubed lakes). In contrast, absorbance and fluorescence measurements showed that all metrics remained within ranges compared to the range observed in nature indicating that forest harvesting did not affect the DOM characterized with spectroscopic techniques. However, this effect seems to be temporary, 2 years after, indicating that the system shows and may be able to return to its original condition. Water quality parameters assessed in this study



Published by Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences

Coupes forestières et cours d'eau



↑ Débits de pointe et d'étiage

↑ Température

↓ Oxygène dissous

↑ Éléments nutritifs

↑ Charge en sédiments

Coupes forestières et lacs



↑ **Phosphore total (PT)**

↑ **Azote totale (NT)**

↑ **Carbone organique dissous (COD)**

↑ **Production primaire (Chl a)**

↑ **Croissance des jeunes poissons**

Coupes forestières et lacs



↑ **Phosphore total (PT)**

↑ **Azote totale (NT)**

↑ **Carbone organique dissous (COD)**

↑ **Production primaire (Chl a)**

↑ **Croissance des jeunes poissons**

- **La règle du 4 – 40 % stipule que si l'aire de drainage d'un lac est au moins 4 fois plus élevé que la superficie du lac et que la récolte forestière est de moins de 40 % de l'aire de drainage du lac, les effets sont négligeables sur la qualité de l'eau d'un lac.**
- **Il faut, bien sûr, conserver une bande riveraine.**

Coupes forestières et lacs

Lorsqu'il y a des effets observés, ils sont à très court terme (1 ou 2 ans).

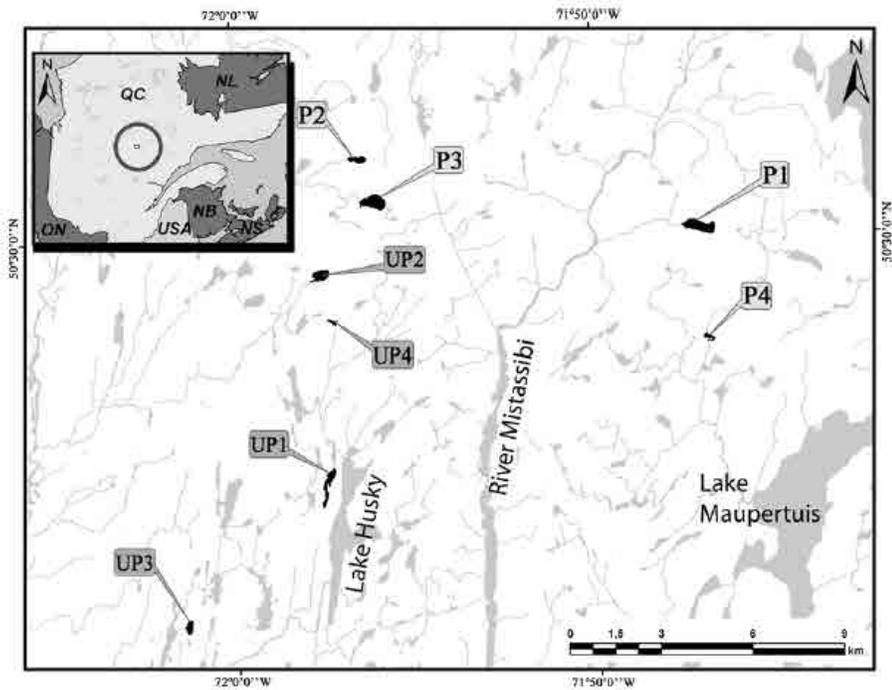


Figure 1. Location of the eight study lakes sampled in 2008, 2009 and 2010. UP, unperturbed lakes; P, perturbed lakes (harvested in 2009).

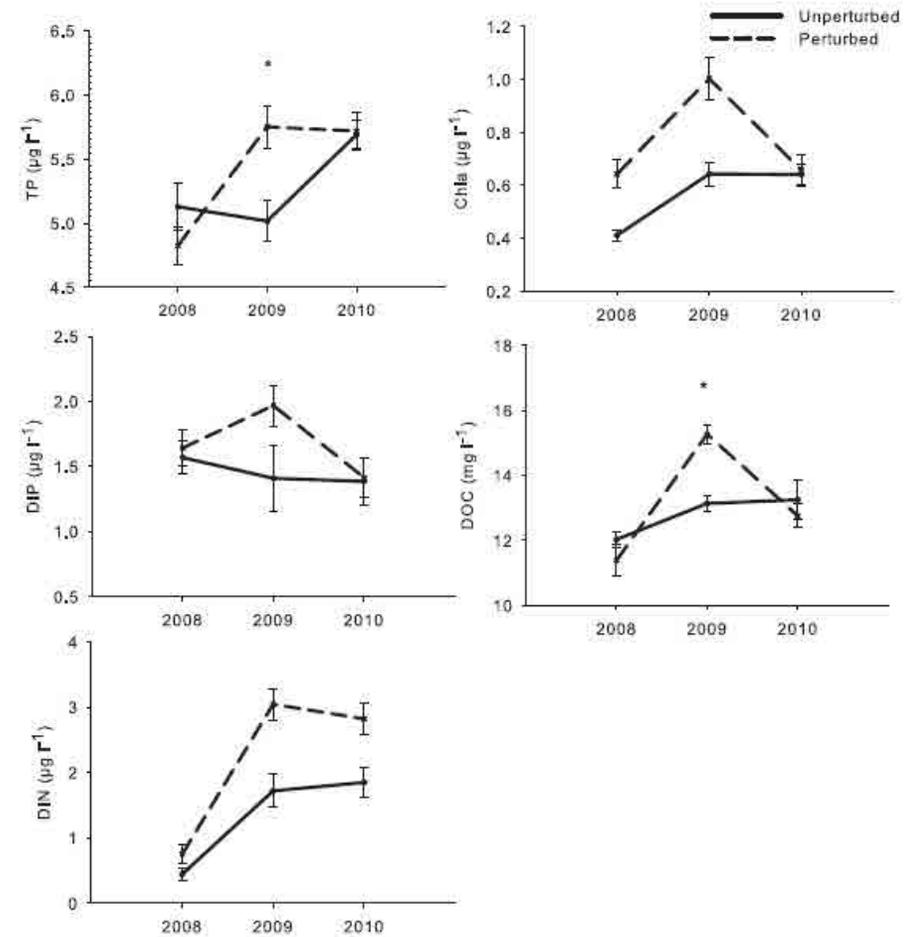
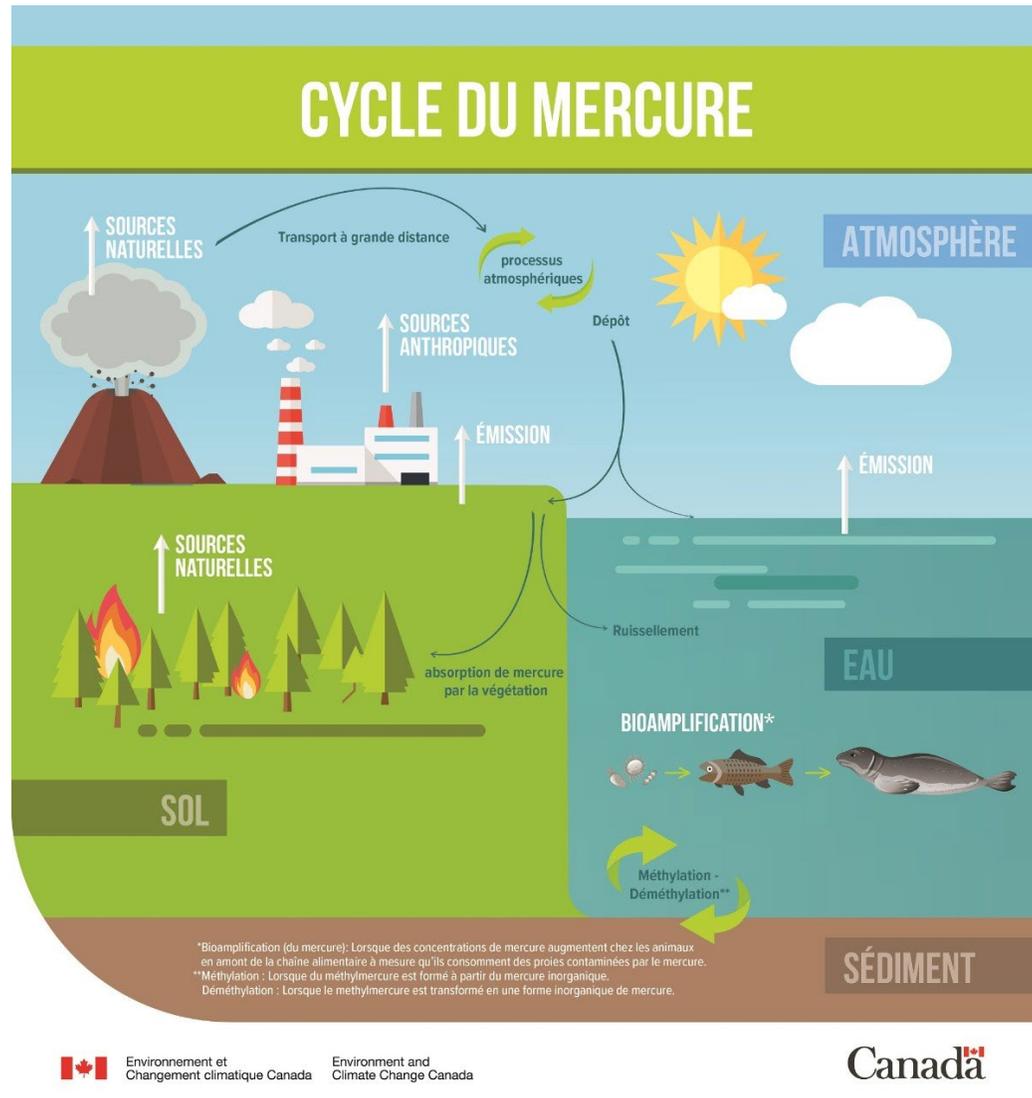


Figure 2. Comparison between treatments (unperturbed, perturbed) and years (2008, 2009, 2010) of TP, DIP, DIN, chl a and DOC. Vertical bars represent standard errors. * $p < 0.05$.

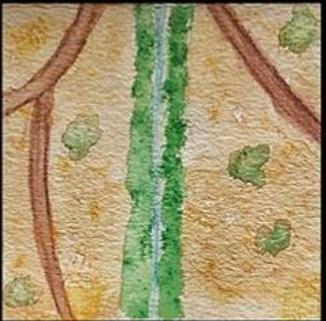
Coupes forestières et mercure



- L'apport de mercure et de sa forme hautement toxique, le méthylmercure, sont souvent identifiés comme une conséquence néfaste des activités forestières sur les écosystèmes aquatiques.
- En réalité, la littérature sur le sujet est contradictoire : parfois, il y a des apports significatifs, parfois non.

Coupes forestières et mercure

Une récente étude de Lam et coll. (2024) menée dans la forêt boréale en Ontario démontre l'effet de la connexion entre le mercure présent dans le sol et les milieux hydriques.

	30 m natural vegetation buffer	3 m natural vegetation buffer	3 m natural buffer + upstream crossing
			
Strengthened Hg-DOC relationship	✗	✓	✓
Increased MeHg load	✗	✗	✓

Ce qu'il faut retenir . . .

- **Les effets des activités forestières sur les cours d'eau sont mieux documentés que sur les lacs.**
- **La règle du 4 – 40 % est importante pour les lacs.**
- **La bande riveraine est essentielle comme tampon.**
- **Lorsque des effets sont observés sur la qualité de l'eau, ils sont à court terme et restent dans la gamme de variation naturelle des plans d'eau (pas d'eutrophisation).**
- **Le mercure forestier ne doit pas connecter avec les milieux hydriques.**

Le cas du lac Kénogami

TVA NOUVELLES ACTUALITÉS MA RÉGION ARGENT SPORTS GUIDE D'ACHAT VIDÉOS

🏠 / RÉGIONAL / SAGUENAY-LAC-ST-JEAN / SAGUENAY-LAC-ST-JEAN

Saguenay veut d'une aire protégée pour sécuriser sa réserve d'eau potable



JEAN-FRANÇOIS TREMBLAY | TVA NOUVELLES
Lundi, 7 mars 2022 18:25

leQuotidien infolettres Je m'abonne

Risques pour la qualité de l'eau du lac Kénogami: la coupe forestière ou les utilisateurs?

Par Carrefour des lecteurs
8 mars 2022 à 18:03 | Mis à jour le 22 décembre 2023 à 00:10

Facebook X LinkedIn Email Print



(ARCHIVES LE QUOTIDIEN/ARCHIVES LE QUOTIDIEN)

OPINION / Dans l'article publicitaire du Quotidien publié le 5 mars 2022 intitulé Coupes forestières au lac Kénogami : la dégradation visuelle débutée, j'ai été attiré par les spéculations énoncées dans le texte du sous-titre « Des risques préoccupants pour la qualité de l'eau ».

Par André P. Plamondon, ing. f. PhD, professeur titulaire retraité en hydrologie forestière, Université Laval

Après 50 ans en recherche sur le terrain, je suis très surpris qu'on ne fasse pas appel à des spécialistes de l'hydrologie forestière, ou des chercheurs spécialisés ayant étudié l'impact des coupes forestières sur le milieu aquatique pour commenter de tels sujets.

Le cas du lac Kénogami

TVA NOUVELLES ACTUALITÉS MA RÉGION ARGENT SPORTS GUIDE D'ACHAT VIDÉOS

🏠 / RÉGIONAL / SAGUENAY-LAC-ST-JEAN / SAGUENAY-LAC-ST-JEAN

Saguenay veut d'une aire protégée pour sécuriser sa réserve d'eau potable



JEAN-FRANÇOIS TREMBLAY | TVA NOUVELLES
Lundi, 7 mars 2022 18:25

leQuotidien infolettres Je m'abonne

Risques pour la qualité de l'eau du lac Kénogami: la coupe forestière ou les utilisateurs?

Par Carrefour des lecteurs
8 mars 2022 à 18:03 | Mis à jour le 22 décembre 2023 à 00:00

📧 📧 📧 📧 📧



(ARCHIVES LE QUOTIDIEN/ARCHIVES LE QUOTIDIEN)

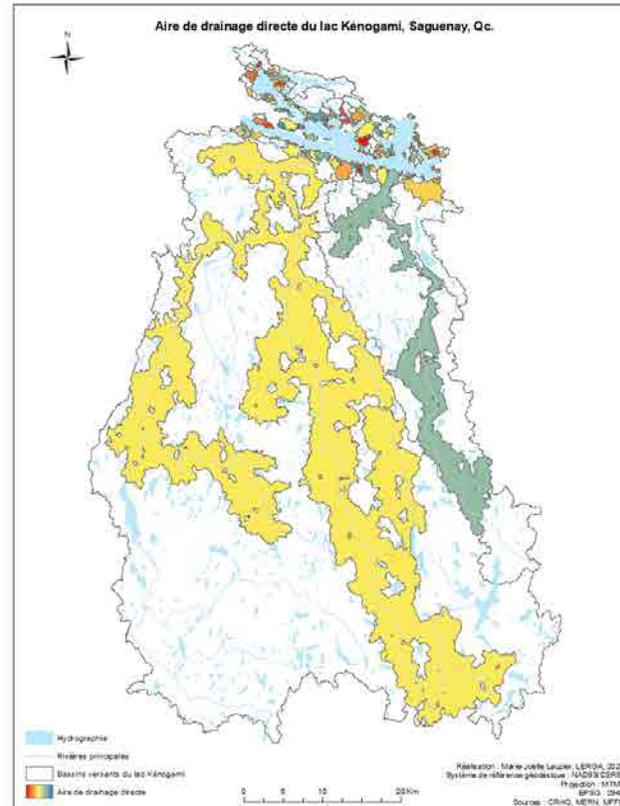
OPINION / Dans l'article publicitaire du Quotidien publié le 5 mars 2022 intitulé Coupes forestières au lac Kénogami : la dégradation visuelle débutée, j'ai été attiré par les spéculations énoncées dans le texte du sous-titre « Des risques préoccupants pour la qualité de l'eau ».

Par André P. Plamondon, ing. f. PhD, professeur titulaire retraité en hydrologie forestière, Université Laval

Après 50 ans en recherche sur le terrain, je suis très surpris qu'on ne fasse pas appel à des spécialistes de l'hydrologie forestière, ou des chercheurs spécialisés ayant étudié l'impact des coupes forestières sur le milieu aquatique pour commenter de tels sujets.

La récolte forestière est pointée du doigt en lien avec la qualité de l'eau du lac Kénogami, est-ce justifié ?

Le cas du lac Kénogami



Superficie totale du bassin versant du lac Kénogami :

3 303,64 km²

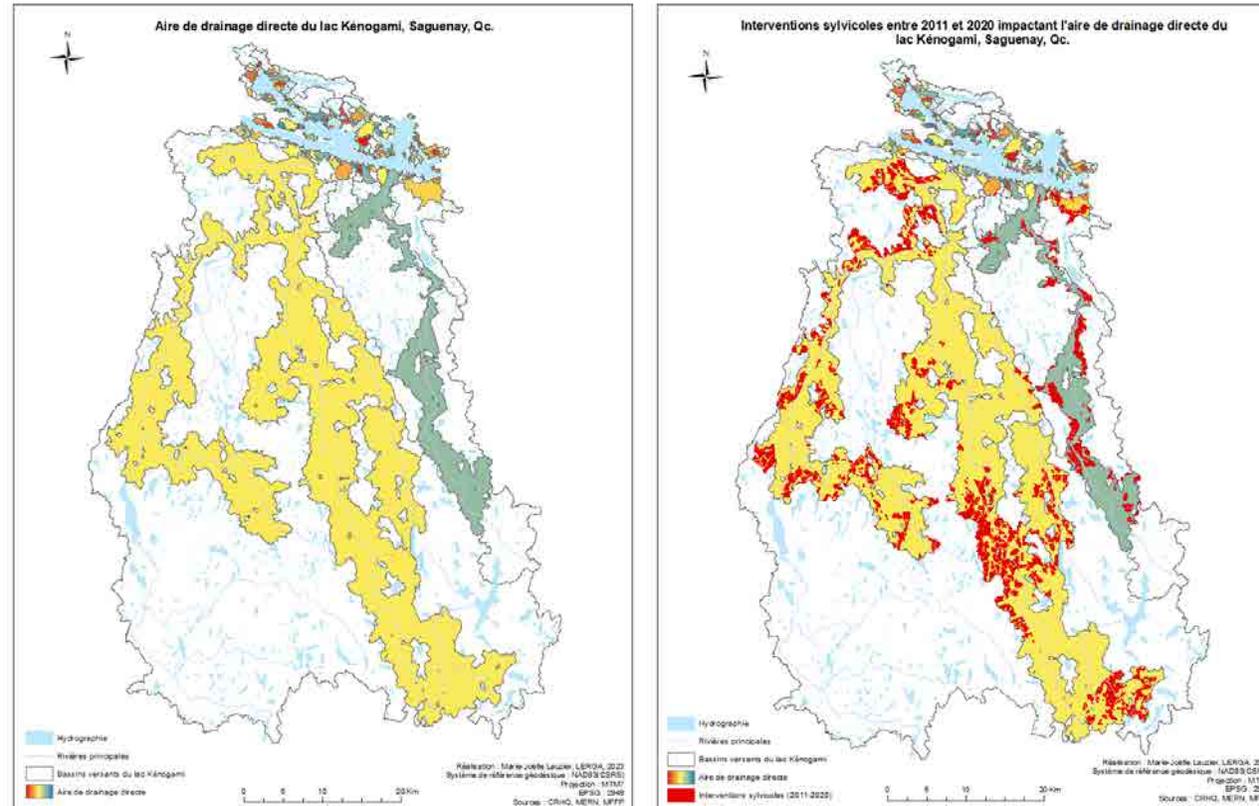
Superficie du la Kénogami :

59,10 km²

Ratio de drainage :

55,9

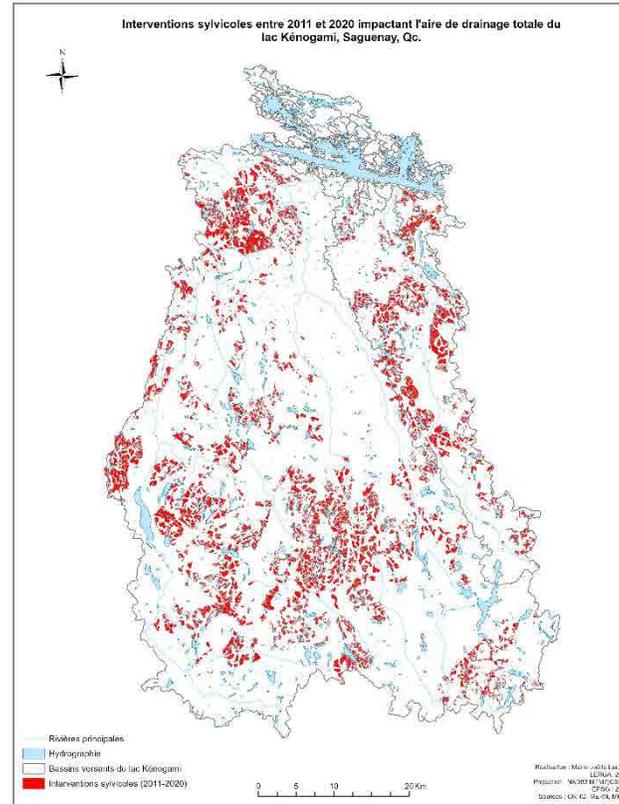
Le cas du lac Kénogami



Superficie totale du bassin versant du lac Kénogami : **3 303,64 km²**
Superficie du la Kénogami : **59,10 km²**
Ratio de drainage : **55,9**

Aire de drainage **directe** du lac Kénogami : **1 142,65 km²**
Aire des activités forestières entre **2011 et 2020** : **130,97 km²**
Pourcentage : **11,5 %**

Le cas du lac Kénogami



Superficie totale du bassin versant du lac Kénogami :	3 303,64 km²
Superficie des activités forestières entre 2011 et 2020 :	435,95 km²
Pourcentage :	13,2 %

Le cas du lac Kénogami

Bref,

- **Le lac Kénogami a un ratio de drainage largement supérieur à 4 et les activités forestières ne couvrent pas plus de 14 % de la superficie de son bassin versant.**
- **L'ensemble des usages sur le lac et son bassin versant doit être pris en compte pour protéger la principale source d'eau potable de Ville Saguenay.**



Travaux de recherches à venir

Projet partenariale sur les petits cours d'eau en forêt boréale (Morissette et coll.).



Domtar

Travaux de recherches à venir

L'évolution des technologies de cartographie du territoire (ex. LIDAR) a raffiné notre vision des réseaux hydriques, pouvant mener vers de nouvelles réglementations.



Travaux de recherches à venir

Nos connaissances sur l'utilisation des petits cours d'eau par l'omble de fontaine, la principale espèce présente en forêt boréale, sont encore partielles.



Travaux de recherches à venir

Interactions entre les activités forestières et l'utilisation des cours d'eau de petites tailles par l'omble de fontaine en forêt boréale.



Petite échelle (bassin versant)

1. Comment et pour combien de temps l'exploitation forestière change-t-elle les populations d'ombles en petits cours d'eau ?
2. Quelle influence l'exploitation forestière a-t-elle sur les dynamiques du bois mort et des sédiments en petits cours d'eau ?



Grande échelle (forêt boréale)

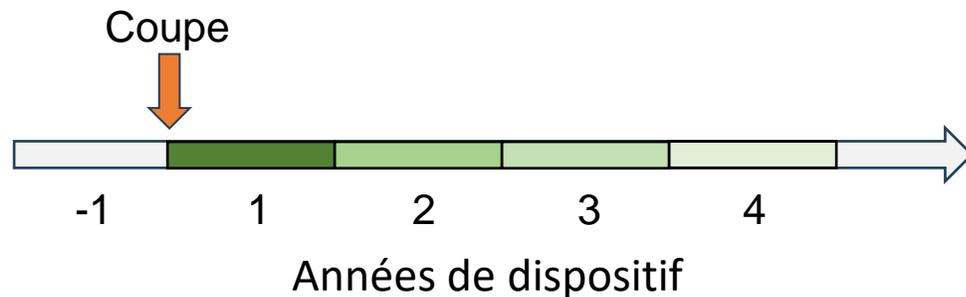
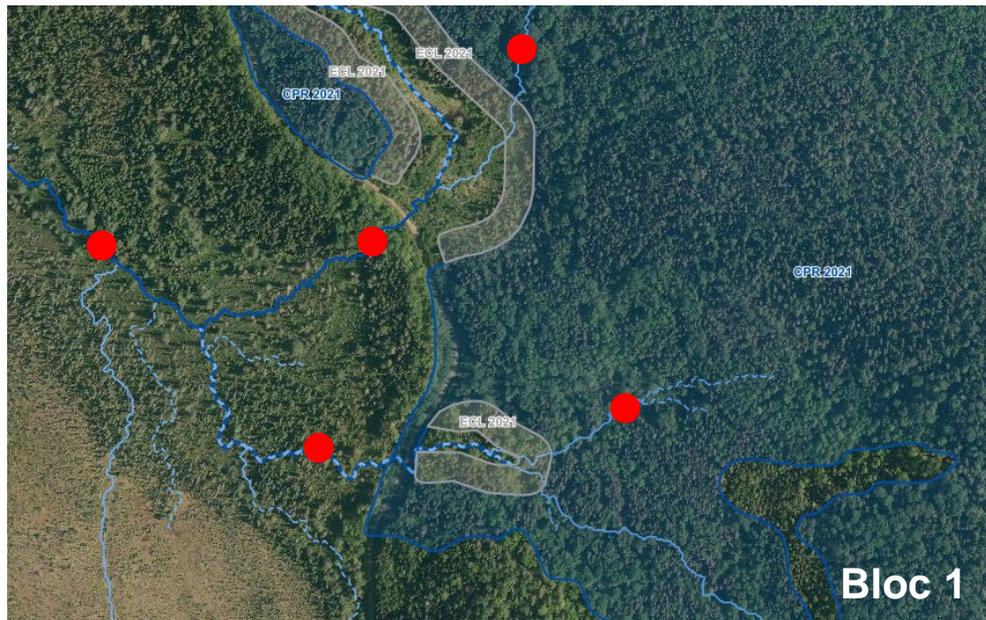
3. Comment raffiner notre identification des cours d'eau permanents/intermittents ?
4. Quels sont les facteurs déterminant la présence de l'omble de fontaine en petits cours d'eau ?

