



**HAL**  
open science

# Trajectoire du risque inondation au Québec méridional : évolution de l'évaluation préliminaire du risque inondation selon l'augmentation des débits spécifiques

Louis Le Bouteiller

## ► To cite this version:

Louis Le Bouteiller. Trajectoire du risque inondation au Québec méridional : évolution de l'évaluation préliminaire du risque inondation selon l'augmentation des débits spécifiques. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2021. dumas-03604360

**HAL Id: dumas-03604360**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03604360v1>

Submitted on 10 Mar 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Louis LE BOUTEILLER  
Travaux de fin d'études  
Promotion Liège 2018 - 2021



MÉMOIRE PRÉSENTÉ POUR LE DIPLÔME D'INGÉNIEUR DE L'ENGEES

**UQAR**

Université du Québec  
à Rimouski



---

# TRAJECTOIRE DU RISQUE INONDATION AU QUÉBEC MÉRIDIONAL :

---

Évolution de l'évaluation préliminaire du risque  
inondation selon l'augmentation des débits  
spécifiques



DU 20 FÉVRIER AU 22 AOÛT 2021

UQAR – LABORATOIRE DE RECHERCHE EN GÉOMORPHOLOGIE ET DYNAMIQUE FLUVIALE  
Département de Biologie, Chimie et Géographie – 300 allée des Ursulines, RIMOUSKI, QUÉBEC, GL 35 3A1, CANADA

## Remerciements

Très curieux de géomorphologie fluviale, j'ai pu rencontrer le professeur Thomas BUFFIN-BÉLANGER en octobre 2020. Assez rapidement, le sujet de ces travaux s'est confirmé, et si à mon grand regret je n'ai pu me rendre à Rimouski pour réaliser ces travaux en collaboration présentielle avec l'équipe du laboratoire, Thomas a eu la bienveillance de nous réunir chaque semaine en visio-réunion pour conserver l'ambiance chaleureuse qui y règne. Cher Thomas, je te prie d'accueillir ici ma gratitude, pour toute la patience et la bienveillance dont tu as fait preuve tout au long de l'accompagnement et la supervision de ces travaux.

Ce stage s'inscrit dans la continuité du projet EPRI 2 dont Véronique BENACCHIO est une des chevilles ouvrières. Chère véronique, j'ai beaucoup apprécié travailler avec toi, j'espère que ce mémoire de travail contribuera à une meilleure compréhension du risque inondation au Québec dont tu es si intéressée. Je voudrais te remercier pour l'accompagnement que tu m'as témoigné, je me souviens du temps que tu as consacré (en visio en plus, ce qui n'était pas chose aisée) pour m'expliquer la méthode, les subtilités de l'utilisation d'ArcGIS et des ModelBuilder. Merci pour tous les conseils que tu m'as apportés, pour ta patience et ta confiance renouvelées.

Je remercie le professeur référent de l'ENGEES pour ces travaux, Guilhem DELLINGER, pour sa confiance et l'encouragement apporté en début de travaux.

C'est ici qu'intervient ma gratitude pour l'administration de l'ENGEES, notamment la direction des études (Marianne BERNARD et Martine BOHY), les membres de la direction des stages & relations internationales (Sandra NICOLLE, Rachel MULLER, et Cathie HOERTH) et toutes les personnes qui travaillent dur pour permettre aux étudiants d'effectuer leur stage / TFE dans les meilleures conditions possibles.

Enfin, je tiens à remercier ma famille et mes amis pour leur affection et leur soutien inconditionnels jusqu'à présent.

## Résumé français

Ces travaux de fin d'études visent à présenter l'évolution de la trajectoire du risque inondation au Québec méridional. Ils s'appuient sur la méthode du projet EPRI 2 qui a été présentée au Ministère de la Sécurité Publique du Québec dans un rapport en août 2020. Cette méthode consiste -entre autres- à construire 6 indicateurs de vulnérabilité (nombre de logements / d'habitants, linéaire de routes inondées et leurs pourcentages) pour des inondabilités fréquente, moyenne et rare.

Ces indicateurs sont construits grâce à l'exploitation via SIG de bases de données (BD) géolocalisées. Celles-ci sont issues du recensement de 2016, de l'évaluation foncière de 2018 (BD Role), du Cadastre (BD Cadastre), du linéaire routier (BD AQRéseau) et des adresses (BD AQGeobati).

L'enjeu est ici de décliner cette méthode à différentes échelles de représentation spatiale, pour 12 bassins versants (BV). Ces échelles sont celles de l'îlot de diffusion (découpage administratif de recensement), d'un maillage carré du bassin versant de paramètre de maille 1 km, de l'aire de diffusion (découpage administratif de recensement), de la municipalité, de la municipalité régionale de comté (MRC), et du BV en lui-même.

