

## RAPPORT FINAL DU DEUXIÈME PROGRAMME DE BOURSES DU RIISQ

### IDENTIFICATION DU/DE LA CANDIDAT.E

---

#### Étudiant.e

Étudiant.e	Tomety, Yaovi Djivénoú
Université	Université du Québec à Rimouski
Programme d'étude	Maitrise en géographie
Adresse courriel	<a href="mailto:YaoviDjivenou.Tomety@uqar.ca">YaoviDjivenou.Tomety@uqar.ca</a>

#### Superviseur.e

Superviseur.e	Buffin-Bélangier, Thomas
Université	Université du Québec à Rimouski
Département	Département de biologie, chimie et géographie

#### Co-superviseur.e | Superviseur.e de stage

Co-superviseur.e	Thomas, Isabelle
Université	Université de Montréal
Co-superviseur.e	
Université	
Superviseur.e (stage)	
Établissement	
Division	

## RÉSUMÉ DU PROJET

---

### Titre du projet

Trajectoire de la vulnérabilité aux inondations dans les bassins versants des rivières Cascapédia et petite Cascapédia dans l'Est du Québec

### Résumé du projet (300 mots)

La reconstitution de la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations d'une communauté dans son territoire explique les tendances précédentes des processus et des déterminants clés de la vulnérabilité dans le passé, mène à une compréhension de la vulnérabilité du présent tout en posant des bases pour son évolution possible dans le futur. L'évaluation de la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations, basée sur la construction des indices de vulnérabilité utilisant les indicateurs d'exposition, de sensibilité et d'adaptation, révèle les variables les plus importantes contribuant à varier la vulnérabilité dans le temps dans les corridors fluviaux des rivières Cascapédia et petite Cascapédia. L'évolution de l'exposition des bâtiments dans la zone d'inondation étudiée a accru la vulnérabilité dans le corridor de la rivière petite Cascapédia tandis qu'elle est restée quasi stationnaire dans celui de la rivière Cascapédia. Cette étude expose également le caractère dynamique, temporel et transformationnel de la vulnérabilité. Les cartographies de vulnérabilité générées en maillages de 200 m x 200 m et les enquêtes sur le terrain ont permis de mieux appréhender les changements globaux qui ont contribué à l'évolution de la vulnérabilité aux inondations et de comprendre la nature de la vulnérabilité aux inondations. Cette analyse permettra aux décideurs d'anticiper le futur pour une planification concrète de l'adaptation et des mesures de prévention.

### Axes(s) dans lesquels s'inscrit ce projet

- Axe 1       Axe 2       Axe 3       Axe 4       Axe 5

### Secteurs impliqués dans le projet

- Sciences naturelles et génie    Santé    Sciences sociales et humaines, arts et lettres

## DESCRIPTION DU PROJET

---

**Introduction** (500 mots) - Cette section doit aborder le contexte de la recherche, l'état des lieux, les questions de recherche et l'importance de l'étude.