Travaux de recherches à venir

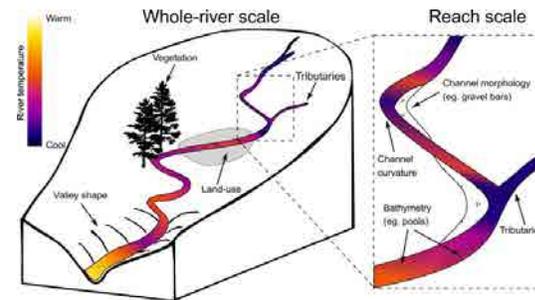
À petite échelle, nous travaillerons par dispositif expérimentaux de type BACI (*Avant/Après & Contrôle/Impact*).

Avant

Après



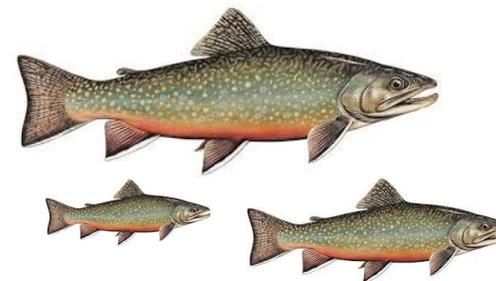
Température et hydrologie



Abondance d'insectes



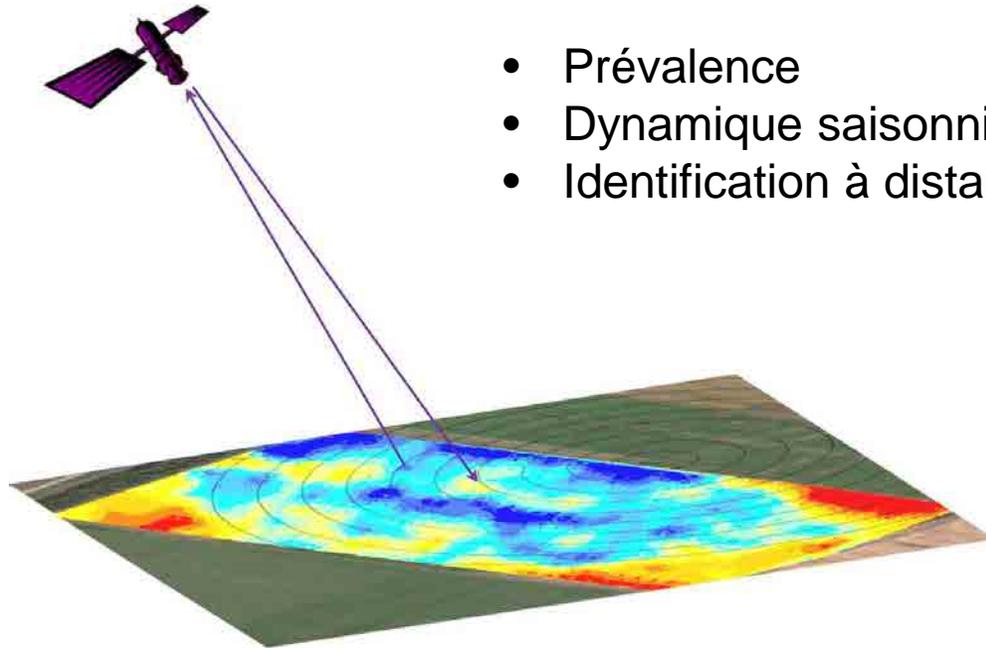
Croissance et abondance omble de fontaine



Interactions entre les activités forestières et les populations des petits cours d'eau?

Travaux de recherches à venir

Application des technologies de télédétection (ex. radar) pour le raffinement de l'identification des ruisseaux intermittents.



- Prévalence
- Dynamique saisonnière
- Identification à distance



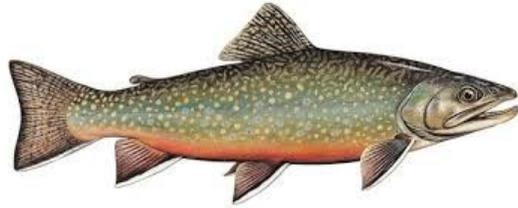
Humidité du sol



Peut-on aider la planification forestière par des outils technologiques?

Travaux de recherches à venir

Quels sont les caractéristiques qui déterminent l'utilisation des cours d'eau? (MSc: Julianne Breton, janvier 2025)



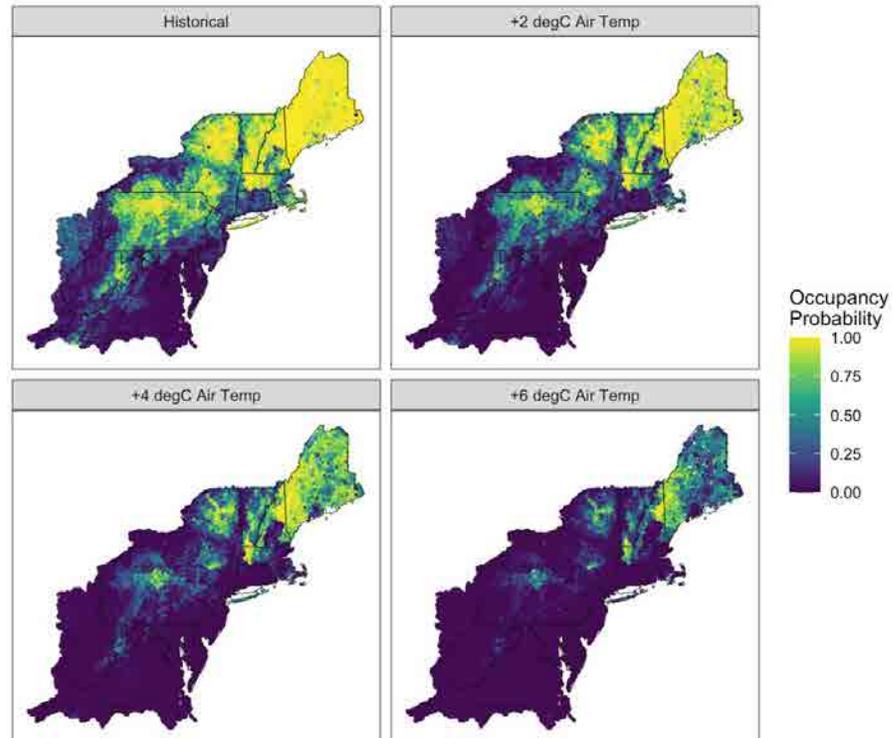
Conditions environnementales

- Température moyenne
- Saisonnalité
- Aire de drainage
- Physicochimie

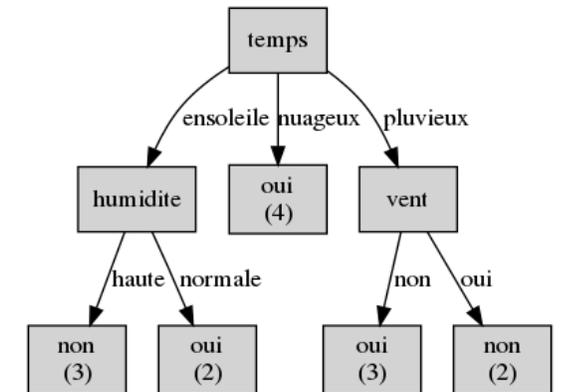
Morphologie

- Ordre de Strahler
- Largueur
- Distance au lac/rivière
- Bande riveraine
- Pente et élévation
- Type d'écoulement

Modèle de distribution d'espèce



Grille de décision



Qu'est-ce qui distingue l'habitat de l'omble de fontaine en cours d'eau?

Conclusions

- **Les écosystèmes terrestres et aquatiques sont étroitement liés.**



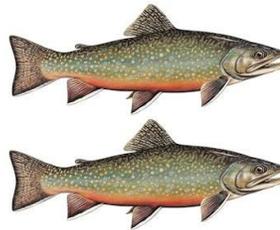
Conclusions

- **Les écosystèmes terrestres et aquatiques sont étroitement liés.**
- **De nombreuses études ont démontré que les saines pratiques prescrites au RADF peuvent réduire considérablement les effets sur les milieux aquatiques.**



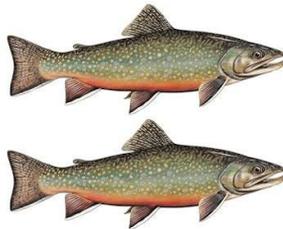
Conclusions

- **Les écosystèmes terrestres et aquatiques sont étroitement liés.**
- **De nombreuses études ont démontré que les saines pratiques prescrites au RADF peuvent réduire considérablement les effets sur les milieux aquatiques.**
- **L'approche écosystémique vise l'utilisation durable des ressources tout en favorisant la cohabitation des usages sur le territoire québécois.**



Conclusions

- **Les écosystèmes terrestres et aquatiques sont étroitement liés.**
- **De nombreuses études ont démontré que les saines pratiques prescrites au RADF peuvent réduire considérablement les effets sur les milieux aquatiques.**
- **L'approche écosystémique vise l'utilisation durable des ressources tout en favorisant la cohabitation des usages sur le territoire québécois.**
- **La recherche scientifique sur les écosystèmes aquatiques en forêt boréale favorise l'amélioration des pratiques et le maintien de la biodiversité.**



Les expertises en géographie à l'UQAC

*De la montagne jusqu'à la mer, exemples
d'approches en géomatique et
hydrogéomorphologie*



Maxime Boivin (Ph.D – géographie/ hydrogéomorphologie)

Responsable du laboratoire d'expertise et de recherche en géographie appliquée (LERGA)

Cotitulaire de la chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées (CREAE)

Codirecteur Axe 1 : Réseau Inondations Intersectoriel du Québec (RIISQ)

Membre régulier au Centre de recherche sur la Boréale (CREB)

20 février 2025 –

Table des partenaires-
CREB



Laboratoire
d'expertise et de recherche
en géographie appliquée



UQAC

Chaire de recherche sur
les espèces aquatiques exploitées
Université du Québec à Chicoutimi



Réseau Inondations
InterSectoriel du Québec



UQAC

Centre de recherche
sur la boréale (CREB)
Université du Québec à Chicoutimi

Laboratoire d'expertise et de recherche en géographie

Projets en géographie physique / hydrogéomorphologie / géomatique

- Développement outils géomatiques IQM Macro (MELCC)
- Cartographie milieux aquatiques (RQM) et cartographie Fjord (CEGRIM)
- Restauration processus HGM (À Mars, Escoumins, Anses-Saint-Jean)
- Habitat poissons (*Oquassa, Poulamon, Saumon, Omble de fontaine, Ouananiche...*)
- Barrages de castors et libre circulation du saumon (FQSA-FCSA-OBAKIR)
- Travaux routiers et dynamique hydro-sédimentaire ...

+ de 40 projets depuis 2017

Membres :

- Entre 3 et 5 professionnels de recherche;
- Entre 7 et 12 étudiants à la maîtrise
- Entre 1 et 3 étudiants au PhD et 1 ou 2 Postdoc
- 3-4 étudiants au baccalauréat en moyenne par année

4 volets : Gestion des risques,
habitat pour le poisson,
dynamiques fluviales et
géomatique aquatique

<http://recherche.uqac.ca/lerga>

Axes de recherche :

- Dynamique des environnements aquatiques, fluviaux et embouchures de rivières - échelle du BV
- Restauration en lacs et rivières
- Habitats pour le poisson (En collaboration avec biologie)
- Risques naturels : Inondation, érosion, avulsion....
- Outils géomatiques

Niches académiques

Hydrogéomorphologie/ géomorphologie fluviale

« Science qui étudie la complexité des ajustements des cours d'eau selon une gamme d'échelles spatio-temporelles

« Science qui étudie la gamme de processus et de rétroactions des cours d'eau dans le cycle climatique le plus récent. »

Géomatique

« Discipline qui s'occupe de la collecte, de la distribution, du stockage, de l'analyse, du traitement et de la présentation de données ou d'informations géographiques ».

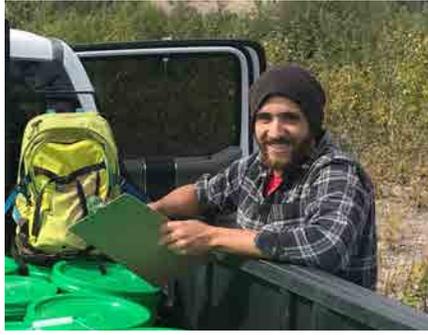


Laboratoire d'expertise et de recherche en géographie

Co-responsable



Vincent Lecours
Ph.D. géomatique



Johan Bérubé
M.Sc. géographie



Megan Larouche
Candidate M.Sc.



Elsa V-V
Candidate M.Sc.



Abdelaziz Ouzaka
Candidat M.Sc.

Mbaye Faye
Candidat M.Sc.

Julianne Breton
Candidate M.Sc.

Cristina Charrette,
Ph.D. - Postdoc

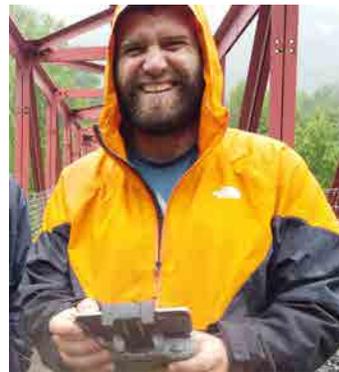
Professionnels (es) de recherche (3)



Janie Vin-Deslauriers
M.Sc. géographie



Marie-Joëlle
Lauzier B.Sc.
géographie



Maxime Gillet
Ph.D. géographie
postdoc



Matthieu Prugne
Candidat Ph.D.



Safiatou Soumare
Candidate M.Sc.



Adam Djelloul
Candidat M.Sc.

Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées (CREAE) Le LERGA est directement associé

2021-2026



UQAC

Chaire de recherche sur
les espèces aquatiques exploitées
Université du Québec à Chicoutimi

Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs

Québec

4 axes de recherche : Dynamique des populations, habitats aquatiques, évaluation et optimisation de gestion et; maladies et menaces émergentes

Chaire de recherche sur les espèces
aquatiques exploitées : un créneau de
recherche établi et porteur à l'UQAC



Maxime Boivin
Professeur de
géographie, UQAC



Olivier Morissette
Professeur en sciences
halieutiques, UQAC



Pascal Sirois
Professeur de
biologie, UQAC



<https://www.creae-uqac.ca/>

Quelques expertises en géographie/géomatique à l'UQAC

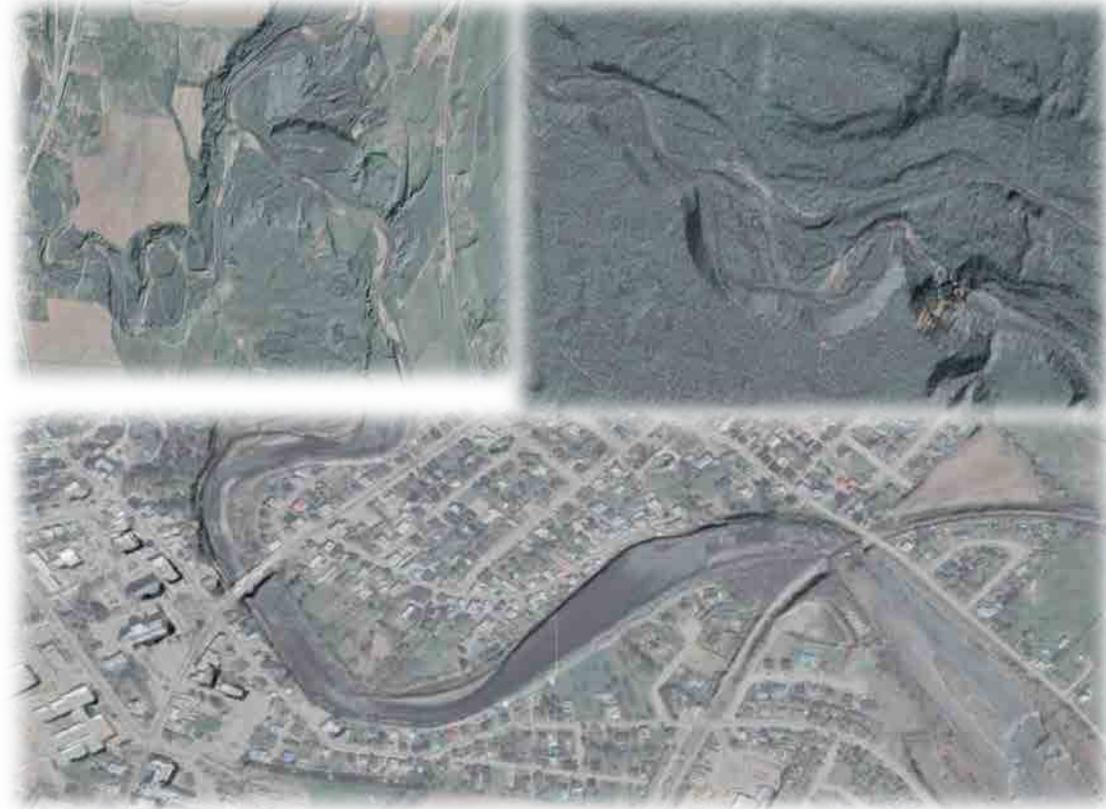
Présentation de 3 projets intégrant la géomatique *large échelle*

- 1) *Indice IQM*
- 2) *Indice hydrosédimentaire*
- 3) *Démocratisation géomatique –
Projet Géozip*



IQM automatique – 2020-2025

DÉVELOPPEMENT D'UN INDICE AUTOMATISÉ POUR ÉVALUER L'ÉTAT HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU MÉRIDIONNAUX DU QUÉBEC



Partenaires et collaborateurs dans le projet :

- Maxime Boivin, Ph.D., professeur – UQAC;
- Thomas Buffin-Bélanger, Ph.D., professeur - UQAR;
- Pascale Biron, Ph.D., professeure - Université Concordia;
- Johnathan Lemay, B.Sc géographie, professionnel de recherche - Université Concordia et UQAC;
- Johan Bérubé, M.sc géographie, professionnel de recherche – UQAC;
- Karim Mehour, M.sc Sciences de l’eau, professionnel de recherche – UQAC;
- Véronique Simard, Candidate M.sc géographie, UQAC
- Nicolas Stämpfli, Candidat Ph.D., Université Concordia;
- Sylvio Demers, M.sc géographie, Firme Rivières;
- Louis-Gabriel Pouliot, M.sc géographie, Firme Rivières;
- Jean-François Labelle, Stéphane Valois, Daniel Blais, MELCCFP
-

Partenaires :

- Renée Gravel (MFFP/MELCCFP – données QHEI);
- Multiples OBV et organismes
-

Intérêts des indices –

- L'intérêt des indices réside dans le **croisement de multiples variables** pour mieux cerner l'environnement fluvial ou autres types d'environnement; offre une analyse claire et objective à partir d'une analyse simplifiée de la réalité;
- Différents des classifications – permetts une **analyse à partir de plusieurs variables pour obtenir 1 seule et unique valeur** ----
- Permetts de **comparer à multiples échelles spatiales et temporelles** ---- Suivi interannuel par exemple;
- Multitudes d'indices existants qui touchent à l'habitat physique (PH), à l'habitat riverain (RH) à la morphologie (M) et au régime hydrologique (HRA)

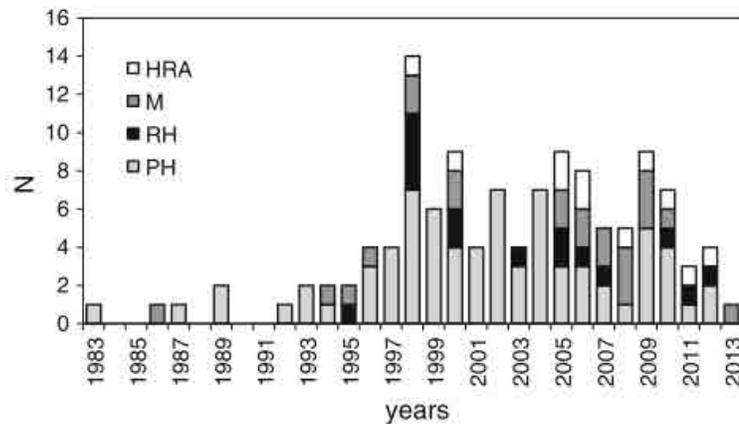


Fig. 2 Chronological appearance of hydromorphological assessment methods grouped into four categories

Belleti et al., 2015

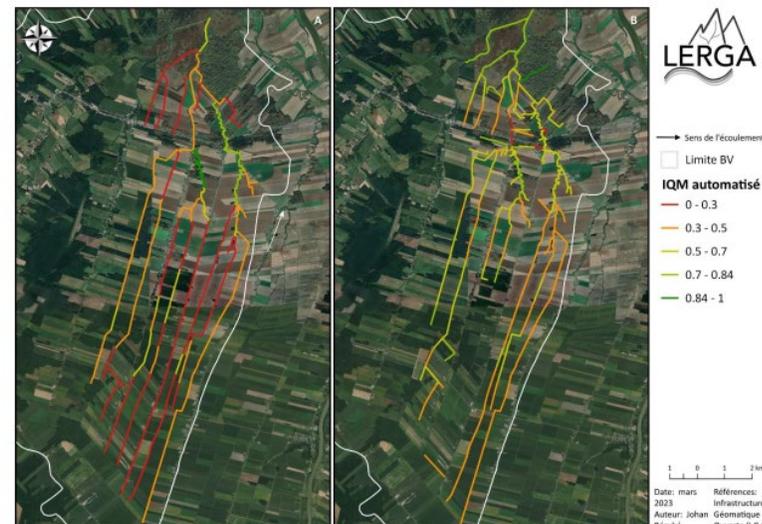


Figure 13. Présentation des résultats d'IQM_{2A} appliqués sur les segments d'IQM_{2A} (A) et IQM_{2*} appliqués sur la segmentation des UEA (B) sur le sous-BV de la Petite rivière Pot au Beurre.

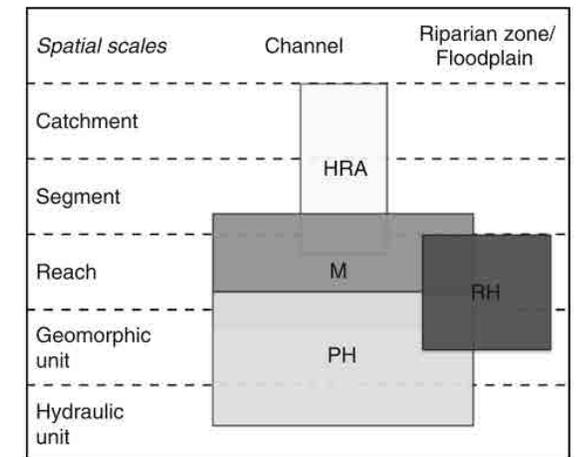


Fig. 1 Spatial context, spatial scales and overlap between assessment method categories. PH physical habitat assessment, RH riparian habitat assessment, M morphological assessment, HRA hydrological regime alteration assessment

Objectif principal

L'objectif principal de ce projet était de **concevoir un indice d'évaluation de l'état hydrogéomorphologique des cours d'eau du Québec méridional** et de mettre au point un **indice simplifié pouvant être extrait à partir de données géomatiques existantes ou facilement accessibles** afin d'établir l'état HGM des cours d'eau du Québec méridional.

- 1) Développement d'un indice d'état HGM géomatique simplifié et;
- 2) Outil d'aide à la décision pour les gestionnaires et acteurs

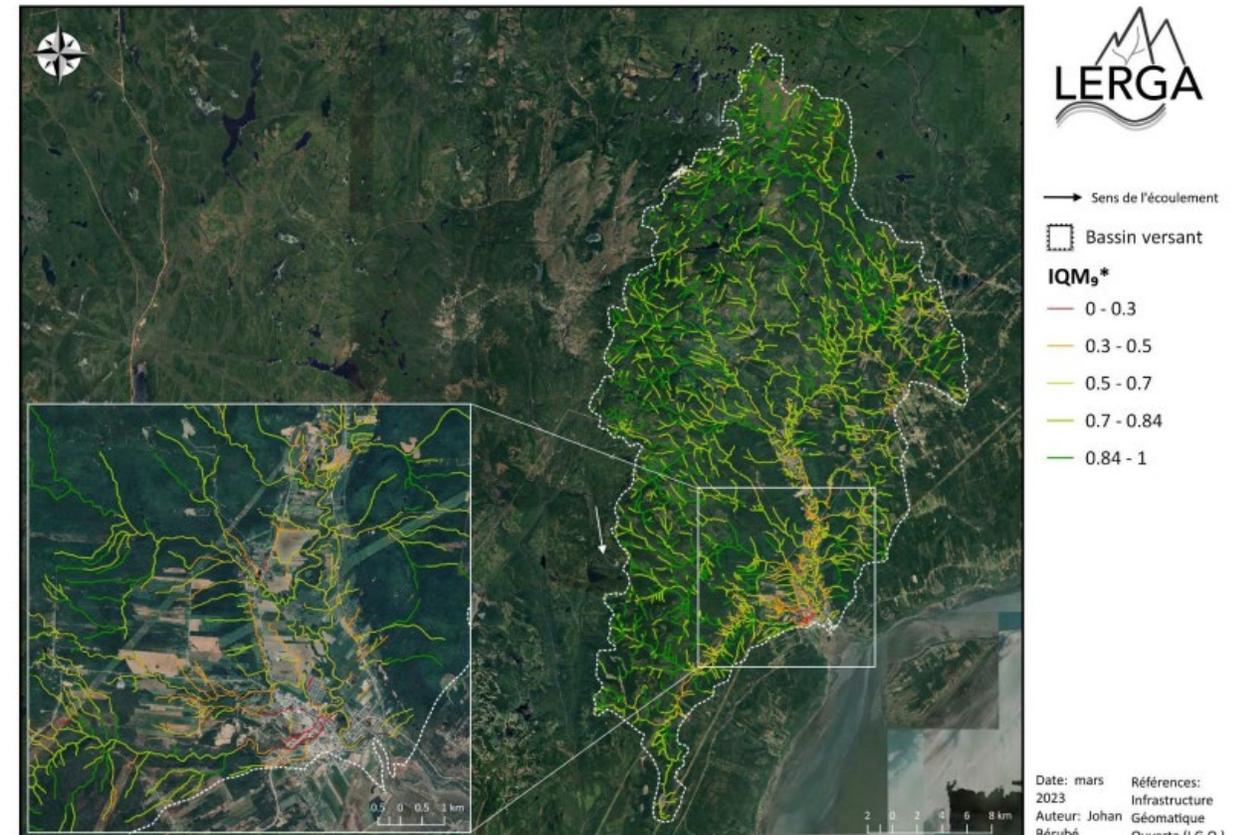


Figure 16. Présentation des résultats d'IQM₉* appliqués sur tous les segments UEA présents dans le BV de la rivière du Gouffre.