Les 12 BV retenus pour ces travaux sont ceux dont les cours d'eau principaux sont les rivières suivantes : Chaudière, Yamaska, Batiscan, Bécancour, Jacques-Cartier, Petite Nation, Sud, Mitis, Matane, Gouffre, Noire et Coaticook.

Cette analyse a ensuite été approfondie à l'échelle des municipalités pour 2 BV (rivière Chaudière & Yamaska) : sur la base de gammes de 35 débits spécifiques (de 2 à 95 m/s), la sensibilité de la vulnérabilité aux inondations a été analysée.

Ce mémoire présente une synthèse de ces travaux.

## Résumé anglais

This final study aims to present the evolution of the flood risk trajectory in southern Quebec. It is based on the EPRI 2 project method, which was presented to the Quebec Ministry of Public Security in a report in August 2020. This method consists -among other things- in constructing 6 vulnerability indicators (number of dwellings/inhabitants, linear of flooded roads and their percentages) for frequent, average and rare flooding.

These indicators are constructed thanks to the exploitation via GIS of geo-localized databases (DB). These are derived from the 2016 census, the 2018 land valuation (Role DB), the Cadastre (Cadastre DB), the road network (AQRéseau DB) and addresses (AQGeobati DB).

The challenge here is to apply this method at different spatial representation scales, for 12 catchment areas (CA). These scales are those of the dissemination island (administrative census division), a square mesh of the catchment area with a mesh size of 1 km, the dissemination area (administrative census division), the municipality, the regional county municipality (RCM), and the catchment area itself.

The 12 CAs selected for this work are those whose main watercourses are the following rivers: Chaudière, Yamaska, Batiscan, Bécancour, Jacques-Cartier, Petite Nation, Sud, Mitis, Matane, Gouffre, Noire and Coaticook.

This analysis was then extended to the scale of the municipalities for 2 CA (Chaudière & Yamaska rivers): on the basis of ranges of 35 specific flows (from 2 to 95 m/s), the sensitivity of the vulnerability to flooding was analysed.

This paper presents a synthesis of this work.

# Sommaire

Remerciements.....	2
Résumé français.....	3
Résumé anglais.....	4
Listes diverses.....	7
Liste des sigles.....	7
Liste des figures.....	7
Liste des tableaux.....	7
Liste des équations.....	7
Liste des cartes.....	7
Introduction.....	9
1. Présentation du cadre de travail.....	11
1.1. Conceptualisation du risque lié aux inondations.....	11
1.2. Aléas : Description des espaces d'inondabilité fournis.....	12
1.3. Enjeux : présentation des bases de données géolocalisées.....	13
1.4. Démarche mise en place pour évaluer le risque à partir du choix des enjeux.....	14
1.4.1. Dimensions et indicateurs.....	14
1.4.2. Résolution spatiale pour la représentation du risque.....	14
1.5. Méthode de croisement des indicateurs d'enjeux avec les espaces d'inondabilité.....	14
1.6. Présentation des bassins versants retenus pour l'étude.....	15
2. Méthode et outils utilisés.....	17
2.1. Résumé de la méthodologie EPRI 2.....	17
2.2. Description de la méthode suivie pour ces travaux.....	17
3. Résultats.....	21
3.1. Indicateurs de vulnérabilité aux inondations à l'échelles des bassins versants.....	21
3.2. Indicateurs de vulnérabilité des routes aux inondations (sur la base de débits spécifiques) à l'échelles des municipalités pour le BV de la rivière Yamaska.....	24
3.3. Indicateurs de vulnérabilité des routes aux inondations (sur la base de débits spécifiques) à l'échelles des municipalités pour le BV de la rivière Chaudière.....	28
4. Discussion.....	31
4.1. Analyse des résultats obtenus à l'échelle des 12 BV.....	31
4.2. Perspectives.....	31

4.3. Réflexion personnelle sur les apports de ces travaux .....	31
Conclusion.....	33
Bibliographie.....	35
Glossaire .....	36
ANNEXES.....	37
Notice analytique.....	44

## Listes diverses

### Liste des sigles

BD : Base de donnée

BV : bassin versant

EAIP : Enveloppe Approchée d'Inondations Potentielles

EPRI : Évaluation Préliminaire du Risque Inondation

Info-Crue : Le projet Info-Crue prévoit l'utilisation de modèles hydrauliques conventionnels (utilisant des données de bathymétrie) pour la détermination des zones inondables au niveau des secteurs urbanisés.