Le projet de trajectoire de la vulnérabilité aux inondations dans les bassins versants des rivières Cascapédia et petite Cascapédia s'inscrit dans un projet global de la cartographie des aléas fluviaux de cours d'eau de la MRC de Bonaventure piloté par l'UQAR. Ce grand projet est initié par le ministère des affaires municipales et de l'habitation (MAMH) dans deux (02) Communautés Métropolitaines (CM) et six (06) Municipalités Régionales de Comté (MRC) dont la MRC de Bonaventure pour actualiser leurs cartographies des années 1970 tombées en désuétude et de réduire le risque d'inondation à la suite des inondations majeures de 2017 et de 2019 survenues au Québec. Les corridors fluviaux des rivières Cascapédia et petite Cascapédia à l'étude se trouvent respectivement dans la municipalité de Cascapédia Saint-Jules (730 habitants) et la Ville de New Richmond (3706 habitants). Ces deux collectivités territoriales se trouvent dans la municipalité régionale de comté (MRC) de Bonaventure au Québec. Les sites à l'étude représentant les zones potentiellement exposées aux risques liés aux inondations. La ville de New Richmond et la municipalité de Cascapédia Saint-Jules ont expérimenté plusieurs événements liés aux inondations dans le passé. En effet, les événements d'inondation du 14 décembre 2010, mai 2011, 8 mai 2017 et du 2 décembre 2020 ont marqué les populations dans la ville de New Richmond. La crue du 14 décembre 2010 a affecté 48 résidences et 10 commerces (MSP, 2019). Le pont couvert sur la rivière petite Cascapédia est également affecté par cette inondation. Trois bâtiments agricoles et une pourvoirie constituée de quatre bâtiments sont inondés pendant la crue de 17 avril 1994. Pendant cette même inondation, la route 132 a été également affectée. La municipalité de Cascapédia Saint-Jules a été aussi affectée par les crues du 05 mai 2004, 06 mai 2011, 24 avril 2012 et du 08 mai 2017. Lors des inondations du 08 mai 2017, un pilier du pont d'une longueur de 328 m de la route 132 sur la rivière Cascapédia avait été endommagé et à entrainer la fermeture de cette route pendant une année pour les travaux de réparation. Cette fermeture de la route au niveau dudit pont a amené les automobilistes à effectuer un détour de près d'une demi-heure. Chaque événement d'inondation vécu affecte différemment les populations et les autres enjeux se trouvant sur les corridors fluviaux. Il s'agit alors de questionner sur la nature de la vulnérabilité. Quels sont les facteurs de vulnérabilité qui font varier la vulnérabilité dans le temps et dans l'espace dans les corridors fluviaux des rivières Cascapédia et petite Cascapédia? L'étude sur la trajectoire de la vulnérabilité trouve alors son sens dans cette recherche. Les retombées de cette étude sont de doter la MRC de Bonaventure des cartographies de la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations qui serviront comme outils d'aide à la décision. Elle fournit une compréhension de la dynamique sociétale et environnementale modifiant la vulnérabilité aux inondations pour sa prise en compte dans les politiques préventives et d'aménagement du territoire. De plus, cette étude contribue au développement de la connaissance sur la construction des indices spatio-temporelles dans la reconstitution de la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations.

**Objectifs du projet** - Indiquer les objectifs généraux et spécifiques de la recherche.

L'objectif général du présent projet est d'évaluer la vulnérabilité des populations aux inondations dans la MRC de Bonaventure plus précisément dans les bassins versants des rivières Cascapédia et petite Cascapédia. Cette recherche va particulièrement s'intéresser à : - 1) - caractériser l'aléa inondation, - 2) - identifier les indicateurs de vulnérabilité aux inondations les plus pertinents et leurs interactions et - 3) - comprendre la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations dans le temps.

**Méthodologie** (400 mots) - Présenter un bref résumé des procédures et méthodes utilisées et du montage des expériences.

Les relevés terrains au DGPS ont permis d'une part, d'établir les cotes de submersion critique des bâtiments et d'autre part de valider la présence effective des bâtiments digitalisés à partir des photographies aériennes de 2016 sur le terrain. Ces données sont couplées avec les bases de données de cadastre et du rôle d'évaluation 2018 pour avoir d'autres caractéristiques des bâtiments tels que la date de construction, le nombre d'étage, le nombre de logement et la fonction du bâtiment. Les données socio-économiques sont issues de la base de données de statistique Canada pour les aires de diffusion des années 2006 et 2016 puis pour les secteurs de dénombrement des années 1986 et 1996.

La méthode indicielle a permis de calculer les indices de vulnérabilité par addition d'indicateurs pondérés dans l'analyse de la trajectoire de la vulnérabilité pour les années 1986, 1996, 2006 et de 2016 à partir de 42 indicateurs sélectionnés, adaptés au contexte de la zone d'étude et validés par la MRC de Bonaventure. La zone d'inondation étudiée correspond à l'étendue d'une crue de période de retour Q350 ans obtenue à partir d'un modèle hydraulique afin de s'aligner sur les limites maximales des directives du ministère des affaires municipales et de l'habitation du Québec. La reconstitution de la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations de 1986 à 2016 est étudiée sur une zone statique et maillée de 200 m x 200 m.