Évaluation morphologique à partir des différentes variables

IQM complet 28 critères

$$IQM = 1 - \frac{\sum \text{scores (avec pénalités)}}{\sum \text{scores_max (sans pénalité)}}$$

↳ (confiné: 124
non-confiné: 144)

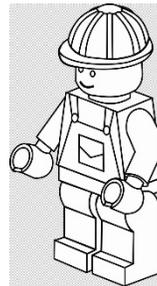
- 0.0 – 0.3 : mauvais
- 0.3 – 0.5 : bas
- 0.5 – 0.7 : modéré
- 0.7 – 0.85 : bon
- 0.85 – 1 : élevé

3 catégories de critères



processus, formes et
bandes riveraines

x13



anthropisation
(perturbations hydro-sédimentaires,
artificialités et interventions)

x12



ajustements
(trajectoire historique)

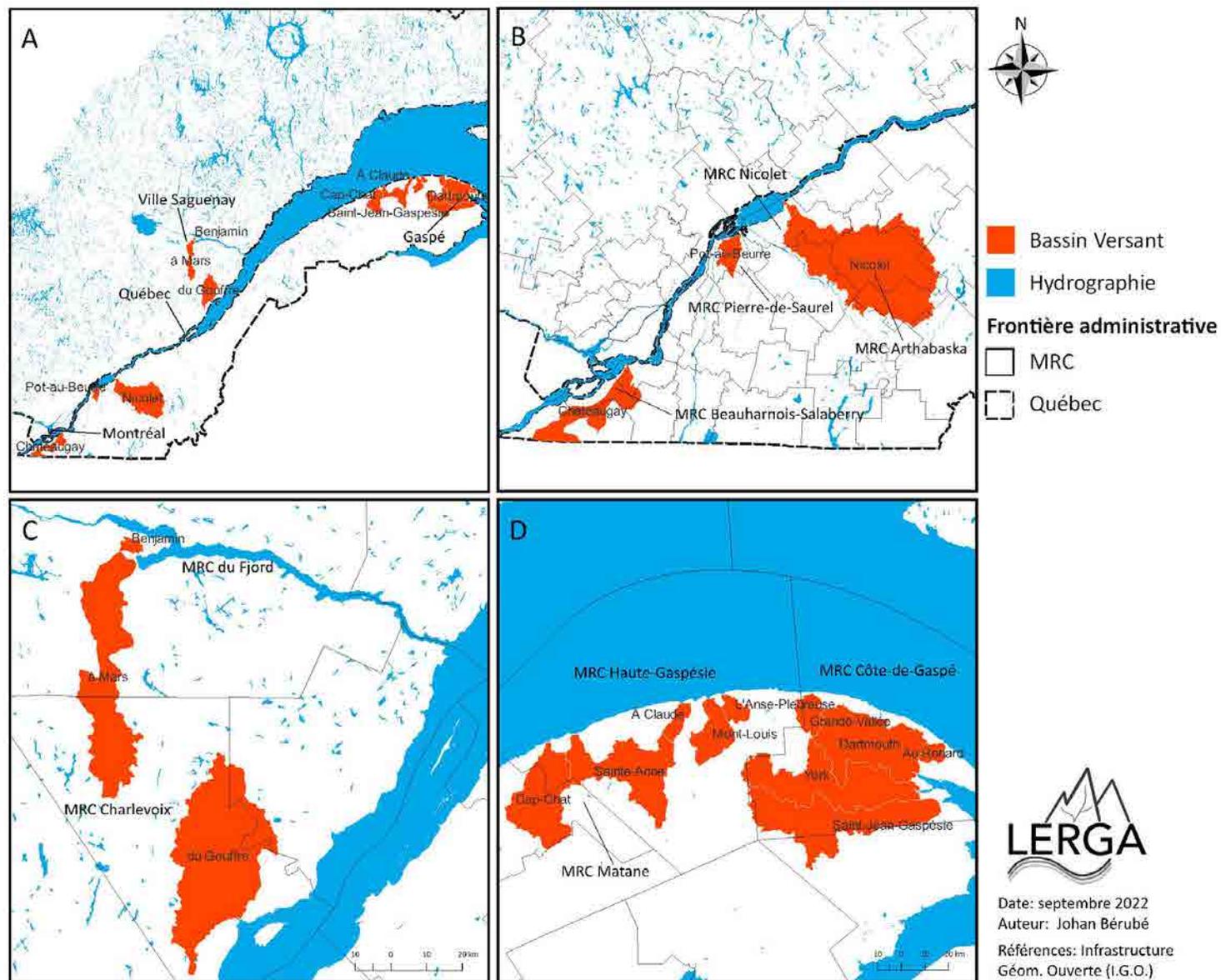
x3



Projet IQM automatisé –

Base de données pour comparer les trois IQM (IQM₂₈, IQM₉ et IQM₉*)

- 181 segments dans 16 BV distribués parmi 3 régions physiographiques (Bouclier canadien, Appalaches, Basses terres du Saint-Laurent);
- Bouclier canadien (18 segments, 3 rivières): **Saguenay-Lac-Saint-Jean et Capitale nationale; milieux agroforestiers, forestiers et agricoles;**
- Appalaches (78 segments, 11 rivières): **Gaspésie, milieu forestier;**
- Basses-terres du Saint-Laurent (85 segments, 4 rivières): **Montréal et Sud-de-Québec, milieux agricoles et agroforestiers.**



PROJET IQM AUTOMATISÉ –

La preuve de concept – développer un IQM simplifié à 9 indicateurs (IQM₉)

**F1* : Transport de sédiments amont-aval –Nb
: Présence de ponts, ponceaux,...**

**F2* : Connectivité latérale avec une plaine
alluviale (%)**

**F3* : Connectivité Amont-aval avec une plaine
alluviale (%)**

F4* : Évolution de la largeur amont-aval (%)

**F5* : Présence de bandes riveraines – Latérale
et amont-aval (%)**

Indicateur	Indicateur homologue ou proxy de l'IQM classique - Indicateur	Classe	Score
	Fonctions hydrogéomorphologiques	F1 - Continuité dans le transport de sédiments et de bois et A5 - Structures et entraves	Absence d'entrave et d'altération dans la continuité du transit des sédiments et du bois en amont du segment (0 / 1000 m).
Présence d'au moins une entrave dans la continuité du transit des sédiments et du bois en amont du segment (0 ≤ 1 / 1000 m).			2
Présence de plus d'une entrave dans la continuité du transit des sédiments et du bois en amont du segment (> 1 / 1000 m).			4
F2-F3 Connectivité latérale avec la plaine alluviale fonctionnelle (alluviale et semi-alluviale) ou les versants (non-alluviale confiné)		Connectivité latérale avec la plaine alluviale sur une largeur de plus de 50m.	0
		Connectivité latérale avec la plaine alluviale sur une largeur de 30 à 50m.	2
		Connectivité latérale avec la plaine alluviale sur une largeur de 15 à 30m.	3
		Absence ou présence négligeable d'une connectivité latérale de moins de 15m.	5
F4-F5 - Processus d'érosion des berges et présence d'un espace de mobilité		Présence d'un espace de mobilité continu d'au moins 15m de largeur sur plus de 90% de la longueur.	0
		Présence d'un espace de mobilité plus ou moins continu d'au moins 15m de largeur sur 66%-90% de la longueur.	2
	Présence d'un espace de mobilité discontinu d'au moins 15m de largeur sur 33%-66% de la longueur.	3	
F7-F9 Unités géomorphologiques du chenal	Absence ou présence négligeable d'un espace de mobilité d'au moins 15m de largeur sur moins de 33% de la longueur.	5	
	Absence ou faible altération de la variation longitudinale naturelle de la largeur du lit mineur observée sur moins de 10% de la longueur.	0	
	Altération dans la variation longitudinale naturelle de la largeur du lit mineur observée sur 10-33% de la longueur.	1	
F5	Altération dans la variation longitudinale naturelle de la largeur du lit mineur observée sur plus de 66% de la longueur.	2	
	Altération sévère de la variation longitudinale naturelle de la largeur du lit mineur sur plus de 90% de la longueur.	3	
	Présence d'une bande riveraine continue d'une largeur de plus de 30m sur plus de 90% de la longueur	0	
	Présence d'une bande riveraine d'une largeur de plus de 30m sur plus de 66% de la longueur	1	
	F12-F13 - Largeur et continuité de la bande riveraine	Présence d'une bande riveraine d'une largeur de 15-30m sur plus de 66% de la longueur ou d'une largeur de plus de 30m sur 33-66% de la longueur	2
Présence d'une bande riveraine discontinue d'une largeur de 15-30m sur 33-66% de la longueur	3		
Absence de bande riveraine ou faible couverture végétale sur moins de 33% de la longueur	4		

PROJET IQM AUTOMATISÉ –

La preuve de concept – développer un IQM simplifié à 9 indicateurs (IQM₉)

A1* : % selon le type d'occupation du territoire

A2* : Présence de barrages à l'échelle du BV (%)

A3* : Présence de barrages ou autres structures à l'échelle du tronçon (Nb)

A4* : Linéarisation et présence de digues = indice de sinuosité (Is)

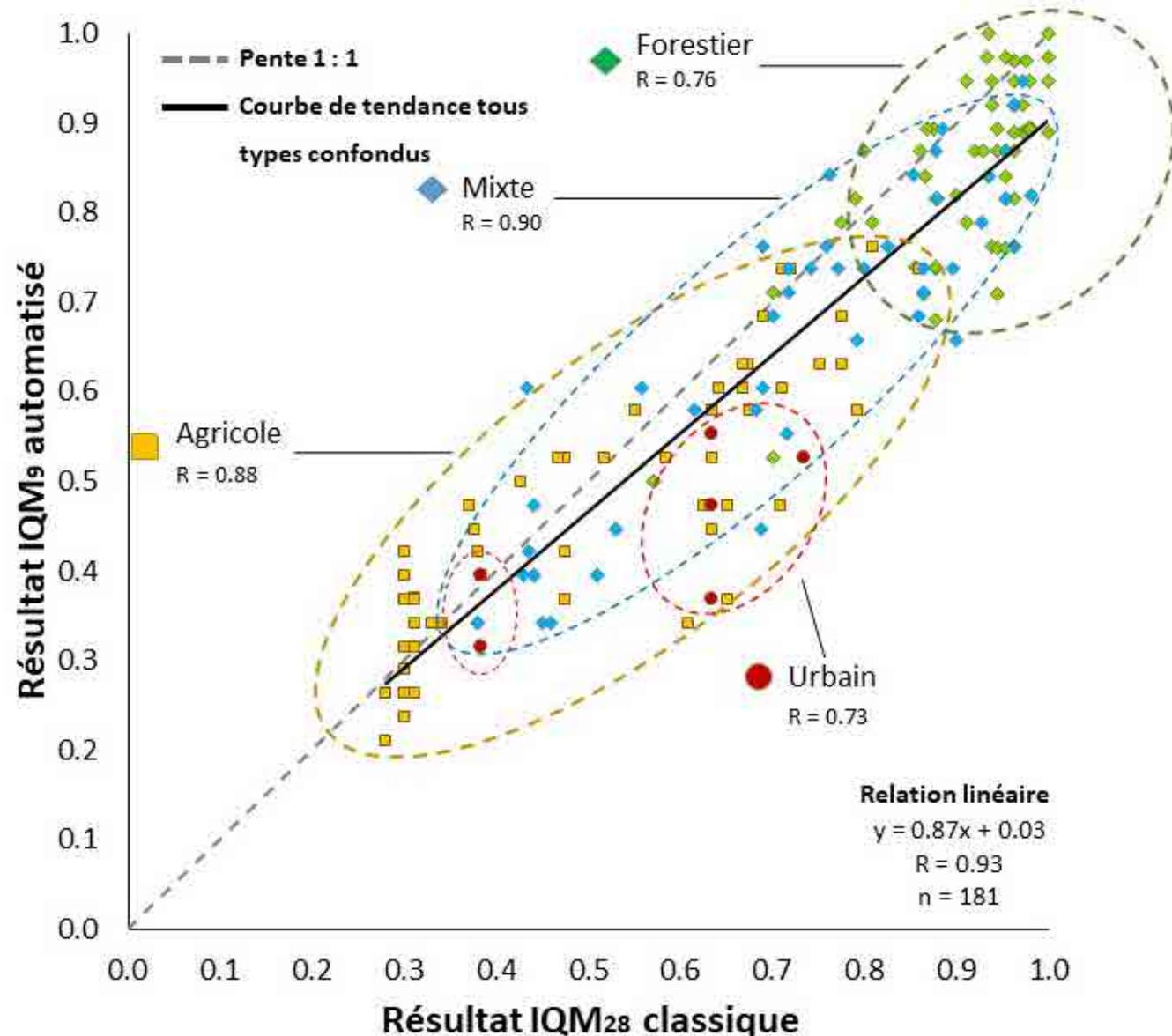
Indicateur	Indicateur homologue ou proxy de l'IQM classique	Classe	Score
Altérations d'origine anthropique	A1-A2 Régime hydrologique et sédimentaire à l'échelle du BV (utilisation du territoire)	Bassin versant à l'amont du segment est majoritairement forestier (≥ 90%) ou faiblement anthropisé	0
		Bassin versant à l'amont du segment est ≥ 66% forestier	1
		Bassin versant à l'amont du segment est 33≤ 66% forestier et < 33% agricole	2
		Bassin versant à l'amont du segment est 33≤ 66% forestier et > 33% agricole	3
		Bassin versant à l'amont du segment est < 33% forestier	4
		Bassin versant à l'amont du segment est ≤ 10% forestier	5
	A1-A2 Régime hydrologique et sédimentaire à l'échelle du BV (continuité longitudinale)	Absence ou présence négligeable de barrages pouvant influencer les débits liquide et solide dans le bassin versant (aire d'alimentation < 5% du BV)	0
		Présence de barrages pouvant influencer les débits liquide et solide dont l'aire d'alimentation est entre 5-33% du BV	2
		Présence de barrages dont l'aire d'alimentation est entre 33-66% du BV	3
		Présence de barrages dont l'aire d'alimentation est entre >66% du BV	4
	A3 - A4 Régime hydrologique et sédimentaire à l'échelle du segment FB - Unités géomorphologiques de la plaine alluviale	Corridor fluvial (15m ou 2x largeur lit mineur) du segment immédiat est faiblement anthropisé (≤ 10%)	0
		Corridor fluvial (15m ou 2x largeur lit mineur) du segment immédiat est anthropisé à 10≤ 33%	1
		Corridor fluvial (15m ou 2x largeur lit mineur) du segment immédiat est anthropisé à 33≤ 66%	2
		Corridor fluvial (15m ou 2x largeur lit mineur) du segment immédiat est fortement anthropisé à 66≤ 90%	3
		Corridor fluvial (15m ou 2x largeur lit mineur) du segment immédiat est majoritairement anthropisé à ≥ 90%	4
P0 - Absence de barrages pouvant influencer les débits liquides et solides à l'amont du segment		0	
P1 - Présence de barrages pouvant influencer les débits liquides et solides à l'amont du segment (≤ 1 / 1000 m)		2	
P2 - Présence de barrages pouvant influencer les débits liquides et solides à l'amont du segment (> 1 / 1000 m)		4	
A7 - A8 Linéarisation et endiguement et F9 - Variabilité du profil transversal	Indices de complexité (sinuosité/tressage) Ic ≥ 1,5 par chenal actif	0	
	Indices de complexité (sinuosité/tressage) 1,25 ≤ Ic < 1,5 par chenal actif	2	
	Indices de complexité (sinuosité/tressage) 1,05 ≤ Ic < 1,25 par chenal actif	4	
	Indices de complexité (sinuosité/tressage) Ic < 1,05 par chenal actif	6	

PROJET IQM AUTOMATISÉ –

La preuve de concept – développer un IQM simplifié à 9 indicateurs

Relation IQM₉ manuel et IQM₂₈ classique selon les milieux

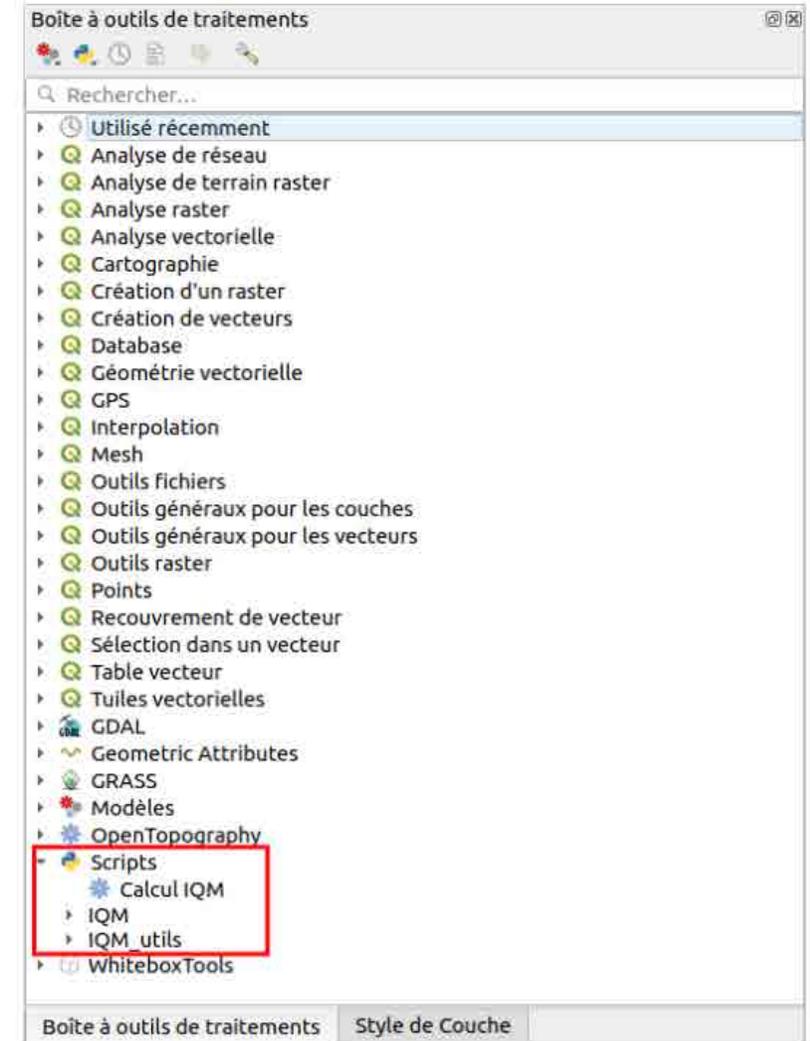
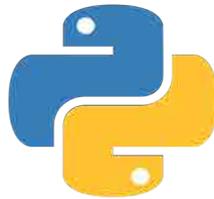
- Variation de l'étendue et de la dispersion selon le milieu;
- Segments forestiers dont la qualité HGM est élevée sont généralement sous-évalués par l'IQM₉ appliqué manuellement;
- Preuve de concept qui permet de développer l'IQM₉*



PROJET IQM AUTOMATISÉ –

Développement d'un IQM simplifié automatique à 9 indicateurs (IQM₉*)

- Algorithmes développés sur QGIS, grâce à PyQGIS (API Python);
- Permet l'accès à toutes les fonctionnalités natives du SIG avec possibilité d'ajouter des bibliothèques tierces.



PROJET IQM AUTOMATISÉ – TROISIÈME ÉTAPE

Sources des données

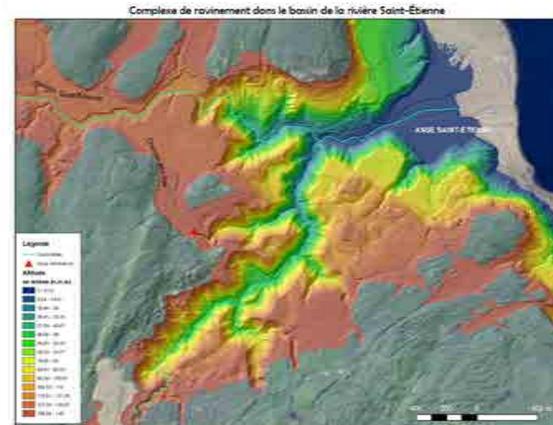


CRHQ

<https://www.donneesquebec.ca/crhq>

Données vectorielles :

- Unités écologiques aquatiques (UEA);
- Largeurs modélisés des cours d'eau (environnements lotiques)*.



Forêt Ouverte

<https://www.foretouverte.gov.qc.ca/>

Données matricielles

dérivées du LiDAR :

- MNT Lidar (1x1 m);
- Hauteur de canopée.

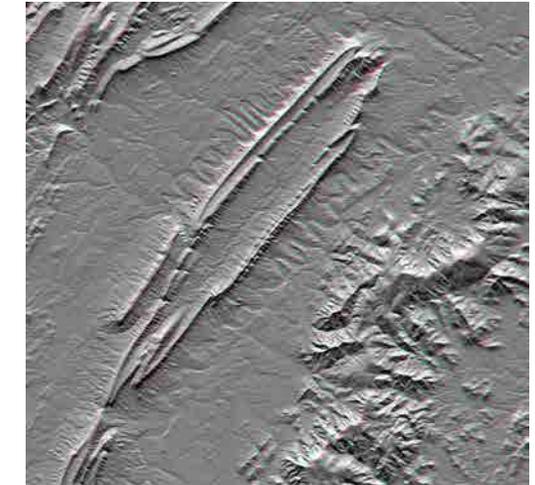


Données Québec

<https://www.donneesquebec.ca/crhq>

Données vectorielles :

- Structures (MTQ);
- Barrages.
- Routes



NASA / SRTM

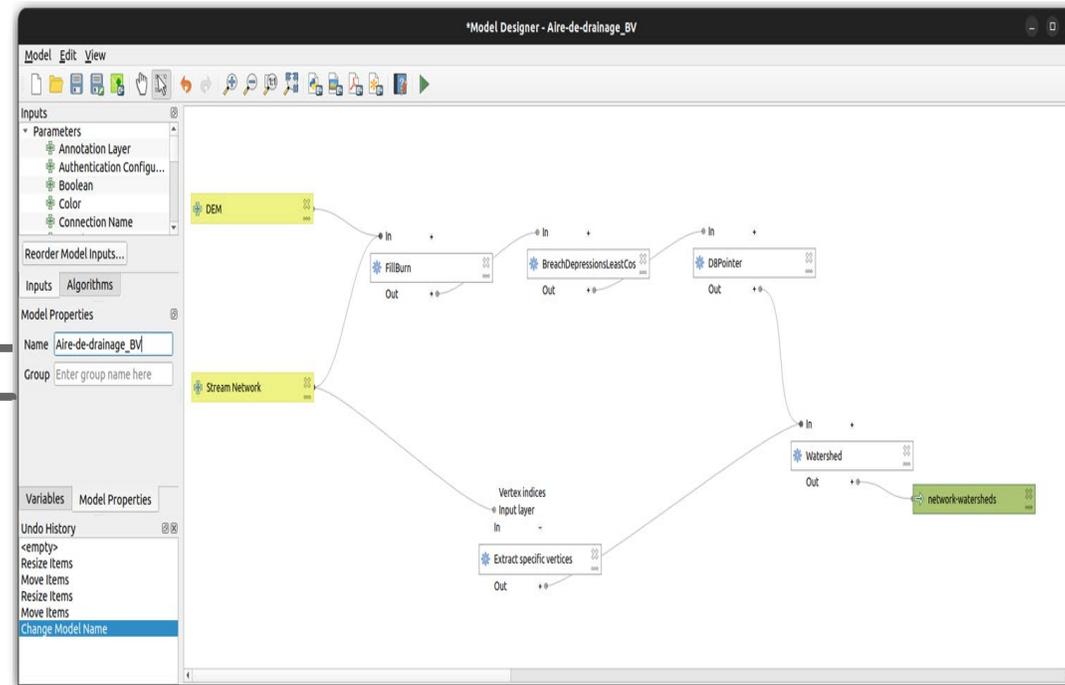
<https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>

Données matricielles :

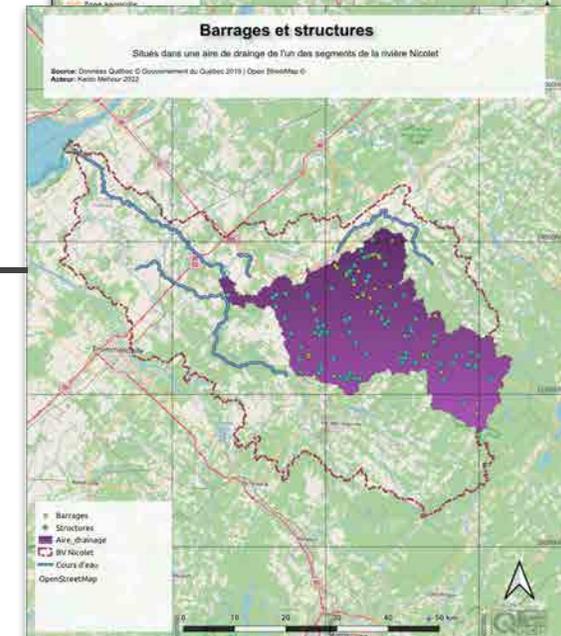
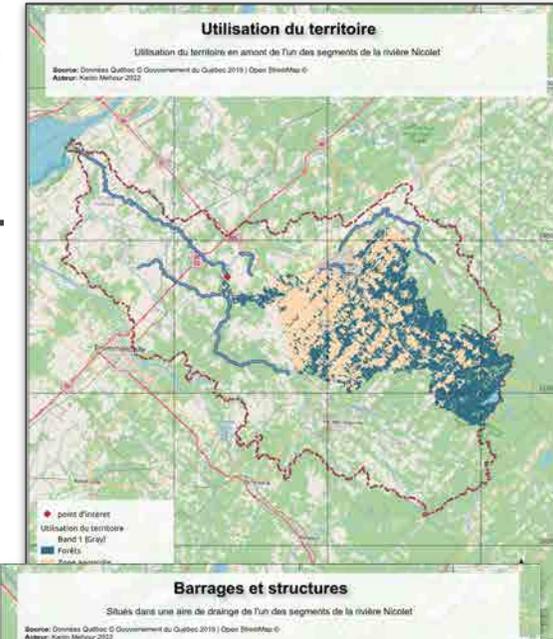
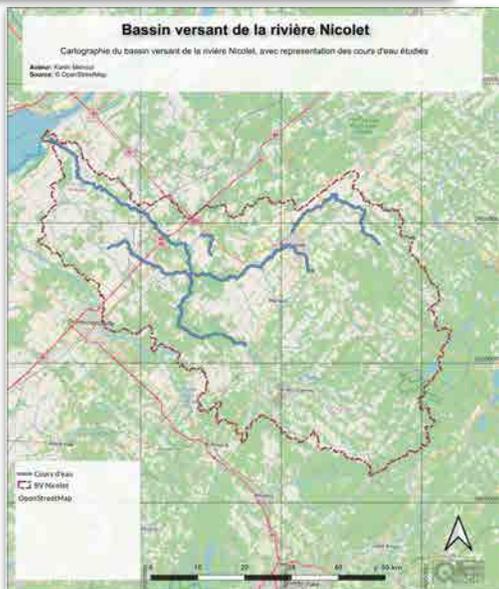
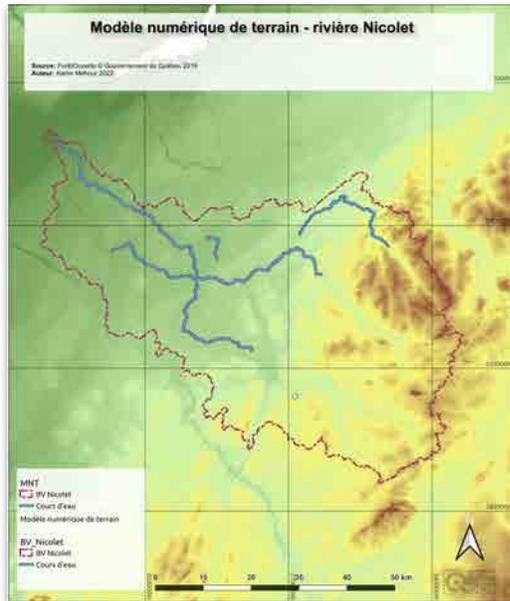
- **Modèle numérique de terrain (Résolution : 30x30 m)*.**

PROJET IQM AUTOMATISÉ –

Ex. : Fonctions d'altération d'origine anthropique



- À l'échelle du BV et de ses sous-BV;
- Calcul des aires de drainage (superficie du territoire, affectée par le barrage par exemple);
- Calcul des aires par affectation.



PROJET IQM AUTOMATISÉ – TROISIÈME ÉTAPE

Ex. : Fonctions hydrogéomorphologiques

Outils QGIS natifs d'analyse raster/vecteur

- À l'échelle du segment;
- Calcul de la largeur du chenal et analyse de la variation;
- Calcul de la largeur de bande riveraine;
- Présence et distance de structures directement liées au segment;
- etc ...



PROJET IQM AUTOMATISÉ –

Outils Qgis

IQM_DuGouffre — QGIS

Projet Éditer Vue Couche Préférences Extensions Vecteur Raster Base de données Internet Maillage Traitement Aide

Explorateur

- ★ Marque-pages
- Signets spatiaux
- Dossier du projet
- Accueil
- C:\
- G\ (Google Drive)
- Y\
- Z\
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostgreSQL
- SAP HANA
- MS SQL Server
- Oracle
- WMS/WMTS
- Vector Tiles
- XYZ Tiles

Couches

- vec_dugouffre
 - vec_dugouffre — Structureses
 - CRHQ — PtRef_largeur
 - CRHQ — crhq_dugouffre
 - CRHQ - DuGouffre_subset
 - Calculé
 - 0,29 - 0,42
 - 0,42 - 0,55
 - 0,55 - 0,68
 - 0,68 - 0,82
 - 0,82 - 0,95
 - landuse_DuGouffre
 - vec_dugouffre — Barrages
 - vec_dugouffre — Routes_32198
 - vec_dugouffre — cours_eau - DuGouffre

Calcul IQM

Paramètres Journal

Bande_riv
bande-rive _ DuGouffre [EPSG:32198]

Barrages
vec_dugouffre — Barrages [EPSG:32198]

Cours_eau
Calculé [EPSG:32198]

DEM
DEM_LIDAR_10m_Clip [EPSG:32198]

PtRef - Largeur
CRHQ — PtRef_largeur [EPSG:32198]

Routes
Routes_32198 [EPSG:32198]

Structures

0%

Avancé Exécuter comme processus de lot... Exécuter Fermer

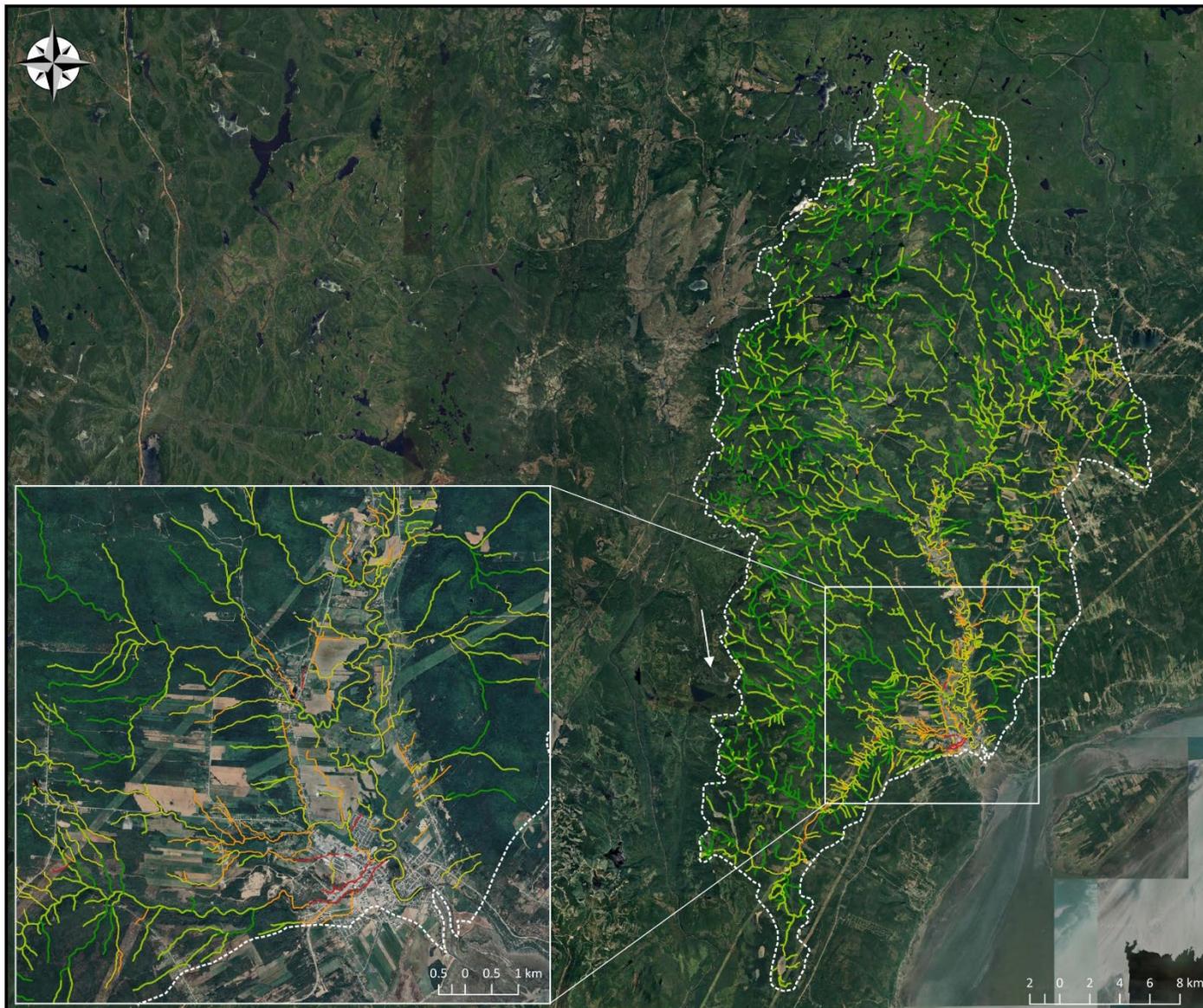
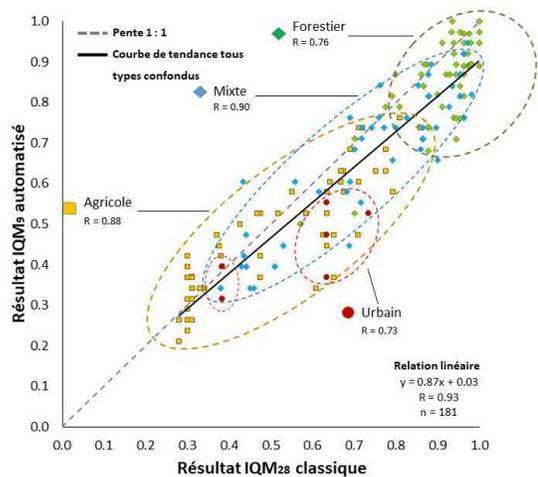
Coordonnée -146919 389572 Échelle 1:36551 Loupe 100% Rotation 0,0° Rendu EPSG:32198

PROJET IQM AUTOMATISÉ – Développement de l'IQM₉* - 100% automatique

Application à l'échelle d'un BV
complet

Mission accomplie 😊

Mais....



→ Sens de l'écoulement

□ Bassin versant

IQM₉*

0 - 0.3

0.3 - 0.5

0.5 - 0.7

0.7 - 0.84

0.84 - 1

Date: mars

2023

Auteur: Johan

Bérubé

Références:

Infrastructure

Géomatique

Ouverte (I.G.O.)



**Indice de connectivité
2023-2026**

C'EST QUOI UN INDICE DE CONNECTIVITÉ?

Indice de connectivité hydrosédimentaire (échelle du BV)

Articles

Bank Erosion as a Desirable Attribute of Rivers

JOAN L. FLORSHEIM, JEFFREY F. MOUNT, AND ANNE CHIN

Bank erosion is integral to the functioning of river ecosystems. It is a geomorphic process that promotes riparian vegetation succession and creates dynamic habitats crucial for aquatic and riparian plants and animals. River managers and policymakers, however, generally regard bank erosion as a process to be halted or minimized in order to create landscape and economic stability. Here, we recognize bank erosion as a desirable attribute of rivers. Recent advances in our understanding of bank erosion processes and of associated ecological functions, as well as of the effects and failure of channel bank infrastructure for erosion control, suggest that alternatives to current management approaches are greatly needed. In this article, we develop a conceptual framework for alternatives that address bank erosion issues. The alternatives conserve riparian linkages at appropriate temporal and spatial scales, consider integral relationships between physical bank processes and ecological functions, and avoid secondary and cumulative effects that lead to the progressive channelization of rivers. By linking geomorphologic processes with ecological functions, we address the significance of channel bank erosion in sustainable river and watershed management.

Keywords: bank erosion, riparian ecology, fluvial geomorphology, sediment, aquatic ecology

L'érosion des berges fait partie intégrante (*bonne érosion*) du fonctionnement des écosystèmes fluviaux;

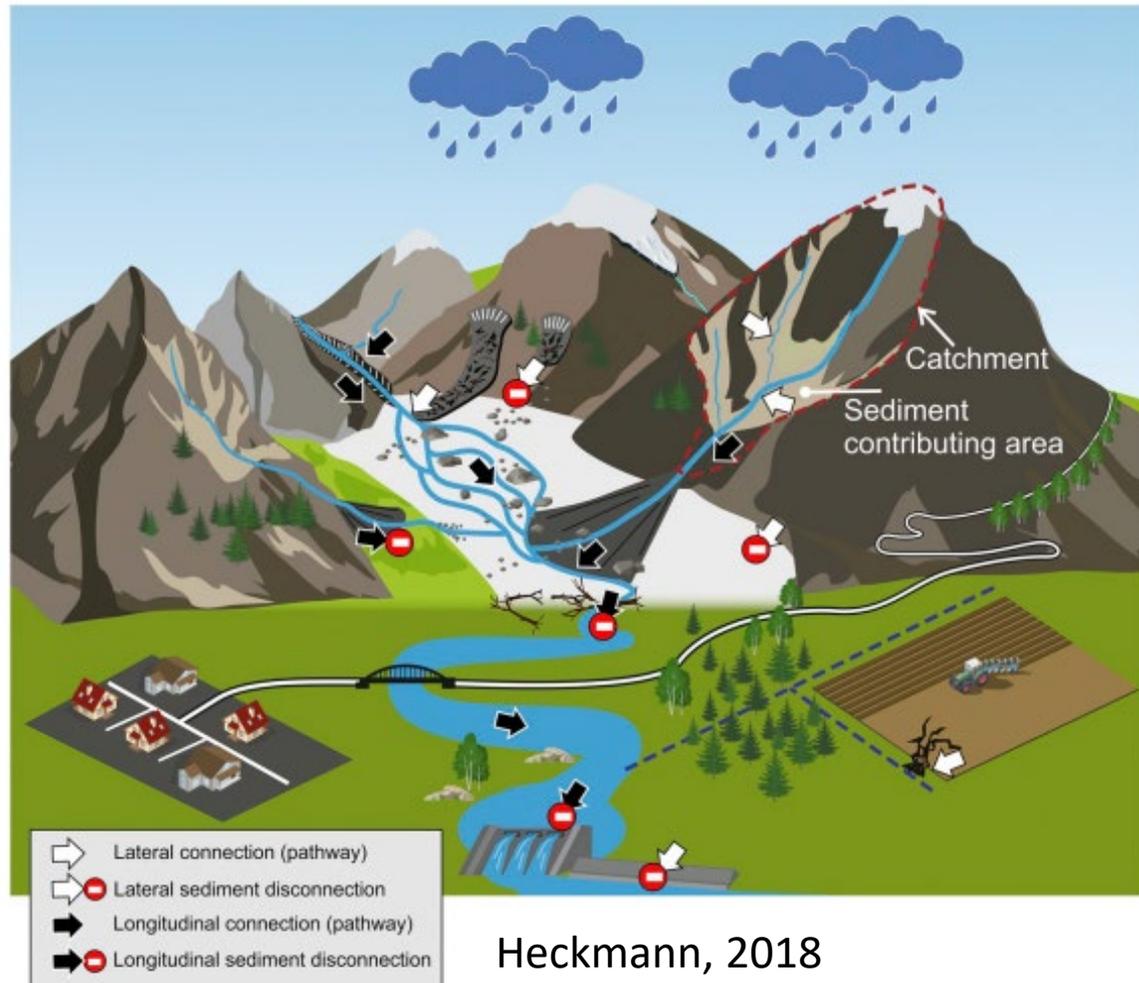
C'est un processus qui favorise la succession de la végétation riveraine et crée des habitats dynamiques cruciaux pour les plantes et les animaux aquatiques et riverains;

Les gestionnaires des rivières et les décideurs politiques considèrent généralement l'érosion des berges comme processus à interrompre ou à minimiser;

L'érosion des berges et le transport de sédiments, des processus mal-aimés essentiels

C'EST QUOI UN INDICE DE CONNECTIVITÉ?

Indice de connectivité sédimentaire (échelle du BV)



La Connectivité sédimentaire est le degré de connexion qui contrôle les flux de sédiments dans tout le paysage et, en particulier, entre les sources de sédiments et les zones d'accumulation en aval.

C'est une variable clé dans les études des processus de transfert de sédiments dans les bassins versants.

Indice Sig (arctgis) développé par Borselli et al., (2008) et Cavalli et al., (2013).

L'indice est un outil simple à utiliser avec peu de données nécessaires et cohérent avec les observations sur le terrain. (Vandromme et al., 2015)

L'INDICE DE CONNECTIVITÉ

Indice de connectivité

Méthode Cavalli *et al.* (2013)

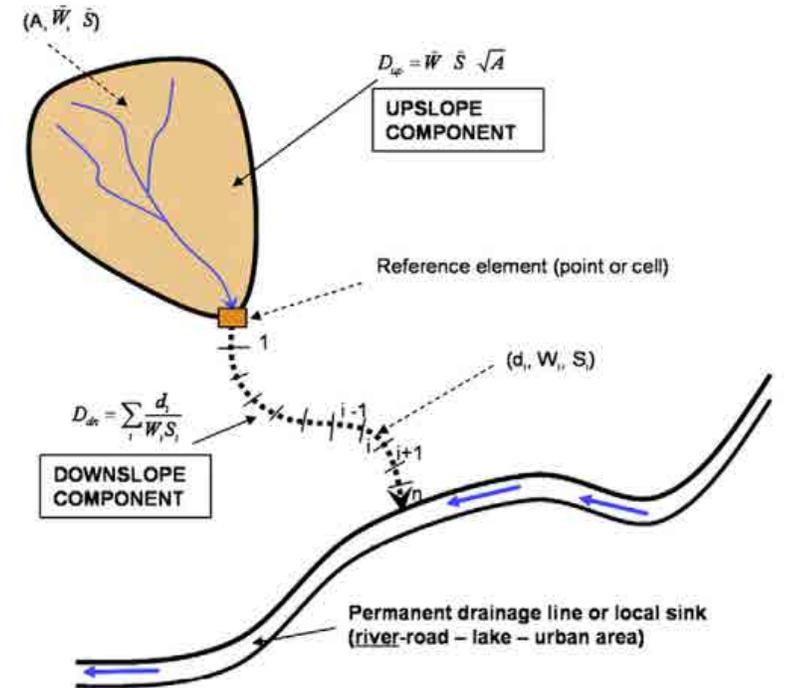
$$IC = \log_{10} \left(\frac{D_{up}}{D_{dn}} \right)$$

$D_{up} = \overline{W} \overline{S} \sqrt{A}$

$D_{dn} = \sum_i \frac{d_i}{W_i S_i}$

Impédance (weighting factor)

- Permet d'estimer la contribution de sources sédimentaires de portions du BV au régime hydrosédimentaire;
- Identifie et définit les vecteurs de connectivité dans le réseau hydrographique;
- Concept qui gagne en popularité, car considéré comme un élément clé dans la dynamique hydrosédimentaire et de ses processus;
- Crucial à la compréhension des systèmes fluviaux.



- S : Pente
- d : distance de la source à la cible
- A : aire contributive
- W : Impédance

Résistance au flux d'eau et de sédiments

- Rugosité du terrain
- Végétation

Exemples de résultats – Nord de l'Italie – Cavalli et al., 2013 – IC adapté

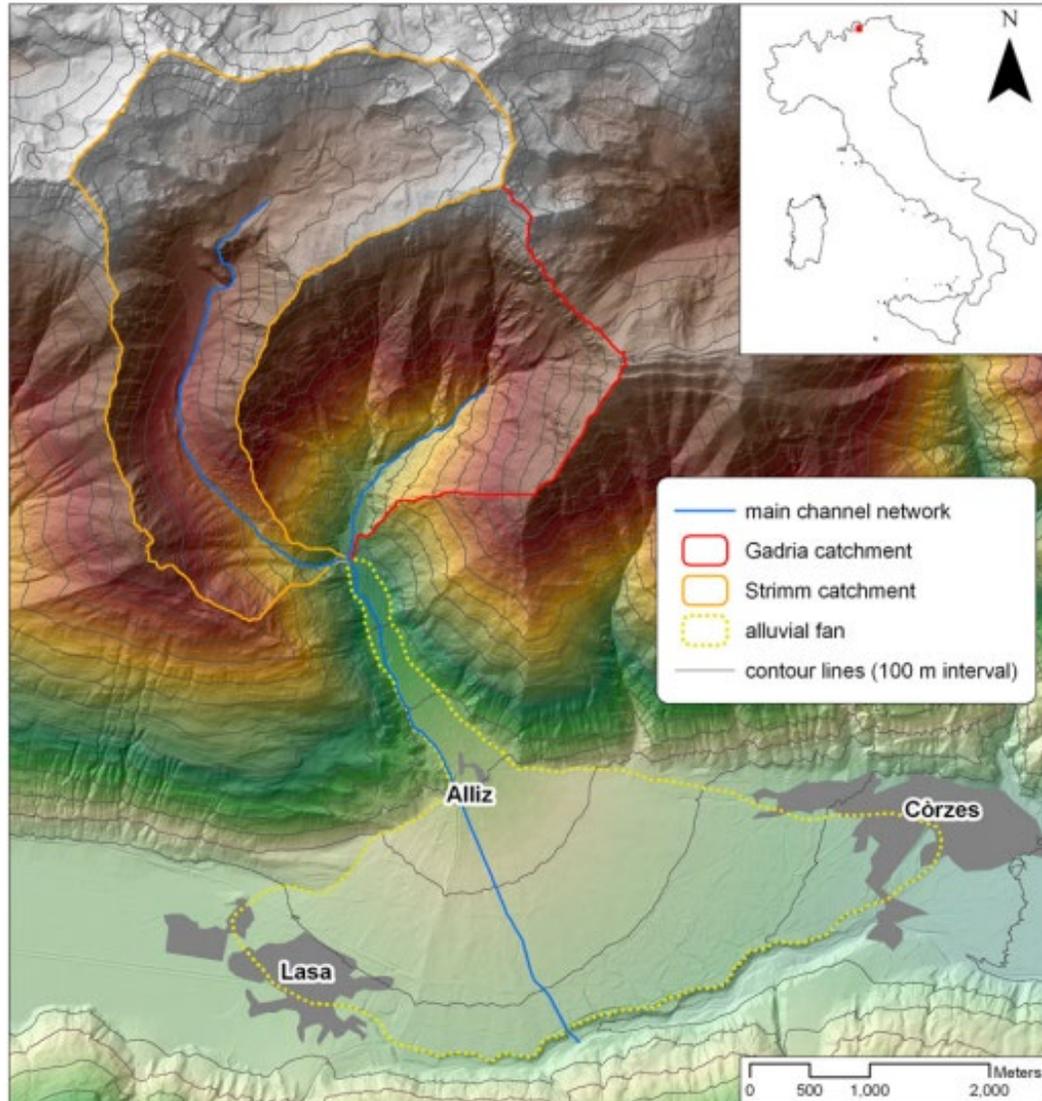


Fig. 3. Location map of Gadria and Strimm catchments.