Une enquête, réalisée auprès de la population, des gestionnaires et des experts ont permis de recueillir les données sur l'alerte aux inondations entrant dans la construction des indicateurs liés aux alertes, sur l'évolution de la perception de la vulnérabilité aux inondations et de pondérer les indicateurs de sensibilité par la méthode de la perception du public. Le questionnaire Q1 s'adresse aux résidents qui ont été au moins une fois inondés, le questionnaire Q2 est administré aux résidents non inondés et vivant aux abords de la zone inondable, puis le questionnaire Q3 est administré aux gestionnaires des municipalités. Le répondant s'auto-sélectionne pour répondre au questionnaire qui correspond à sa situation.

### Principaux résultats obtenus (300 mots)

La vulnérabilité est 3 fois plus élevée dans le corridor fluvial de la rivière petite Cascapédia que dans le corridor de la rivière Cascapédia. Dans chacun des corridors, la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations a varié. En effet, l'indice de vulnérabilité a varié sur les périodes allant de 1986 à 1996, de 1996 à 2006 et de 2006 à 2016 respectivement de +12,3%, +5% et -2,6% dans le bassin versant de la rivière petite Cascapédia et de + 7%, -2,6% et -7% dans le bassin versant de la rivière Cascapédia.

L'évolution de l'exposition des bâtiments dans la zone d'inondation étudiée a accru la vulnérabilité dans le corridor de la rivière petite Cascapédia tandis qu'elle est restée quasi stationnaire dans celui de la rivière Cascapédia. L'exposition des personnes est restée quasi stationnaire sur la période de 1986 à 2006 puis a diminué de 2006 à 2016 dans la zone d'inondation du bassin versant de la rivière petite Cascapédia. Dans la zone d'inondation de la rivière Cascapédia, l'exposition des personnes a augmenté entre 1986 et 1996, a diminué de 1996 à 2006 et est restée quasi stationnaire entre 2006 et 2016.

Pour les 17 répondants du questionnaire Q1, les enquêtes ont montré que, malgré le fait d'habiter dans une zone inondable qui a un impact sur la valeur de la propriété (88% des répondants) et sur l'incapacité de procéder à des rénovations majeures (76% des répondants), seuls 18 % des répondants sont favorables à une relocalisation. Les résultats similaires sont observés pour les 23 répondants se déclarant non inondés : En effet, 87% des répondants estiment que la valeur de leur propriété serait impactée par le fait de se retrouver dans la zone d'inondation, 61% estiment qu'ils seraient dans l'incapacité de procéder à des rénovations majeures mais seuls 26 % des répondants pencheraient en faveur d'une relocalisation. L'analyse croisée de la position géographique des 23 répondants qui se déclarent ne pas être dans la zone inondable, montre que 47% se trouvent dans la zone d'inondation réglementaire définie par la MRC de Bonaventure depuis 1988 et actualisée en 2008 qui est en vigueur.

### Conclusion et discussion (300 mots) – Préciser comment le projet a abordé les problèmes liés aux inondations et les impacts du projet sur la société dans son ensemble

La trajectoire de la vulnérabilité aux inondations, abordées sous l'angle des facteurs de la vulnérabilité, a montré les dynamiques sociétales qui ont façonné les niveaux de vulnérabilité à travers les typologies des trajectoires tant au niveau des facteurs de vulnérabilité qu'au niveau des indicateurs. Ces typologies de trajectoires ont permis d'identifier les variables les plus importantes qui ont contribué à influencer la vulnérabilité dans le temps dans les corridors fluviaux des rivières Cascapédia et petite Cascapédia. En effet, l'évolution de l'exposition des bâtiments dans la zone d'inondation étudiée a accru la vulnérabilité dans le corridor de la rivière petite Cascapédia tandis qu'elle est restée quasi stationnaire dans celui de la rivière Cascapédia. L'évolution de l'exposition des personnes a été dynamique dans les deux corridors et qui se reflète sur le dynamisme des facteurs de sensibilité sociale dans le temps. La prise en compte de la perception de la population a non seulement contribué à augmenter le niveau de sensibilité sociale et de la zone mais aussi

revêt un caractère d'implication et de transparence dans l'analyse de la vulnérabilité utile pour l'engagement des acteurs dans la mise en œuvre des stratégies d'adaptation.