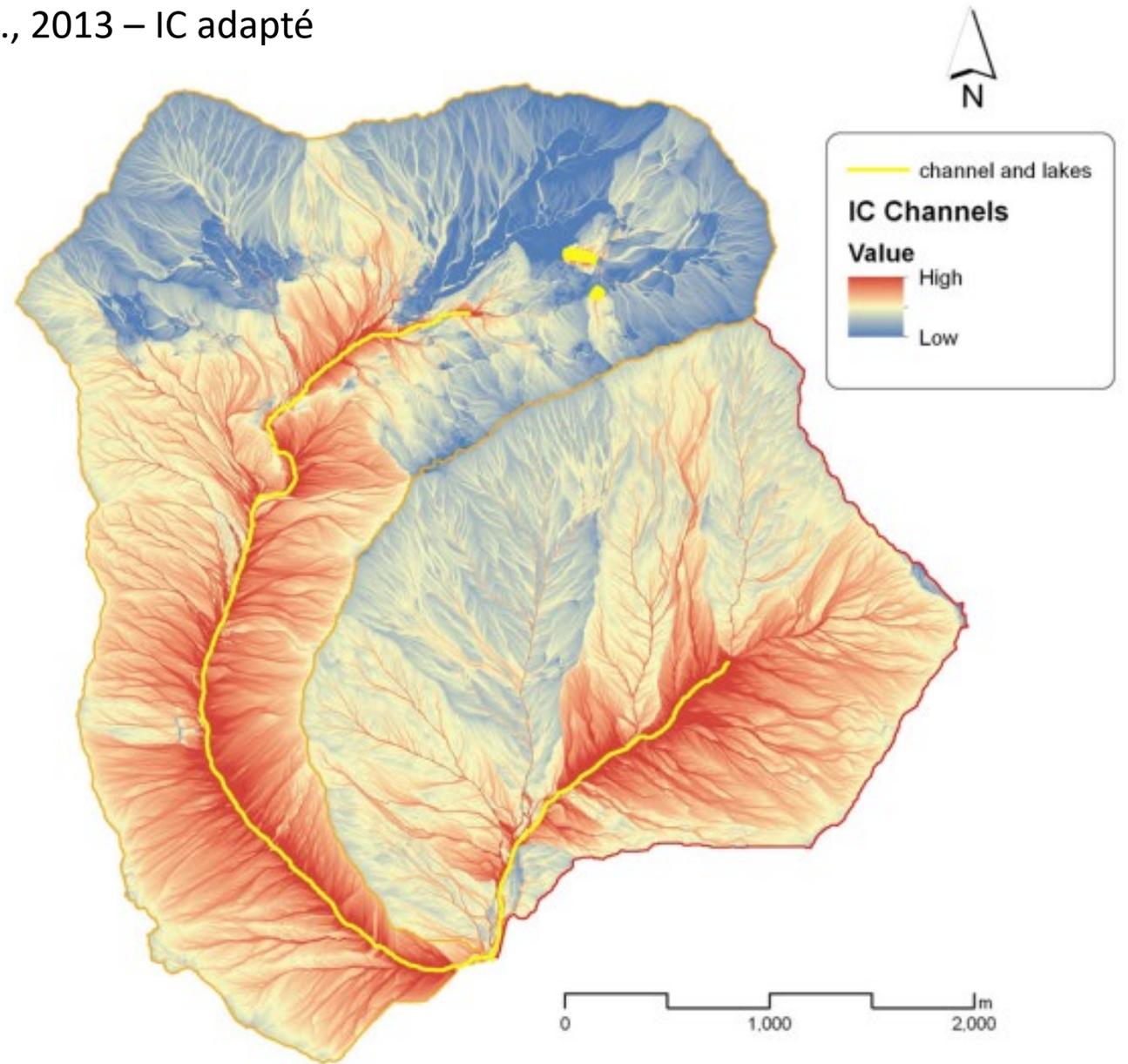
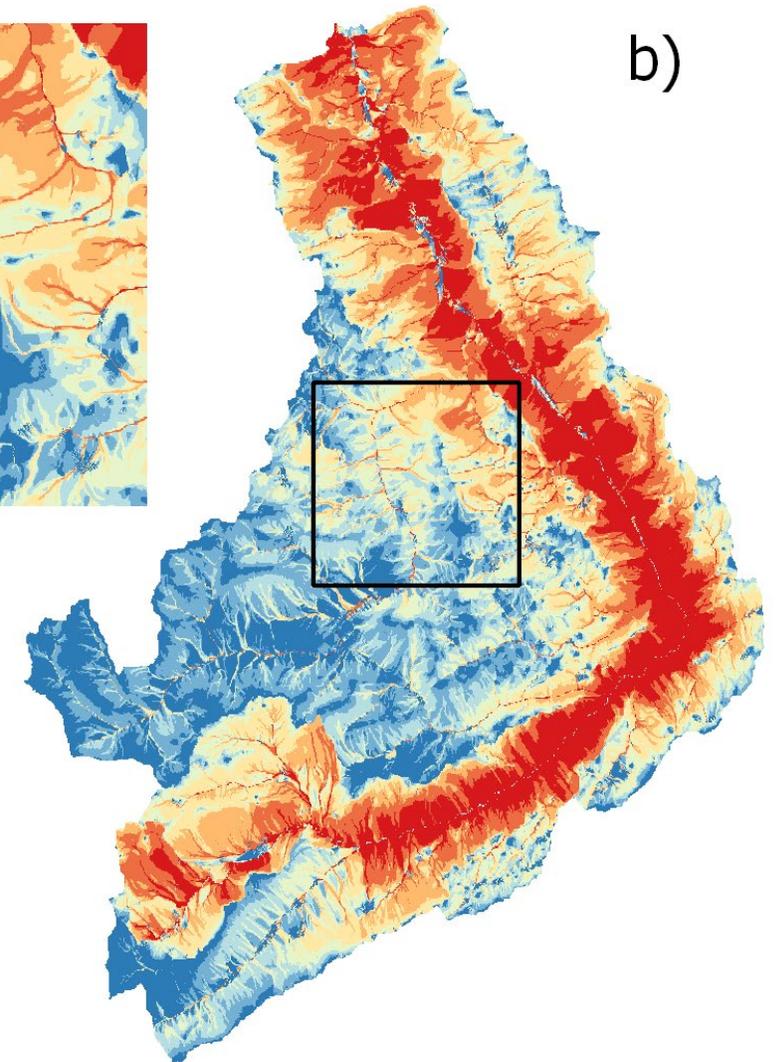
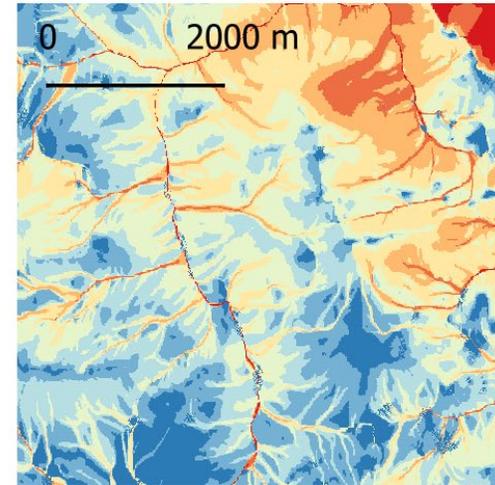
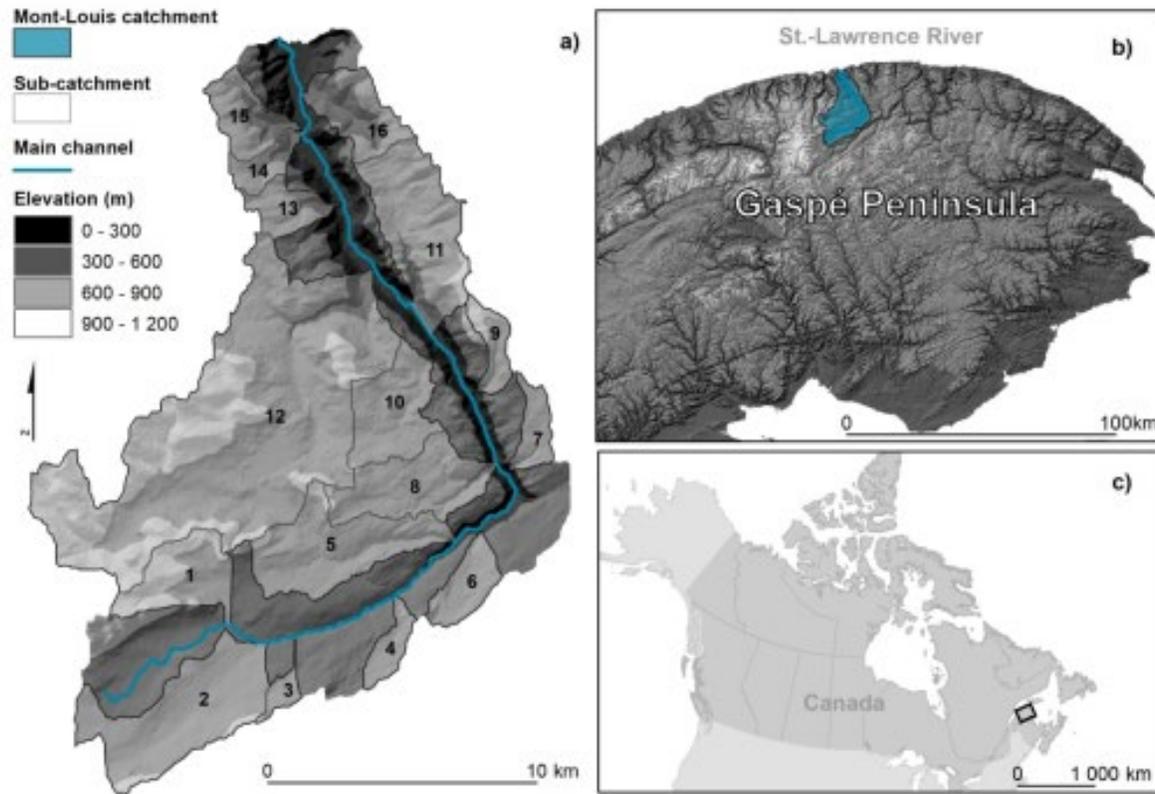


Fig. 5. IC channels map: index of connectivity IC computed with reference to main channels and lakes.

Exemples de résultats – Nord de la Gaspésie – Jautzy et al (2021) – IC adapté de Cavalli et al., 2013

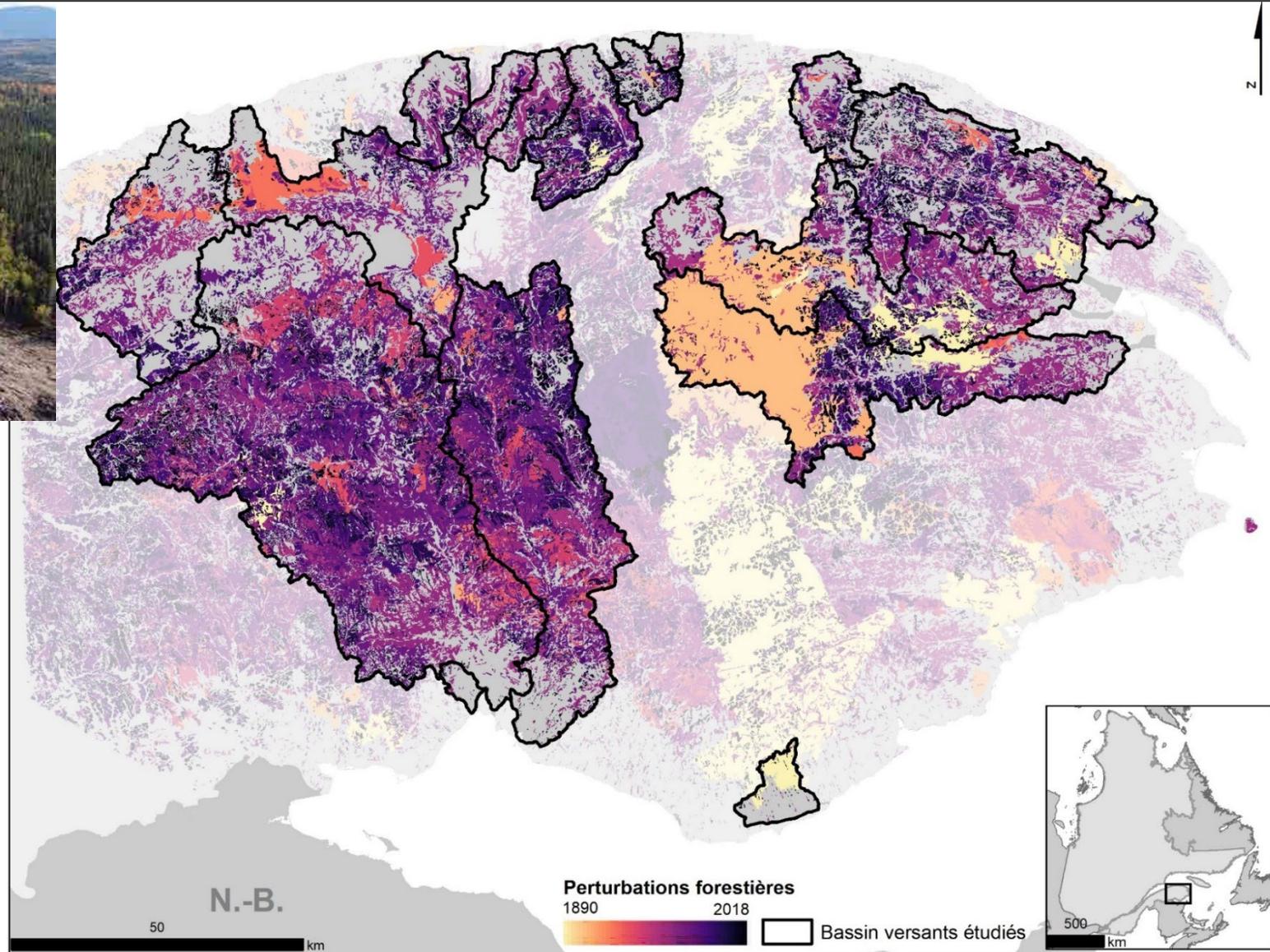


Mont-Louis catchment location. a) Mont-Louis topographic map and sub-catchments ; b) Gaspé F and Mont-Louis catchment location; c) Gaspé Peninsula location in Canada.

IC, couvert forestier et son évolution



- Inventaires écoforestiers MFFP
- Types de perturbation
 - Coupes forestières
 - Feux
 - Épidémies
- Chaque perturbation forestière, naturelle ou anthropique = 1 polygone
- Une carte/année (1979-2017)
- Chaque polygone est caractérisé par
 - Année de perturbation
 - Type de perturbation



Jautzy et al (2021)

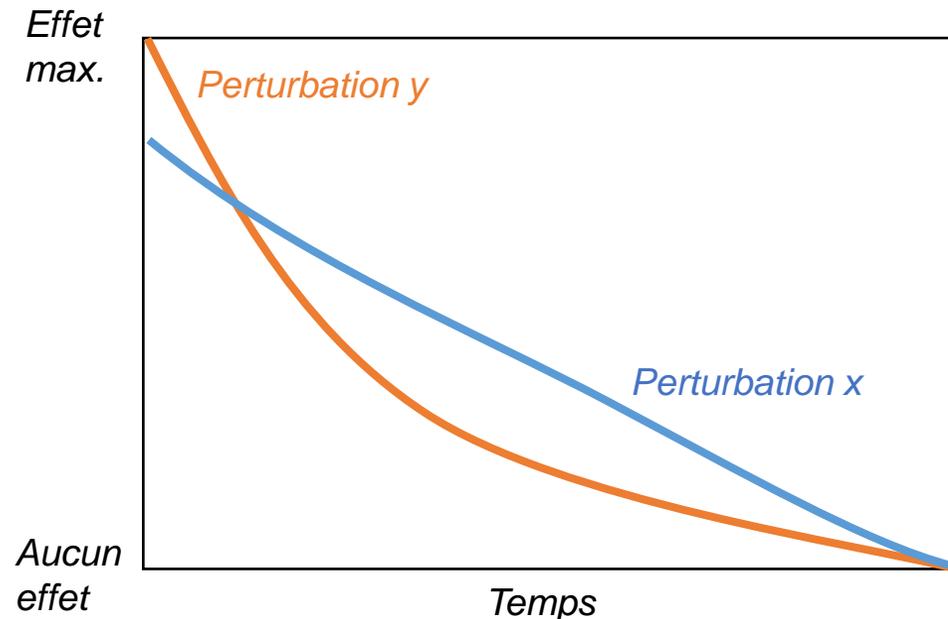
Effets variables de la perturbation sur la réponse hydrologique (Langevin et Plamondon (2004))



Une forêt mature retient plus d'eau qu'une plantation ou qu'une coupe

Une épidémie d'insectes n'altère pas autant le couvert forestier qu'une coupe par exemple

TREC : Taux régressifs de l'effet de la coupe et des perturbations naturelles selon l'âge de l'intervention/perturbation



Langevin et Plamondon (2004)

Approches utilisées

Traditionnellement, l'IC rend compte de la composante spatiale

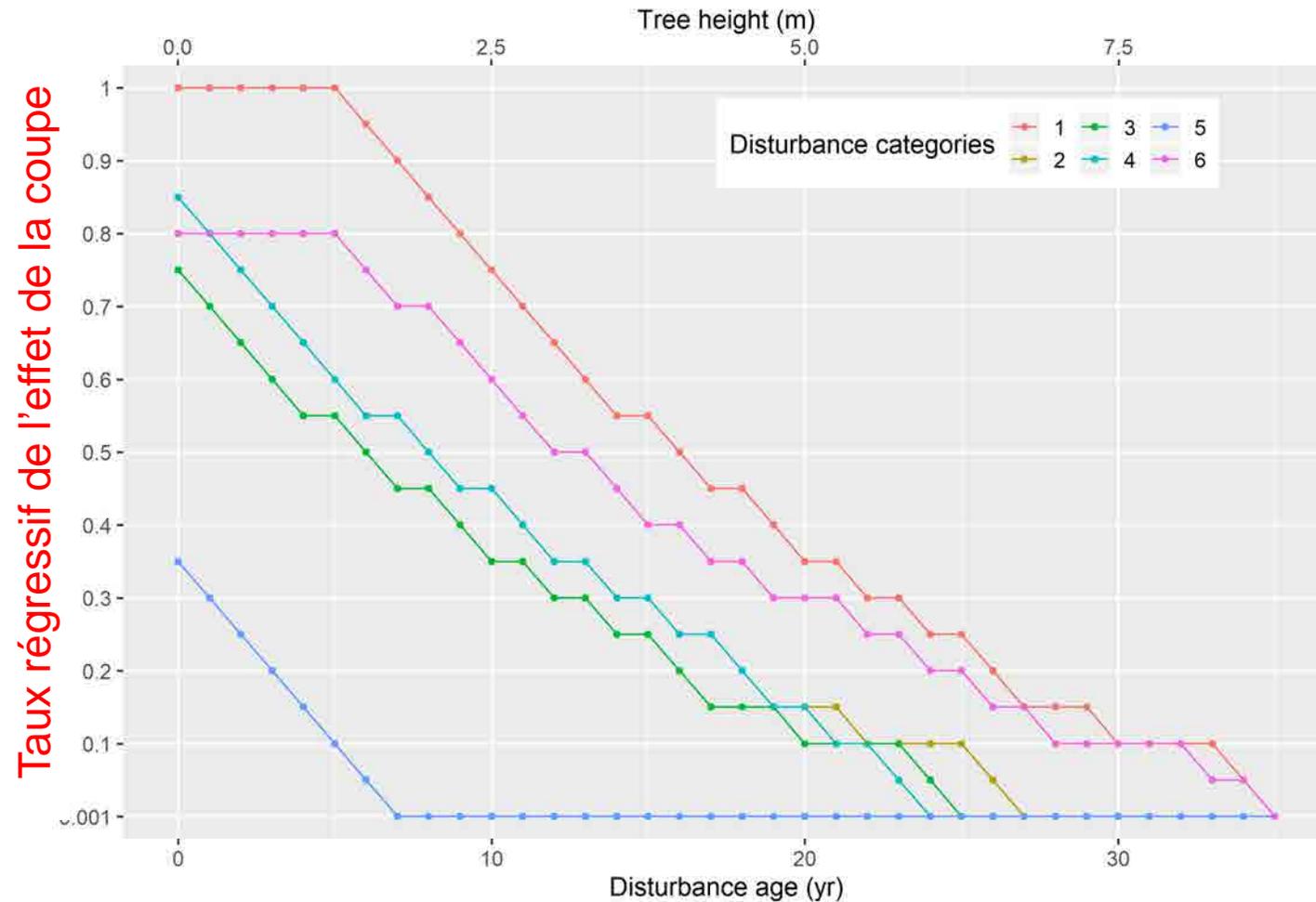
Langevin et Plamondon (2004)

L'intégration de la végétation permet d'intégrer une dimension temporelle

Végétation = hautement dynamique

- Spatialement
 - Perturbations forestières
- Temporellement
 - Croissance de la végétation

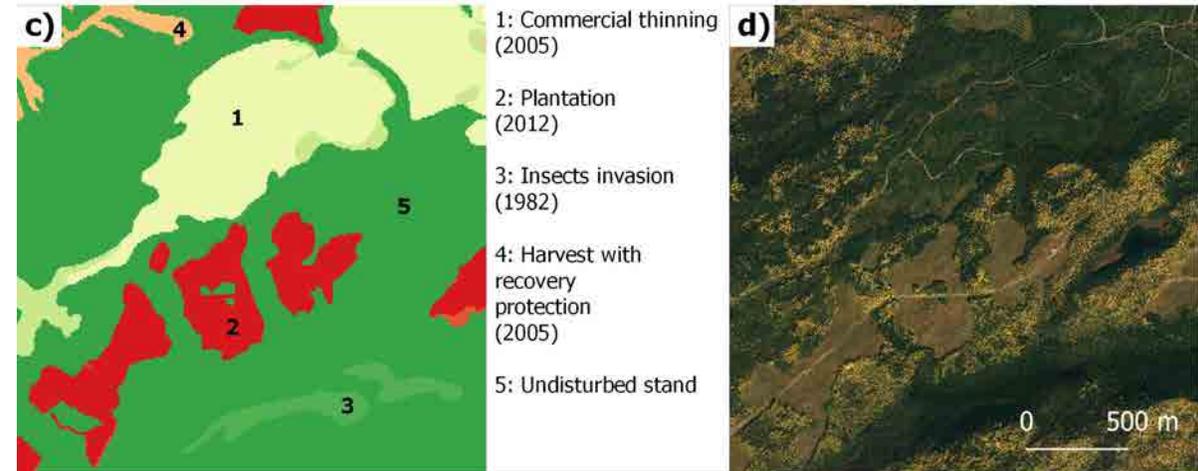
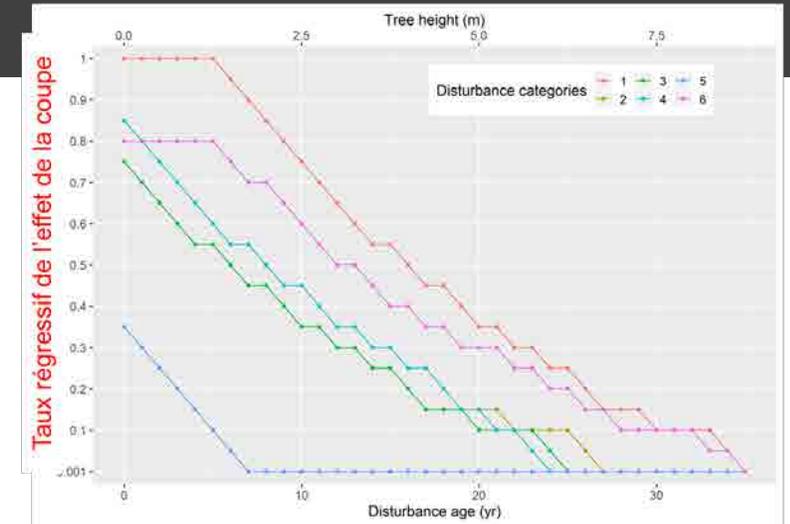
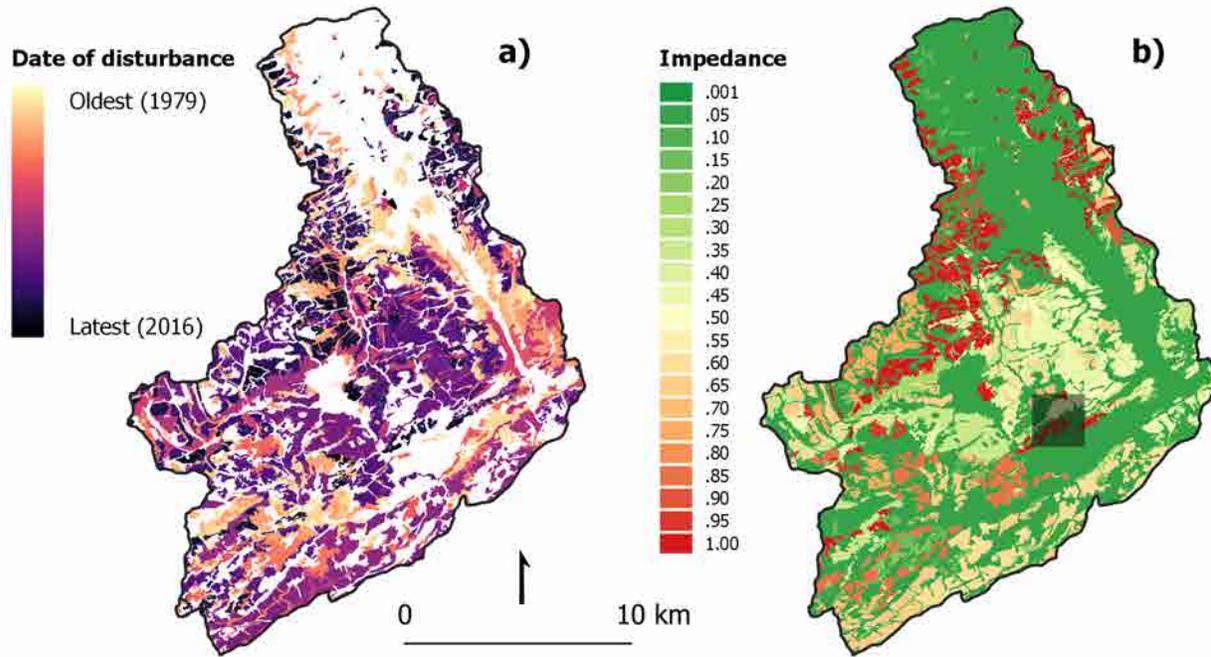
TREC !



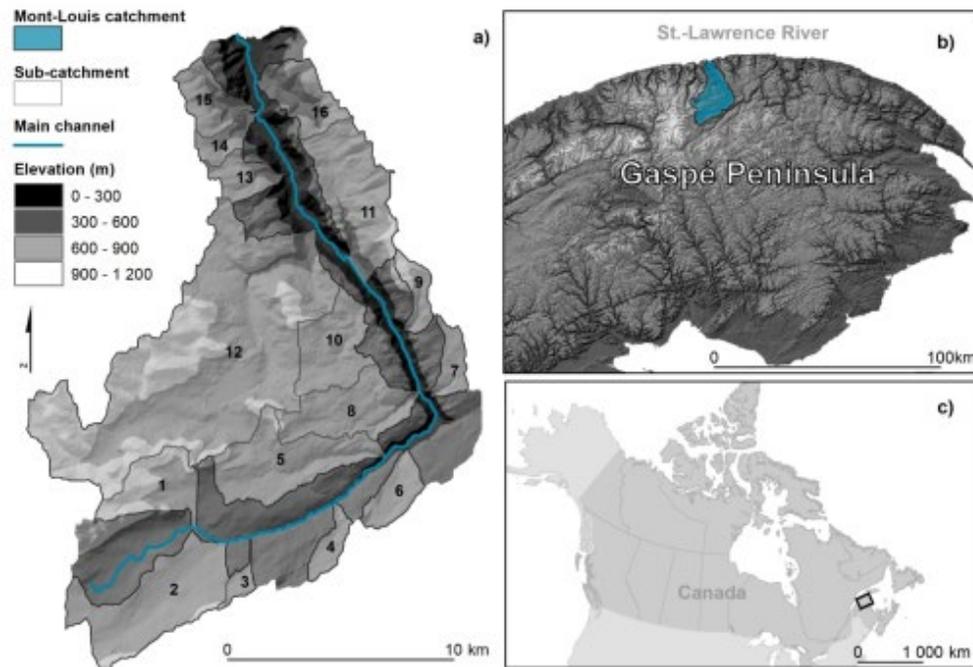
Approches utilisées

Des perturbations forestières TREC ... à l'impédance (facteurs qui influencent l'IC)

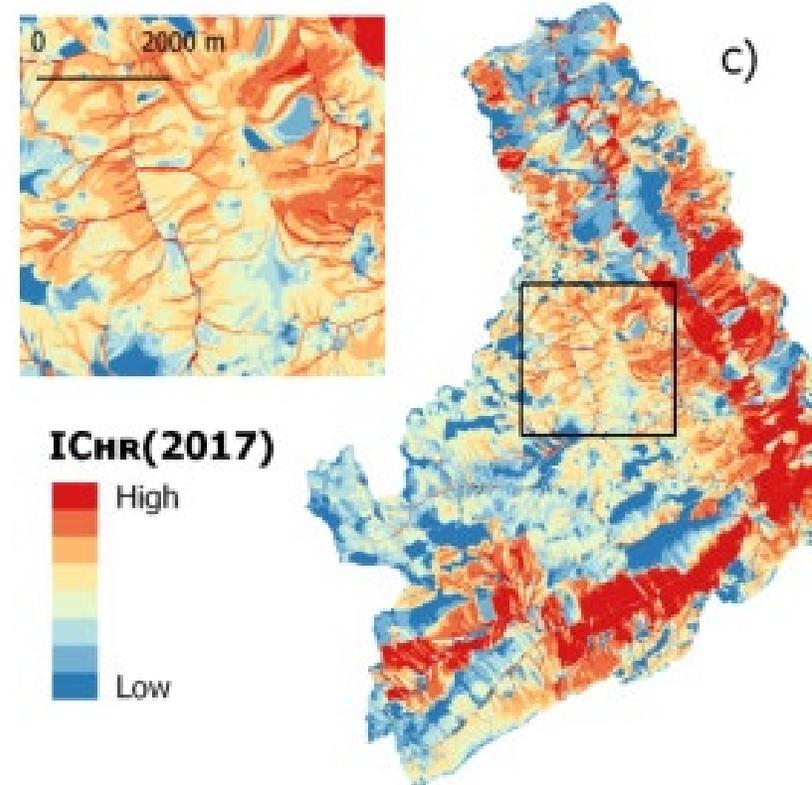
TREC !



Exemples de résultats – Nord de la Gaspésie – Jautzy et al (2021) – IC adapté de Cavalli et al., 2013



Mont-Louis catchment location. a) Mont-Louis topographic map and sub-catchments ; b) Gaspé Peninsula and Mont-Louis catchment location; c) Gaspé Peninsula location in Canada.

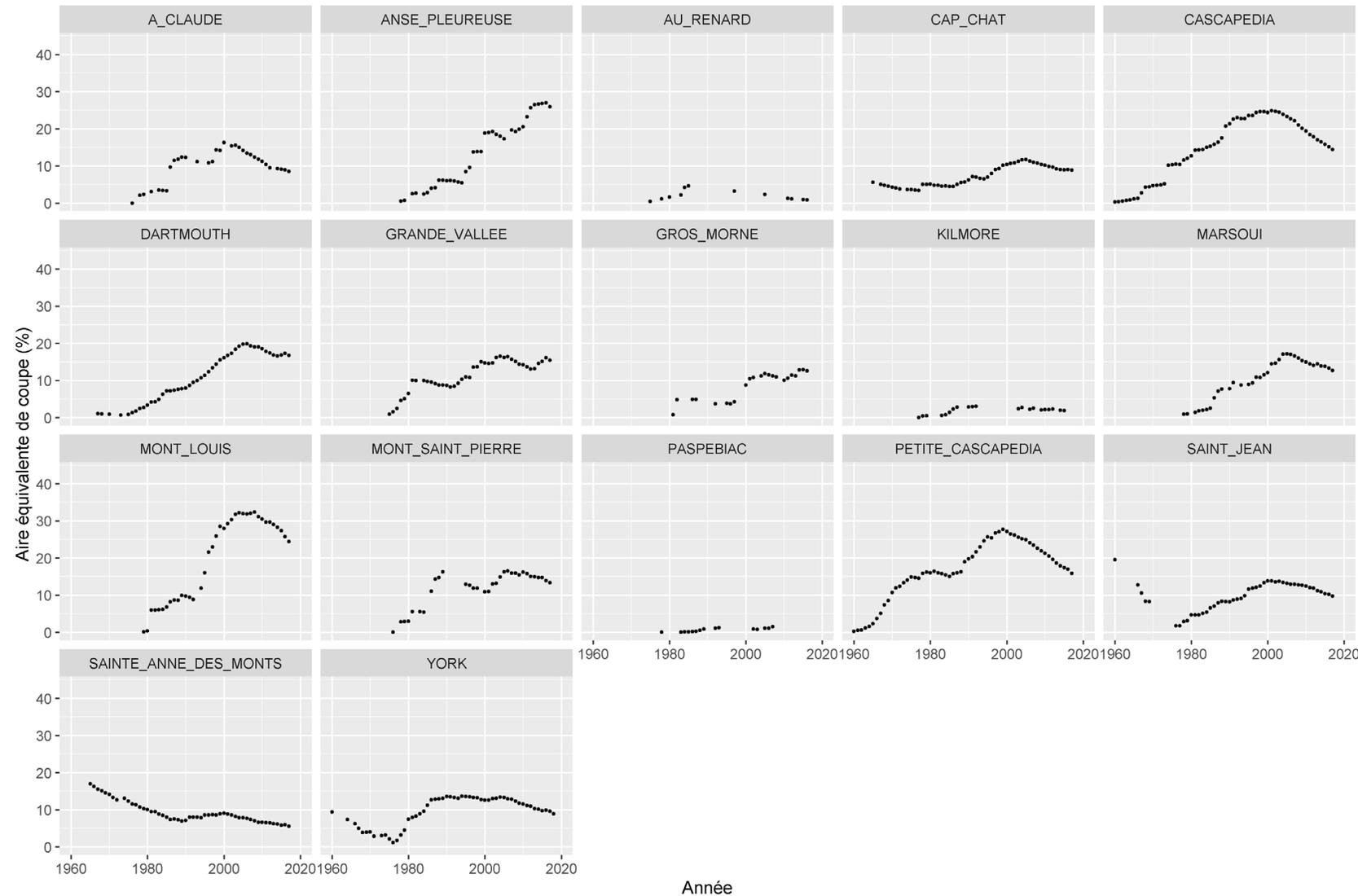


Permet d'obtenir une image de la sensibilité hydrosédimentaire du bassin ainsi que de son évolution dans le temps.

Cet outil pourrait permettre de déterminer dans quelle mesure l'exploitation forestière future pourrait augmenter la connectivité hydrosédimentaire globale à l'échelle du bassin versant ainsi que dans les sous-bassins en intégrant les emplacements, les types et les dimensions connus des récoltes futures dans le calcul des cartes IC.

Évolution du couvert forestier

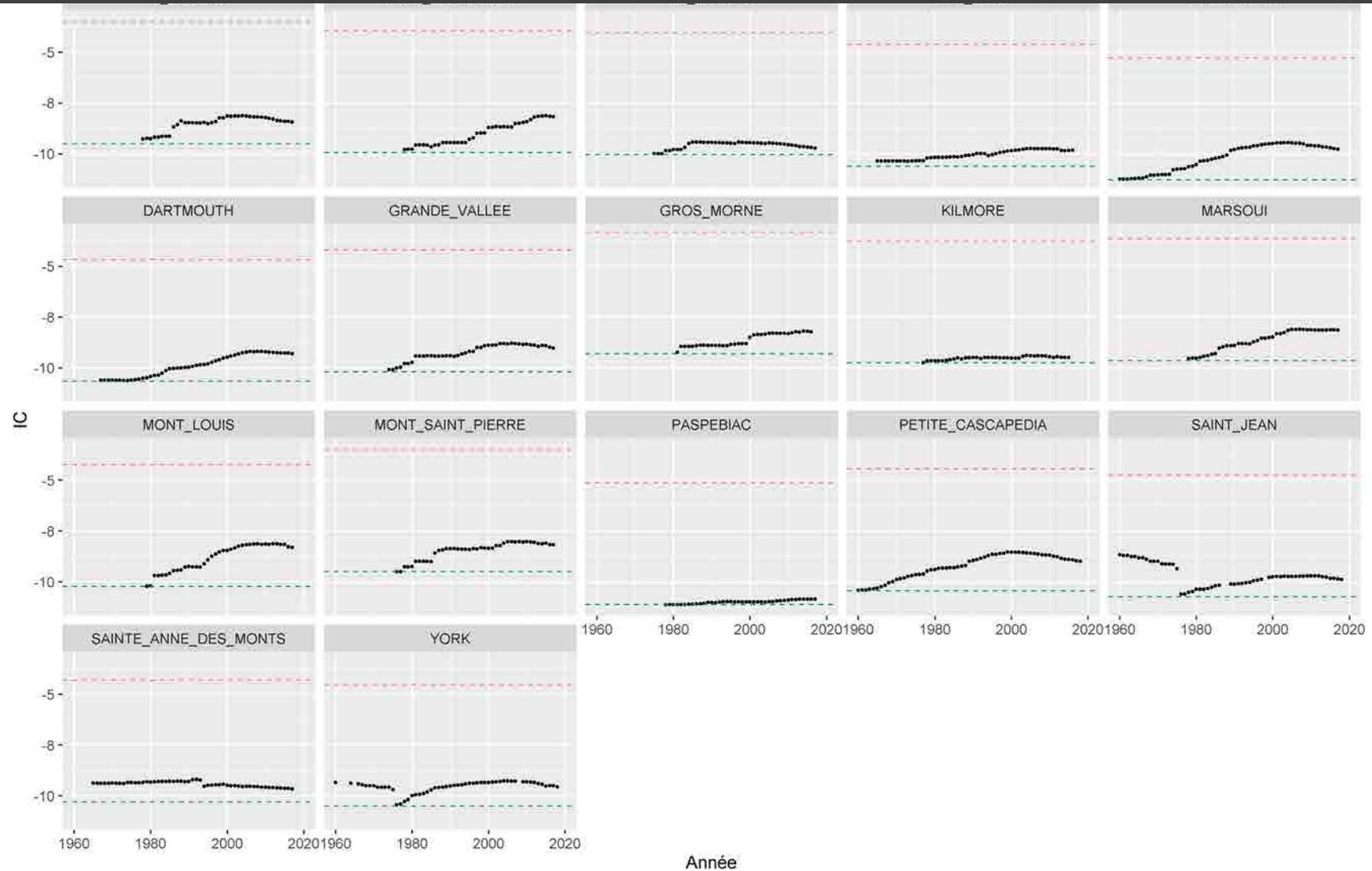
- Trajectoire de l'AEC
- Perturbation de la quasi-totalité du territoire Gaspésien
- Augmentation des perturbations depuis les années 1980
- Pic de perturbation dans les années 1990-2000
- Décroissance 2000-2010
- Nécessité de spatialiser l'AEC



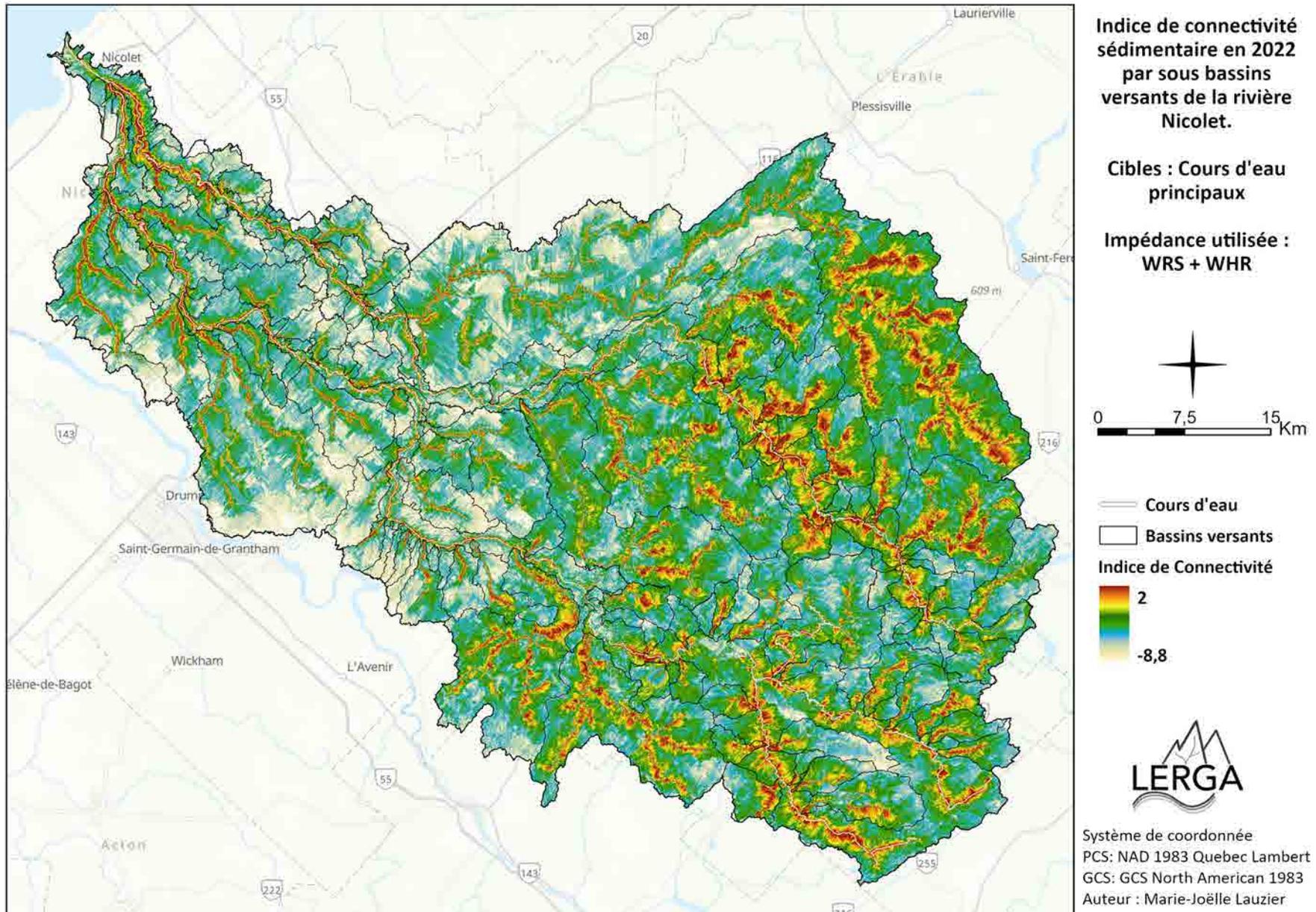
Évolution de l'indice de connectivité

Portrait régional

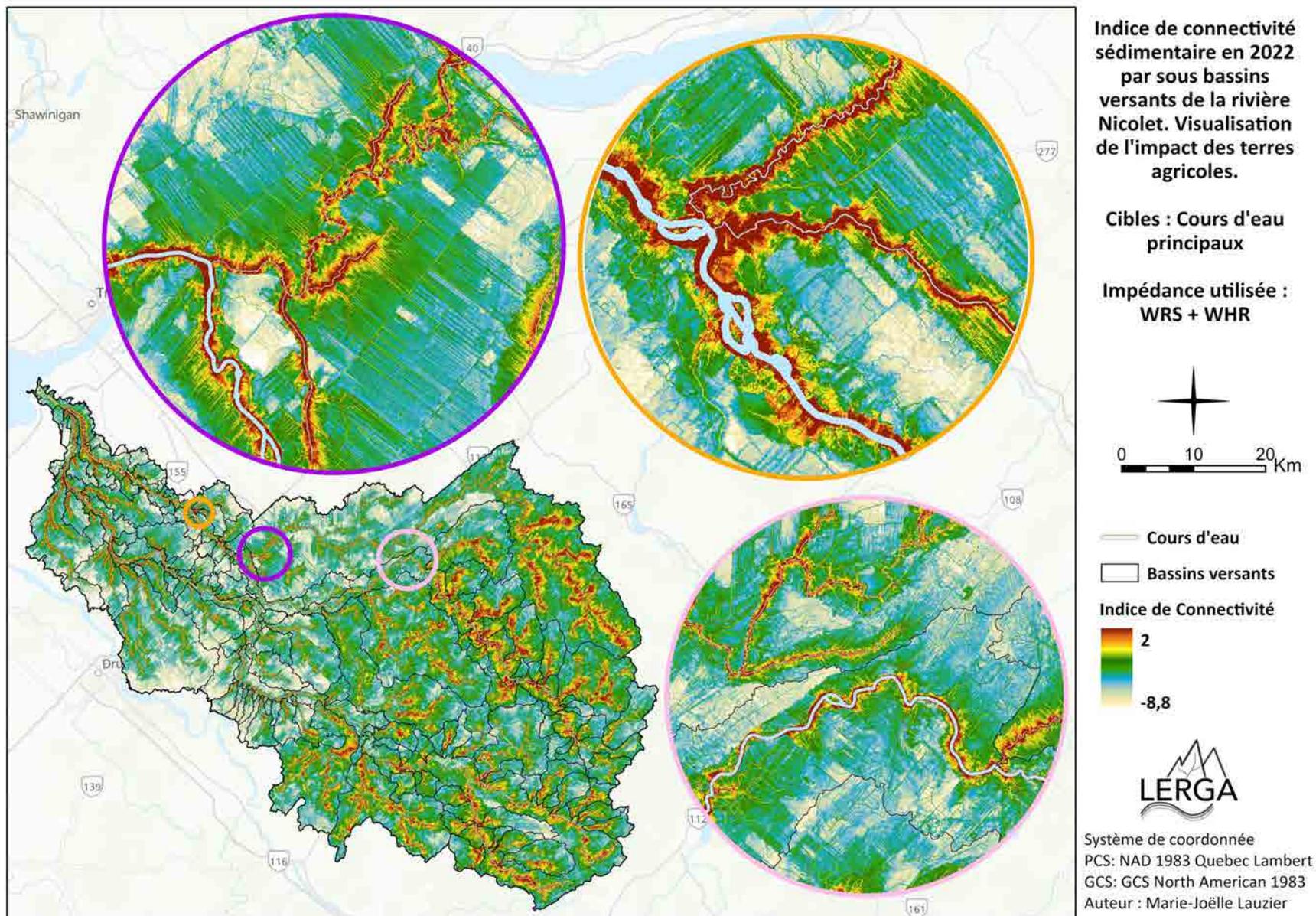
- Augmentation généralisée de l'IC
- Plafonnement autour des années 2000
- Décroissance amorcée 2010+



Exemples de résultats – Rivière Nicolet – adaptation pour le multi-usages – comment l’appliquer dans un contexte différents



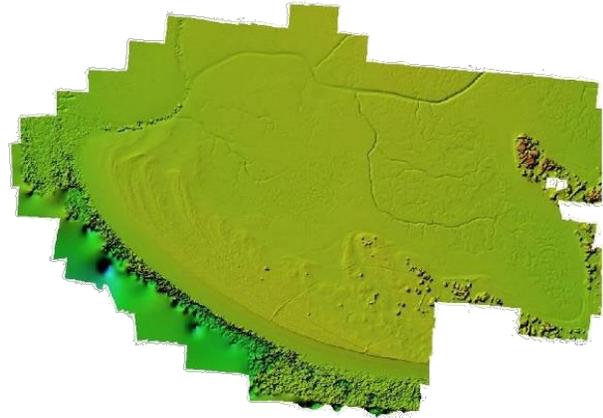
Exemples de résultats – Rivière Nicolet – multi-usages – agricoles et agroforestier





Projet GéoZip
2020-2023 et 2023-2026

GéoZIP : Innovations GÉOmatiques pour favoriser l'autonomie des Comités ZIP dans le suivi de l'état du littoral du Saint-Laurent



**Vincent Lecours¹, Yannick Duguay², Nathalie Thériault² Gabriel Joyal & Maxime Boivin¹
Abdélaziz Ouzaka^{1*}, Safietou Soumare^{1*}, Mbaye Faye^{1*}**

¹ Laboratoire d'expertise et de recherche en géographie appliquée, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi Québec, Canada

² Centre de Géomatique du Québec, Chicoutimi, Québec, Canada



GéoZIP : Innovations GÉOmatiques pour favoriser l'autonomie des Comités ZIP

Défis et problématiques

Des territoires immenses à gérer

Des ressources financières limitées

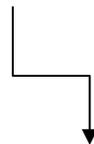
Ressources technologiques limitées

Ressources humaines limitées

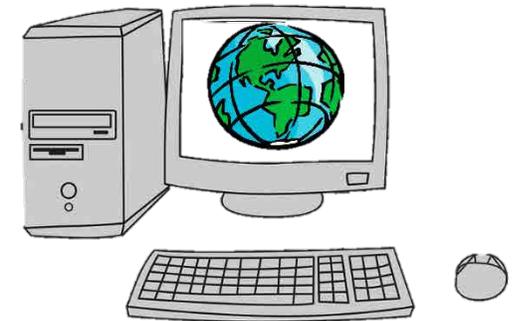
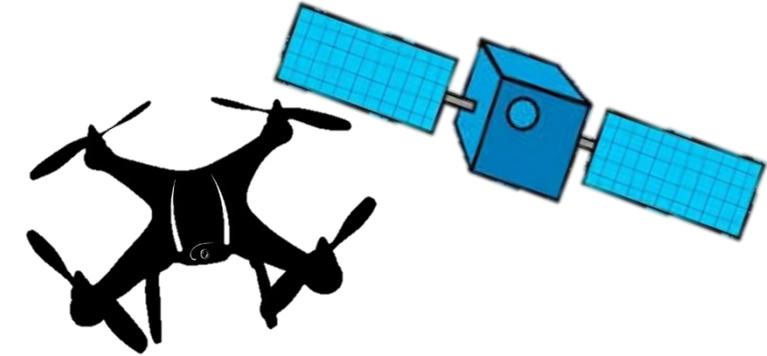
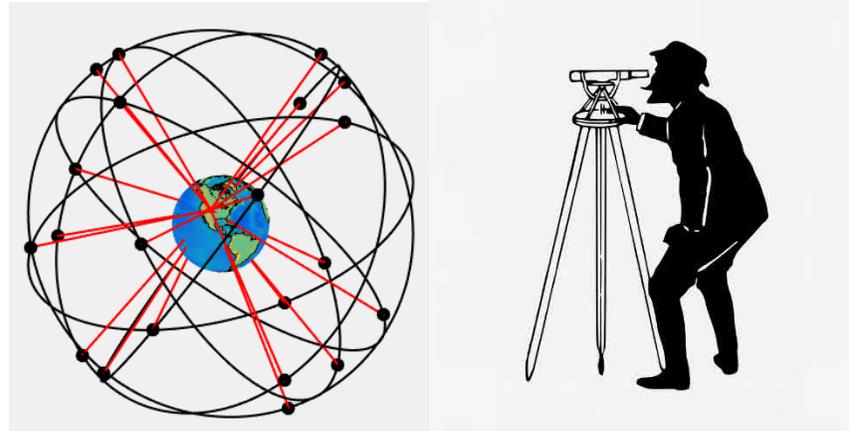
Ressources techniques limitées

Nécessité de collaborations multidisciplinaires

Les solutions basées sur la géomatique peuvent aider à résoudre certains de ces problèmes.



Discipline qui s'occupe de la collecte, de la distribution, du stockage, de l'analyse, du traitement et de la présentation de données ou d'informations géographiques



GéoZIP : Innovations GÉOmatiques pour favoriser l'autonomie des Comités ZIP

Phase 1

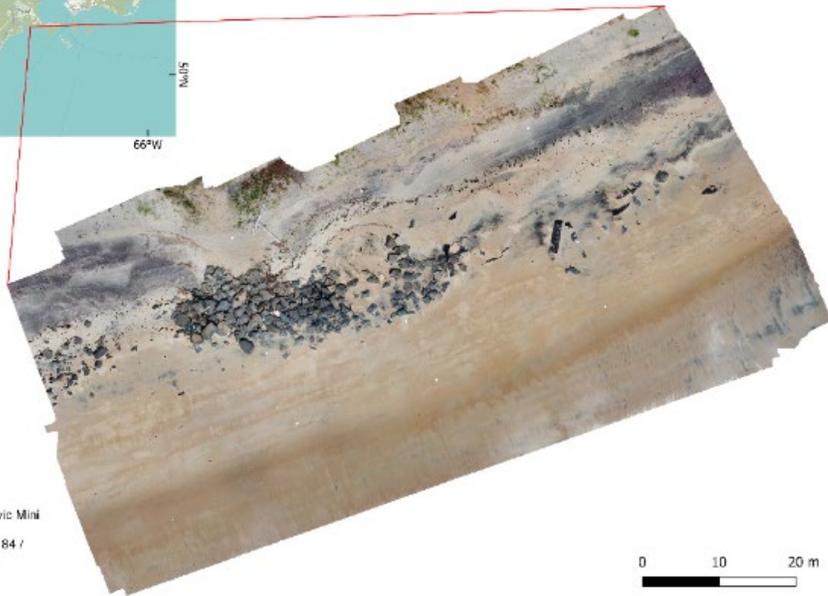
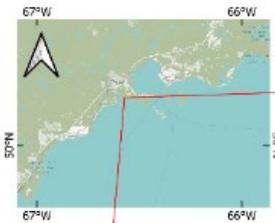
L'accent a été mis sur l'élaboration de procédures d'évaluation écologique et géomorphologique à faible coût et avec peu d'exigences techniques.