Cette analyse a mis en lumière le fait que les enjeux exposés ne sont pas seulement considérés comme des enjeux à risque mais également comme des acteurs ou des éléments d'adaptation. L'intention des personnes à demeurer dans leurs maisons dans la zone inondable amène à changer de paradigme sur la gestion préventive dans une combinaison des mesures structurelles et non structurelles pour mieux s'adapter et à composer avec l'eau d'inondation. La nature différenciée du contact ou non des propriétés avec l'eau, le fait que certains citoyens jugent d'être inclus à tort dans la zone inondable réglementaire existante datant de l'année 1988 et l'impact réglementaire des zones inondables sur leur propriétés doit amener les acteurs municipaux à mieux communiquer sur les cartographies des zones inondables et de la vulnérabilité aux inondations pour favoriser l'acceptabilité sociale de ces nouvelles cartographies et leurs implications réglementaires.

### **Retombées du projet pour la gestion des inondations pour les partenaires et au Québec (300 mots)**

Les retombées du projet pour les partenaires sont multiples : le projet a fourni des cartes de la vulnérabilité aux inondations à la MRC de Bonaventure. Ces cartes, issues de l'analyse de la vulnérabilité serviront d'outil d'aide à la décision pour la MRC dans la réduction du risque d'inondation. Les indicateurs représentatifs et pertinents sont bien connus et pris en compte dans l'analyse de la vulnérabilité des collectivités territoriales. Les indicateurs influençant le plus la vulnérabilité ont été déterminés afin que les décideurs puissent agir sur ceux-ci pour une réduction du risque d'inondation dans la MRC de Bonaventure. La connaissance de la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations contribuera à orienter la politique de gestion préventive des risques liés aux inondations. De plus, ces politiques préventives et les aménagements du territoire prendront en compte les dynamiques sociétales et environnementales qui ont modifiées la vulnérabilité dans un contexte de gestion holistique territorialisée des risques d'inondation. Le souhait des populations de demeurer dans leurs maisons malgré le risque perçu d'être affecté par les inondations dans l'avenir, permettra aux collectivités territoriales d'avoir un autre regard sur les zones d'inondation, non seulement pour créer des zones de contrainte, mais également de transformer ces menaces en opportunités à travers les mesures mixtes pour les valoriser.

Par ailleurs, ce travail de recherche contribue au développement des connaissances en mettant en exergue -i- la construction des indices spatio-temporels agrégés dans l'analyse de la vulnérabilité avec un fort accent sur la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations et -ii- le développement d'une grille d'analyse systémique de la trajectoire de la vulnérabilité aux inondations qui peut être appliquée dans les contextes similaires à la zone d'étude dans tout le Québec.

**Activités de mobilisation des connaissances entreprises dans le cadre de la bourse** (par exemple, participation à des événements divers, tels que des conférences, des ateliers; l'élaboration (ou la participation à) des articles scientifiques, etc.).

Plusieurs actions de mobilisation de connaissances ont été entreprises pour partager les connaissances développées dans le cadre de ce projet.

Les résultats de ce projet ont été présentés à l'équipe du laboratoire de la géomorphologie et de la dynamique fluviale le 2 mars 2022 puis au webinaire du RIISQ le 18 mars 2022. De plus, les rencontres du comité de suivi du grand projet de la cartographie des risques liés aux inondations initié par le MAMH ont également servi de cadre de partage des connaissances sur les résultats obtenus et les méthodologies élaborées dans ce projet de recherche.

Le projet sera également présenté à la conférence sur les risques naturels le 11 mai prochain lors du 89<sup>e</sup> congrès de l'ACFAS.

Un article devrait être soumis au « journal of flood risk management » pour publication.

**Le rapport final doit être envoyé à l'adresse courriel suivante pour le 30 avril 2022 :**  
poudrette.diane@uqam.ca.