DJI Mavic Mini

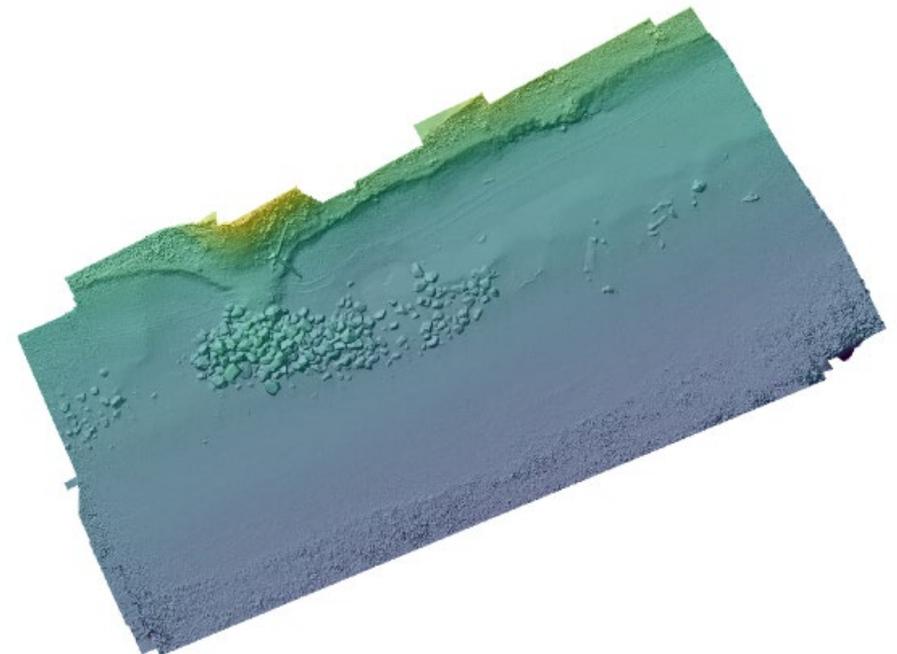
249g
RGB Camera 12 MP
Onboard GPS



Plage de Val-Marguerite



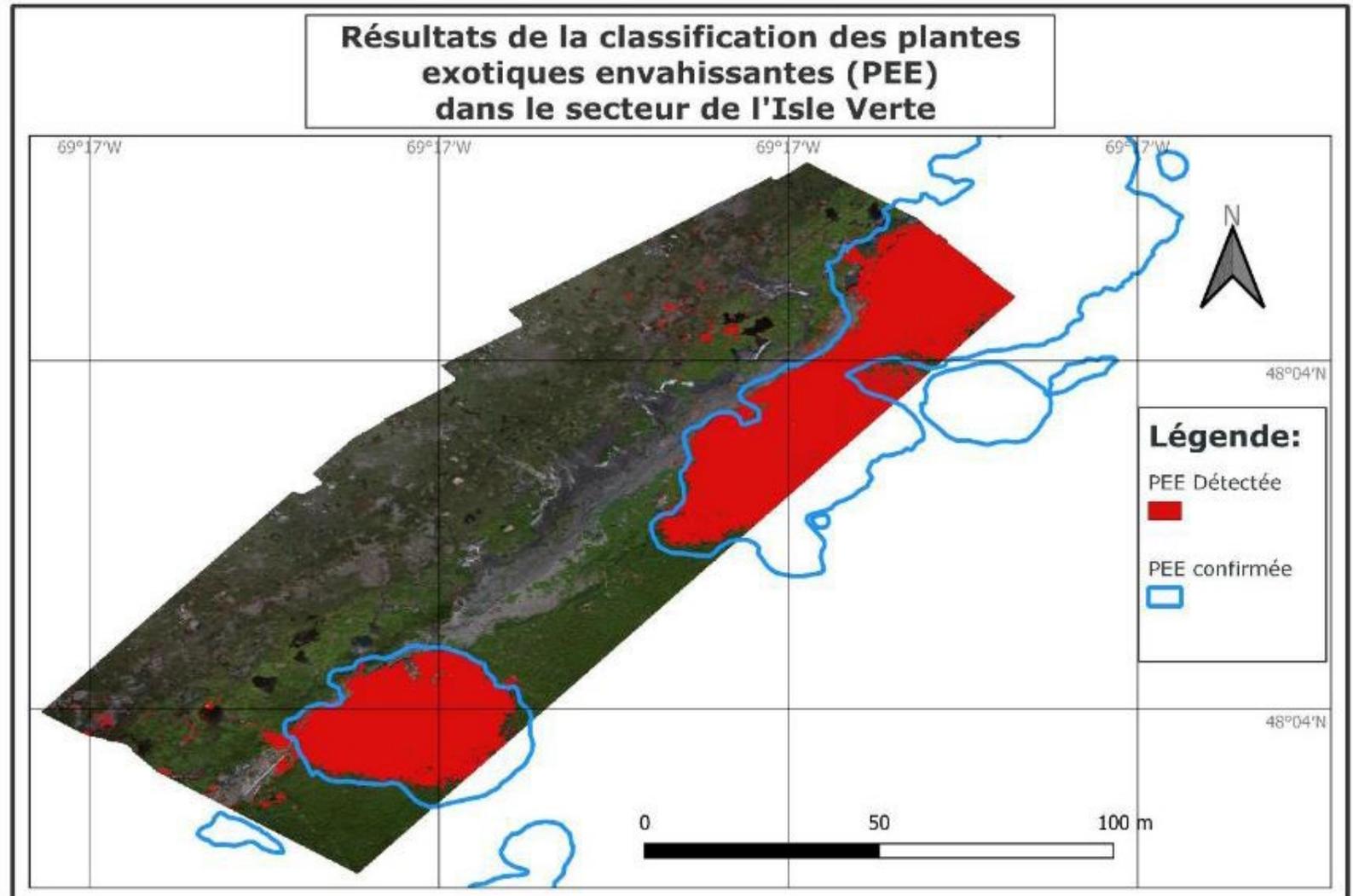
Orthomosaic
Capteur : DJI Mavic Mini
Résolution : 2 cm
Projection : WGS 84 /
Pseudo-Mercator
EPSG : 3857



GéoZIP : Innovations GÉOmatiques pour favoriser l'autonomie des Comités ZIP

Phase 1

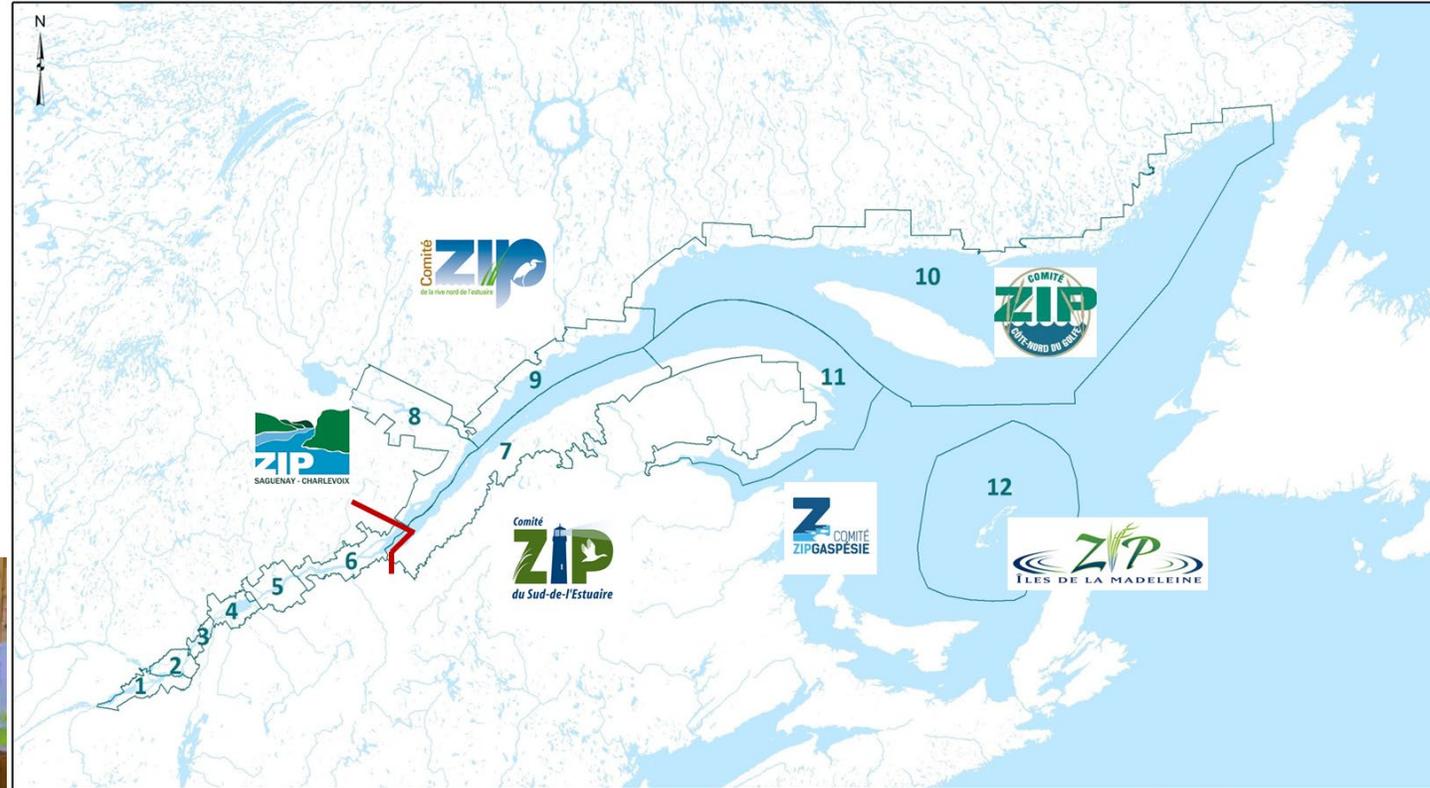
- Détection automatique de PEE



GéoZIP : Innovations GÉOmatiques pour favoriser l'autonomie des Comités ZIP

Phase 2

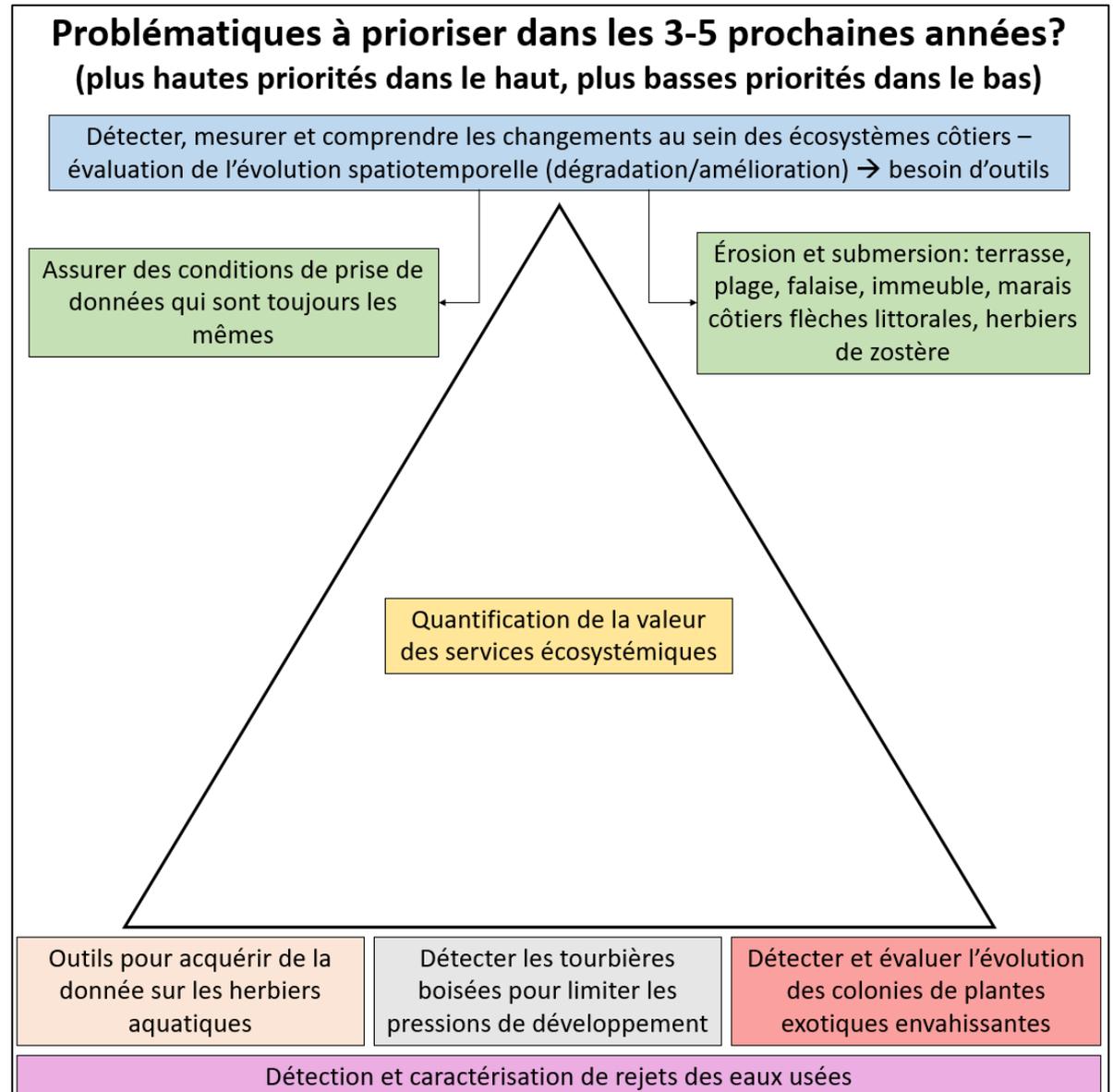
- Autonomisation des ZIP
- Renforcement des capacités
- Co-construction



GéoZIP : Innovations GÉOmatiques pour favoriser l'autonomie des Comités ZIP

Phase 2

- **Priorisation des actions et outils à développer**



GéoZIP : Innovations GÉOmatiques pour favoriser l'autonomie des Comités ZIP

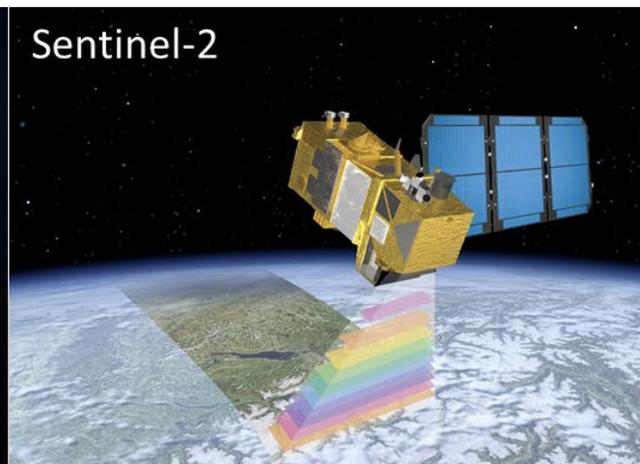
Phase 2

- Développer un outil de priorisation
- Développer des moyens d'adapter la classification de l'imagerie des drones à des besoins spécifiques
- Renforcer de manière générale les capacités en géomatique (collecte, gestion, analyse, traitement, interprétation et partage des données).

Défis :

- Trop de territoire à couvrir lors du travail sur le terrain et des enquêtes par drone
- Trop de données à traiter et à analyser
- Tout le territoire n'a pas besoin d'être cartographié à la même fréquence.

Solution : Développer un flux de travail pour l'analyse de l'imagerie satellitaire qui permet l'identification rapide des zones où des changements se sont produits.



« la géographie s'apprend d'abord par les pieds »... (Raoul Blanchard), mais aussi en bateau, par drone, satellite...



UQAC

Université du Québec
à Chicoutimi

UQAC

Chaire de recherche sur
les espèces aquatiques exploitées
Université du Québec à Chicoutimi



Merci 😊 Questions?

LERGA

Laboratoire d'expertise et de
recherche en géographie appliquée
UQAC



Forêts, Faune
et Parcs

Québec



Exemples de partenaires depuis 2017

Transports
Québec



VILLE DE
QUÉBEC

Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques

Québec



Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies

Québec

Fondation de la faune du Québec

UQAC



Observatoire régional de recherche
sur la forêt boréale
Université du Québec à Chicoutimi

Portrait de la forêt boréale

Une carte narrative et interactive

Présentation: Hugues Dorion, UQAC





PORTRAIT DE LA FORÊT BORÉALE



**LA CARTE NARRATIVE:
QU'EST-CE QUE C'EST?**



**QUELLES SONT LES
THÈMES ABORDÉS DANS
CETTE CARTE NARRATIVE?**



**LA CARTE NARRATIVE:
UNE VITRINE SUR LA
RECHERCHE AU SEIN DE
L'OBSERVATOIRE**

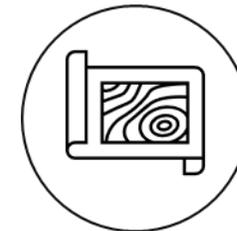
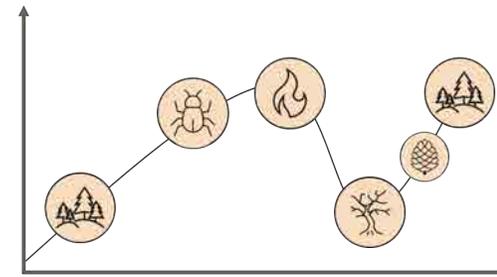
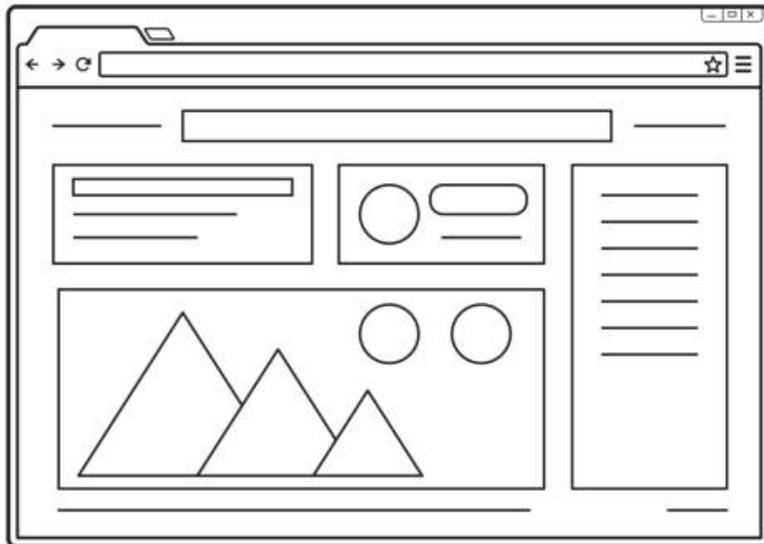


LA CARTE NARRATIVE: QU'EST-CE QUE C'EST?

La carte narrative est un outil destiné à:

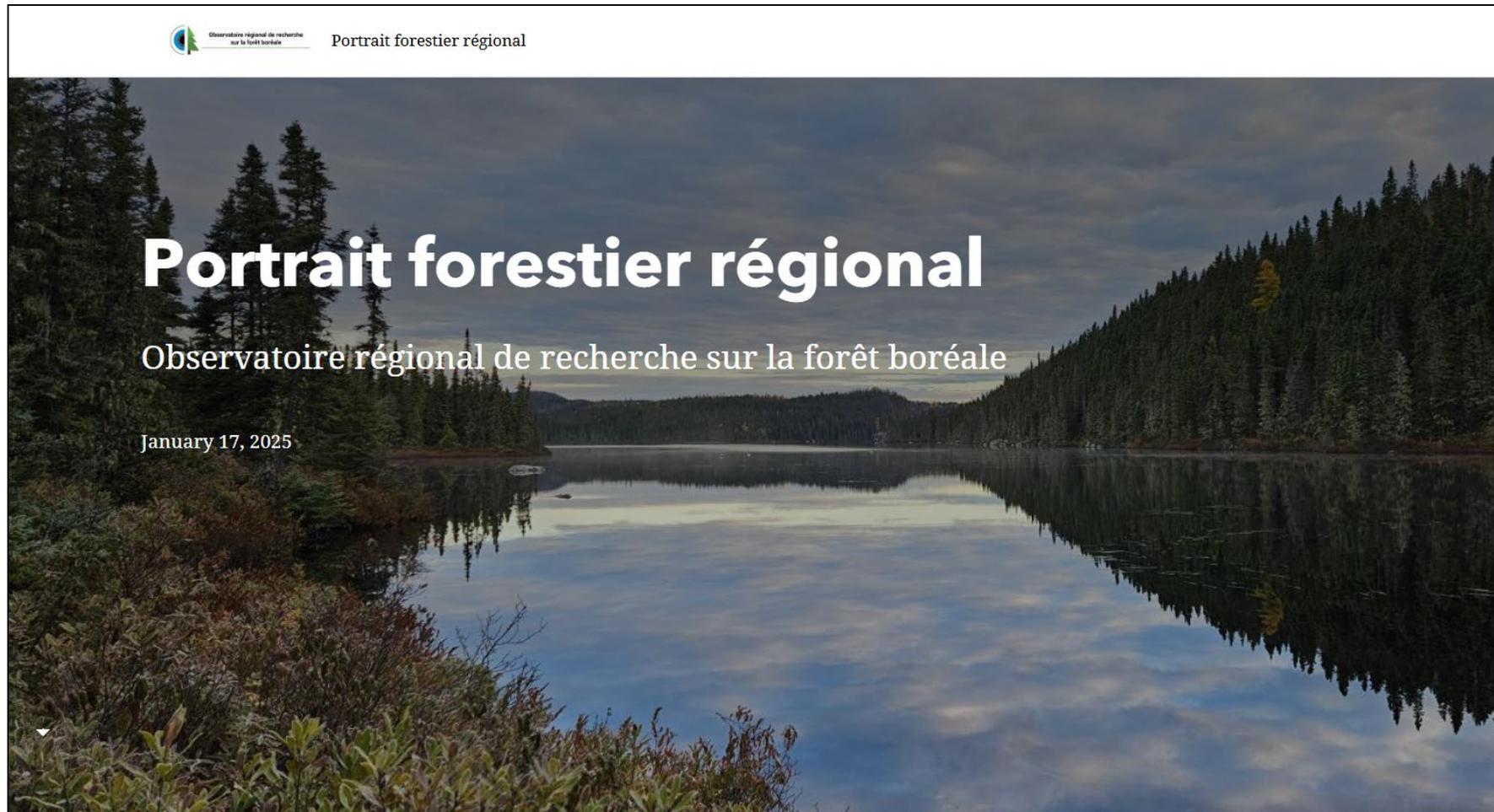


Diffuser et vulgariser les connaissances en écologie forestière à l'aide d'une plateforme interactive





LA CARTE NARRATIVE: QU'EST-CE QUE C'EST?





LES THÈMES DE LA CARTE NARRATIVE

Les thèmes sélectionnés s'articulent autour des trois axes de recherche de l'Observatoire:

Axe 1: Veille scientifique des enjeux liés au feu, à la composition forestière et à l'adaptation des forêts aux changements climatiques pour assurer la résilience des forêts.

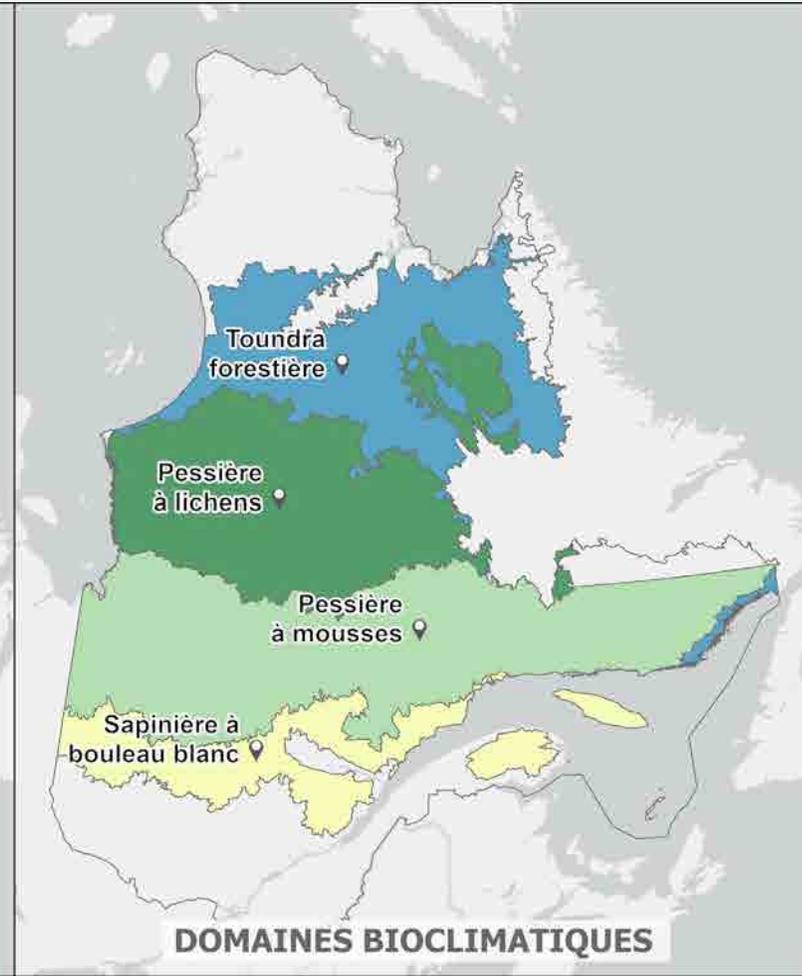
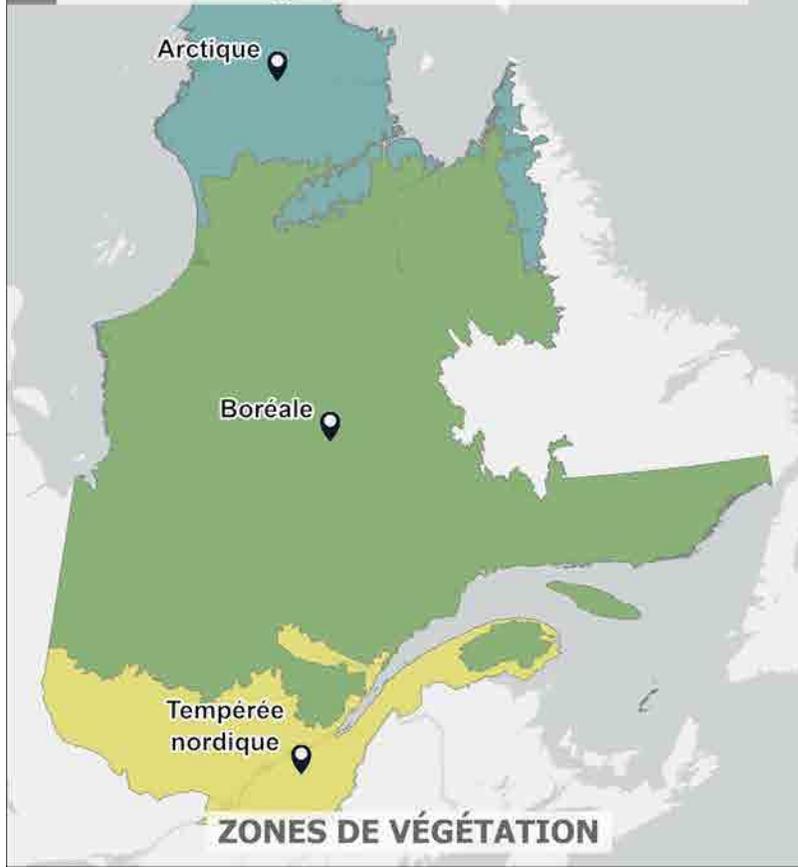
Axe 2: Développement d'une programmation de recherche-action visant le maintien de la productivité et la diminution de la vulnérabilité des forêts face au feu et au climat du futur

Axe 3: Établissement d'un mécanisme de transfert afin de diffuser les connaissances scientifiques sur l'adaptation des forêts dans un contexte de changements climatiques



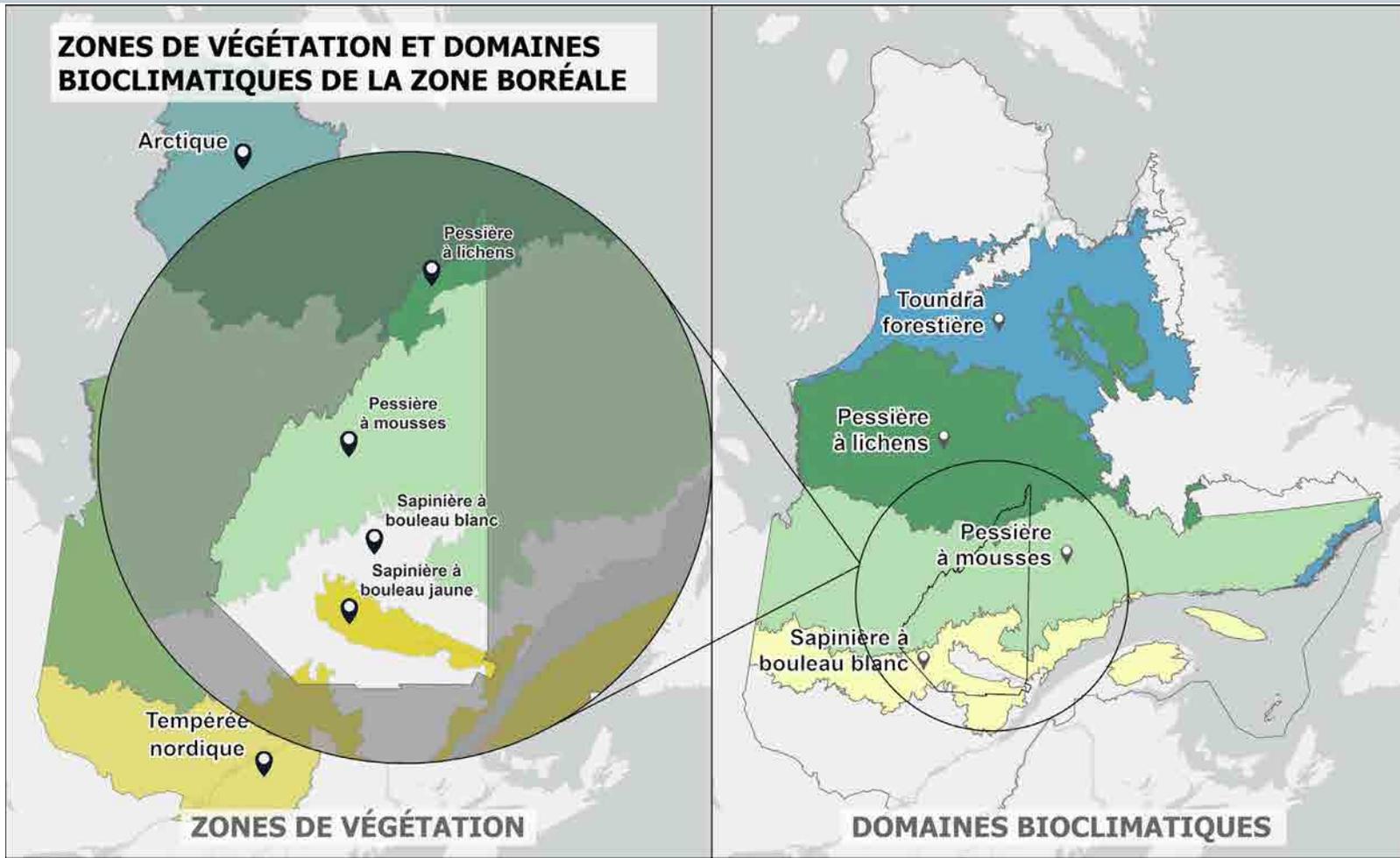
LES THÈMES DE LA CARTE NARRATIVE

ZONES DE VÉGÉTATION ET DOMAINES BIOCLIMATIQUES DE LA ZONE BORÉALE



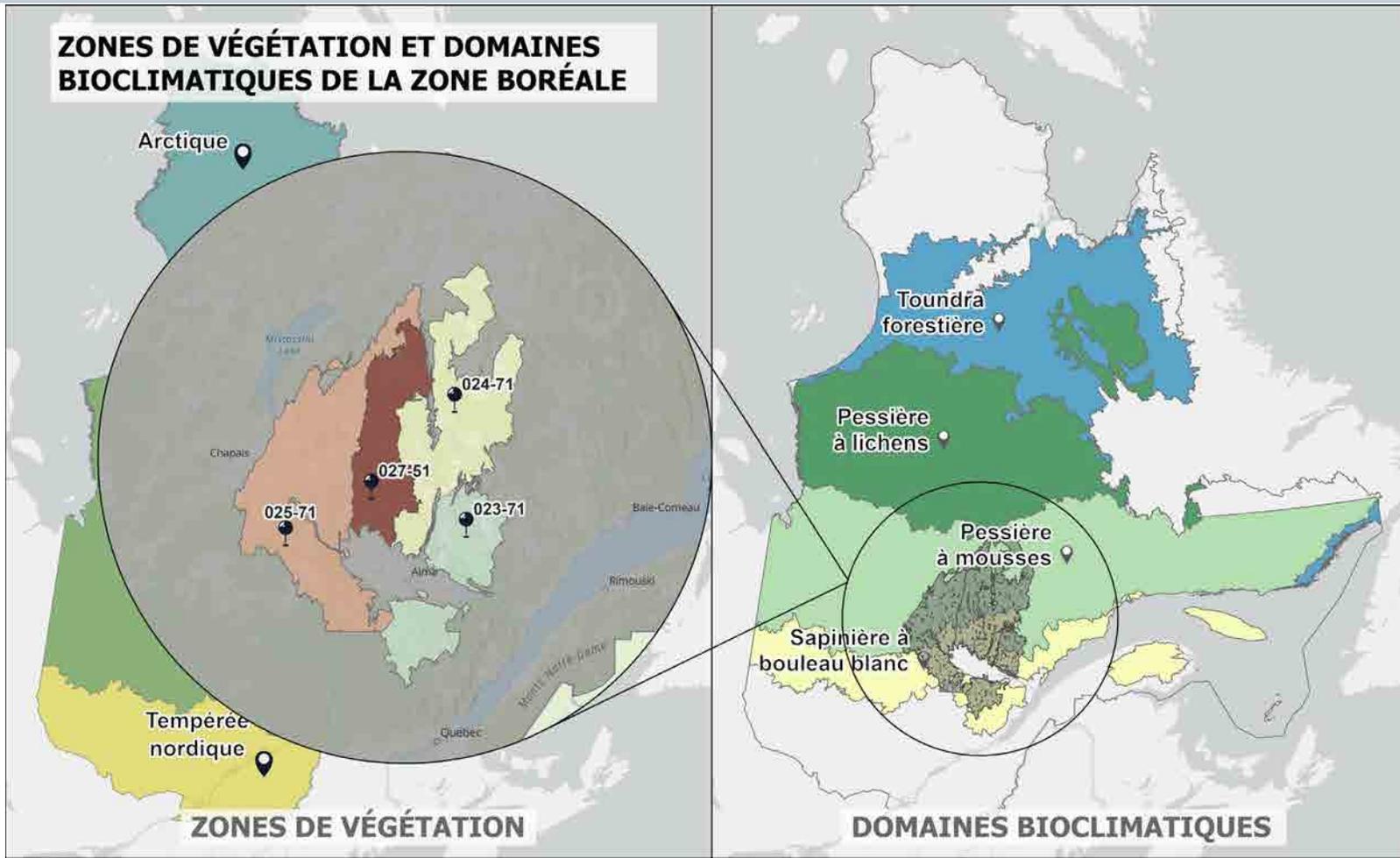


LES THÈMES DE LA CARTE NARRATIVE





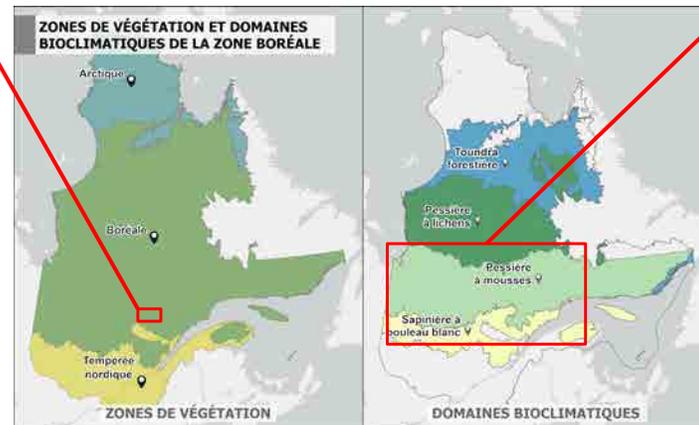
LES THÈMES DE LA CARTE NARRATIVE





LES THÈMES DE LA CARTE NARRATIVE

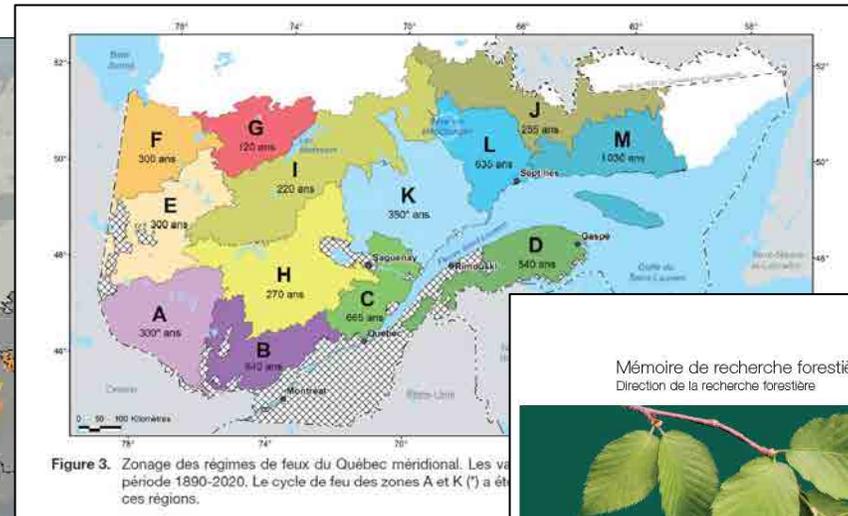
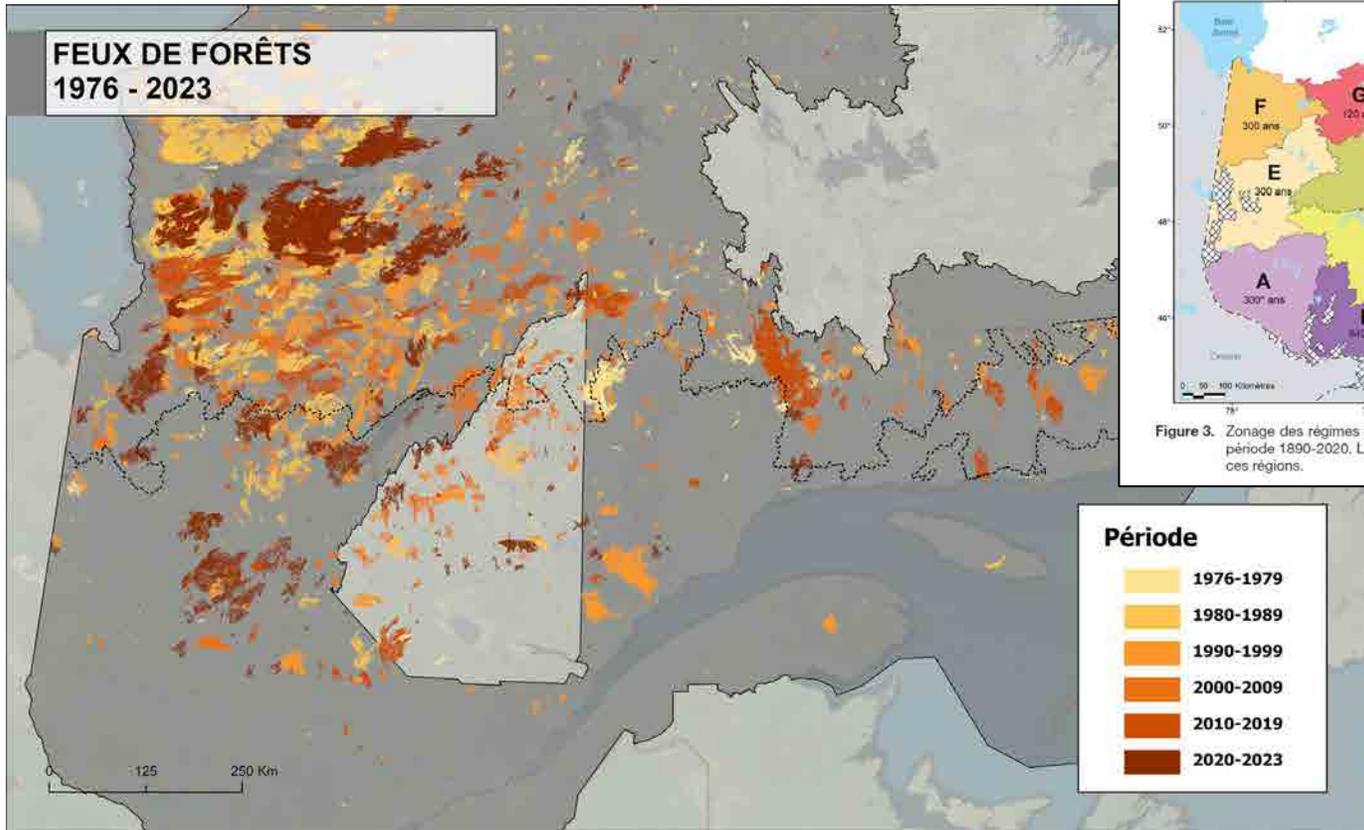
PERTURBATIONS NATURELLES DE LA FORÊT BORÉALE :





LA CARTE NARRATIVE: UNE VITRINE SUR LA RECHERCHE AU SEIN DE L'OBSERVATOIRE

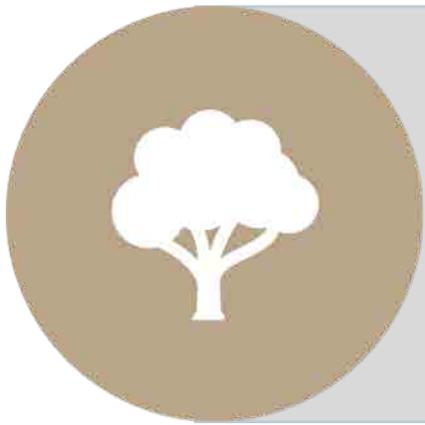
EFFET DES PERTURBATIONS NATURELLES SUR LES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS BORÉAUX:



Mémoire de recherche forestière n° 189
Direction de la recherche forestière

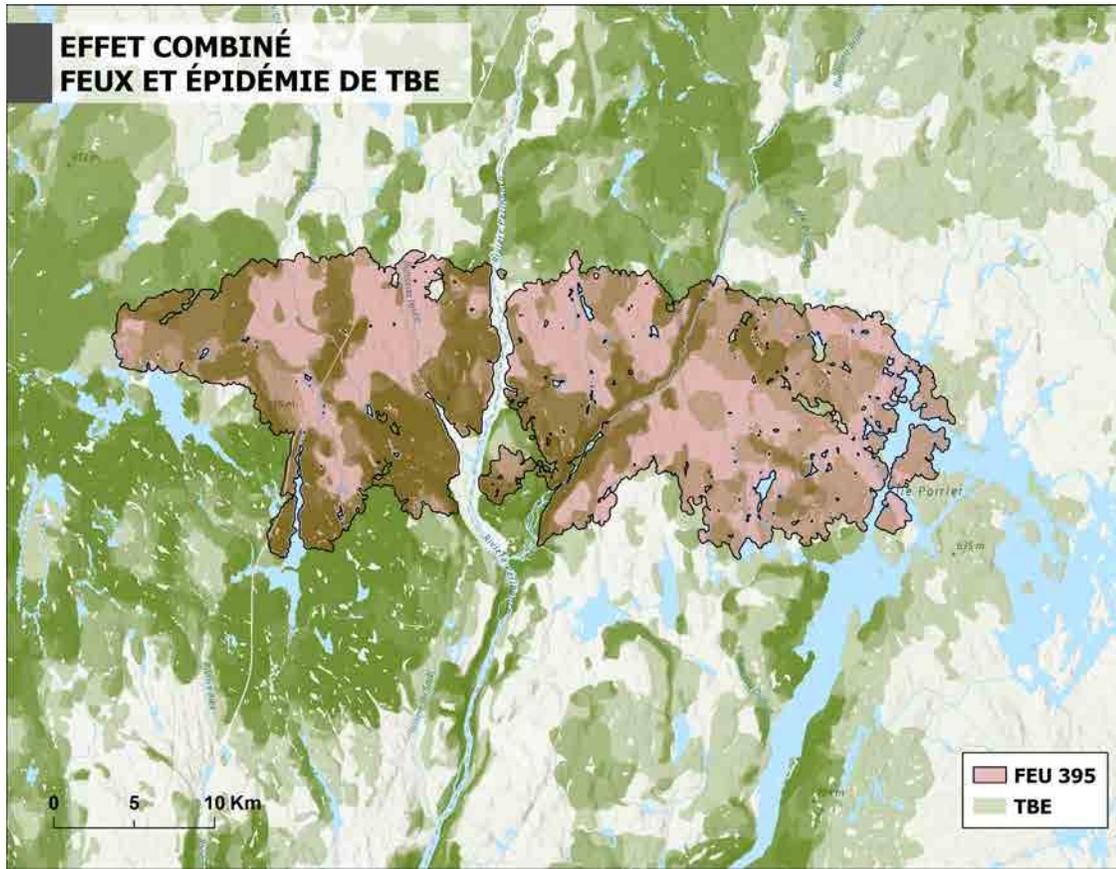
**Zonage des régimes de feux
du Québec méridional**

par Pierre-Luc Couillard, Mathieu Bouchard, Jason Laflamme
et François Hébert



LA CARTE NARRATIVE: UNE VITRINE SUR LA RECHERCHE AU SEIN DE L'OBSERVATOIRE

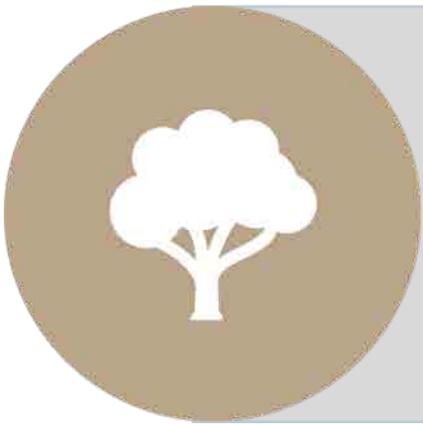
EFFET COMBINÉ DES PERTURBATIONS NATURELLES :



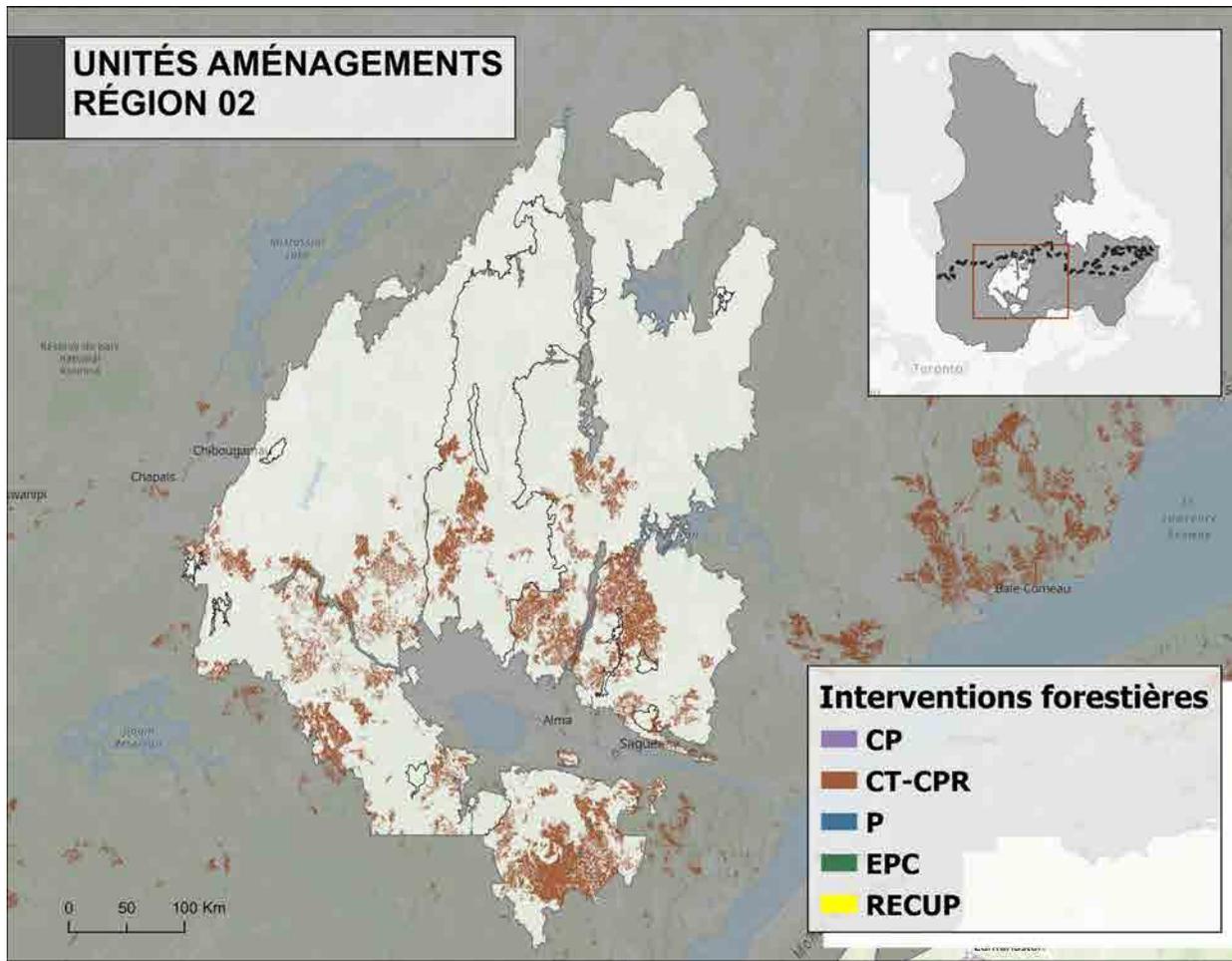
Info | Environnement | Feux de forêt

**La régénération de milliers
d'hectares de forêts compromise
par les feux au Québec**





LA CARTE NARRATIVE: UNE VITRINE SUR LA RECHERCHE AU SEIN DE L'OBSERVATOIRE



ACTIVITÉS ANTHROPIQUES:

- o Aménagement forestier;

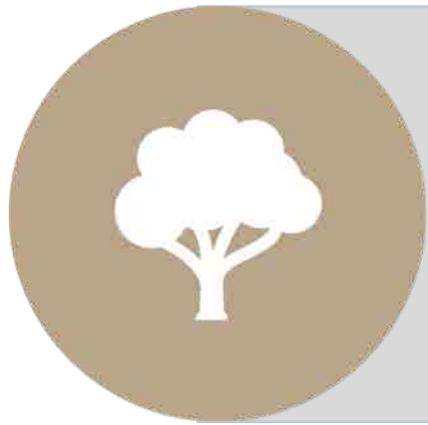


- o Exploration et exploitation minière;



- o Développement de l'énergie éolienne.





LA CARTE NARRATIVE: UNE VITRINE SUR LA RECHERCHE AU SEIN DE L'OBSERVATOIRE

La carte narrative est un outil destiné à:



Intégrer les connaissances en matière d'écologie forestière et de foresterie.





LA CARTE NARRATIVE: UNE VITRINE SUR LA RECHERCHE AU SEIN DE L'OBSERVATOIRE

QUE DOIT-ON RETENIR:

- **La carte narrative est un projet interactif et dynamique qui vise à intégrer et diffuser la connaissance.**
- **C'est une vitrine sur les travaux de recherche menés à l'UQAC, présentés de façon dynamique et vulgarisée.**
- **C'est un outil de diffusion collaboratif dont le contenu sera modulé au fil des avancées en recherche et des besoins & intérêts des collaborateurs.**



LA CARTE NARRATIVE: UNE VITRINE SUR LA RECHERCHE AU SEIN DE L'OBSERVATOIRE

ÉTAPES À VENIR:

Avril 2025 :

- Diffusion de la version #1 de la carte narrative.**

Mois suivants :

- Ajout de thèmes de recherche.**



QUESTIONS?

Portrait forestier régional

Observatoire régional de recherche sur la forêt boréale

January 17, 2025