LiDAR : Light Detection And Ranging (télédétection par laser)

MB : ModelBuilder

MELCC : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques du Québec

MSP : Ministère de la Sécurité Publique du Québec

MNE Modèle numérique d'élévation

SIG : Système d'Information Géographique

SQL : Structured Query Language (langage d'exploitation des bases de données)

### Liste des figures

Figure 1 : Composantes de l'évaluation du risque inondation positionnant l'EPRI..... 11

Figure 2 : Processus de détermination de l'aléa inondation..... 13

### Liste des tableaux

Tableau 1 : Type et nature de l'information spatiale exploitée et base de données associée ..... 13

Tableau 2 : Critères et indicateurs retenus dans le cadre de l'EPRI élaboré pour le Québec ..... 14

Tableau 3 : Principales caractéristiques des bassins versants étudiés ..... 15

Tableau 4 : Description du ModelBuilder A ..... 18

Tableau 5 : Description du ModelBuilder B ..... 18

Tableau 6 : Description du ModelBuilder C ..... 18

Tableau 7 : Description du ModelBuilder D ..... 19

Tableau 8 : Description du ModelBuilder E..... 19

Tableau 9 : Description du ModelBuilder F..... 19

### Liste des équations

Équation 1 : définition de la vulnérabilité..... 11

Équation 2 : Exposition des enjeux intervenant dans l'évaluation du risque inondation..... 12

### Liste des cartes

Carte 1 : Situation géographique des BV étudiés sur fond de carte du Québec méridional ..... 15

Carte 2 : Divisions géologiques sur lesquelles sont situés les 12 BV étudiés ..... 31



## Introduction

Ces travaux de fin d'études visent à présenter l'évolution de la trajectoire du risque inondation au Québec méridional. Ils s'appuient sur la méthode du projet EPRI 2 qui a été présentée au Ministère de la Sécurité Publique du Québec dans un rapport en août 2020. Cette méthode consiste -entre autres- à construire 6 indicateurs de vulnérabilité (nombre de logements / d'habitants, linéaire de routes inondées et leurs pourcentages) pour des inondabilités fréquente, moyenne et rare.

L'enjeu est ici de décliner cette méthode à différentes échelles de représentation spatiale, pour 12 bassins versants (BV). Ces échelles sont celles :

- de l'ilot de diffusion (découpage administratif de recensement),
- d'un maillage carré du bassin versant de paramètre de maille 1 km,
- de l'aire de diffusion (découpage administratif de recensement),
- de la municipalité,
- de la municipalité régionale de comté,
- du BV en lui-même.

Cette analyse a ensuite été approfondie à l'échelle des municipalités pour 2 BV (rivière Chaudière & Yamaska) : sur la base de gammes de 35 débits spécifiques (de 2 à 95 m/s), l'évolution de la vulnérabilité aux inondations a été analysée.

Ce mémoire présente une synthèse de ces travaux.



# 1. Présentation du cadre de travail

## 1.1. Conceptualisation du risque lié aux inondations

Le risque peut se définir comme la combinaison d'un aléa et d'une vulnérabilité.

Cependant, es définitions des concepts de risque et de vulnérabilité sont nombreuses dans la littérature scientifique, notamment en raison du grand nombre de domaines où ils apparaissent (finance, médecine, ingénierie, géographie...).

Dans le cadre de nos travaux, il est bon de rappeler les orientations du ministère de la Sécurité publique du Québec (MSP) qui propose la définition suivante de la vulnérabilité :

$$\text{Vulnérabilité (niveau de)} = \text{degré d'exposition} + \text{sensibilité} + \text{valeur stratégique}$$

Équation 1 : définition de la vulnérabilité - Source : MSP (2008)

- Le **degré d'exposition** des enjeux est modulé entre autres par le nombre et la concentration des éléments exposés, par la durée de l'exposition, par l'intensité de l'exposition (hauteur et vitesse) et par la proximité avec la source de l'aléa.
- La **sensibilité** des enjeux est modulée par la présence de mesures d'atténuation ou de facteurs de résistance augmentant la résilience et réduisant le risque ou encore par la présence de caractéristiques prédisposant à l'endommagement ou diminuant la résilience et augmentant le risque.
- La **valeur stratégique** des enjeux exposés varie selon leur utilité pour la gestion des risques ou le bon fonctionnement de la société (mais pas seulement). Elle s'apparente à l'application d'une pondération qui vient moduler le risque.

En Europe, la gestion du risque inondation est anticipée par l'évaluation préliminaire du risque inondation (EPRI). Celle-ci est définie clairement dans la directive européenne du 27 octobre 2007. Le Québec ne fait pas partie de l'Union Européenne. Bien que ce texte n'ait pas de valeur juridique au Québec, il constitue néanmoins une base de travail solide pour anticiper le risque inondation.

La conceptualisation de la Figure 1 permet au Québec de positionner l'EPRI comme une évaluation simplifiée du risque, ou de la vulnérabilité telle que proposée par le MSP, reposant en grande partie sur l'exposition des enjeux à l'aléa.

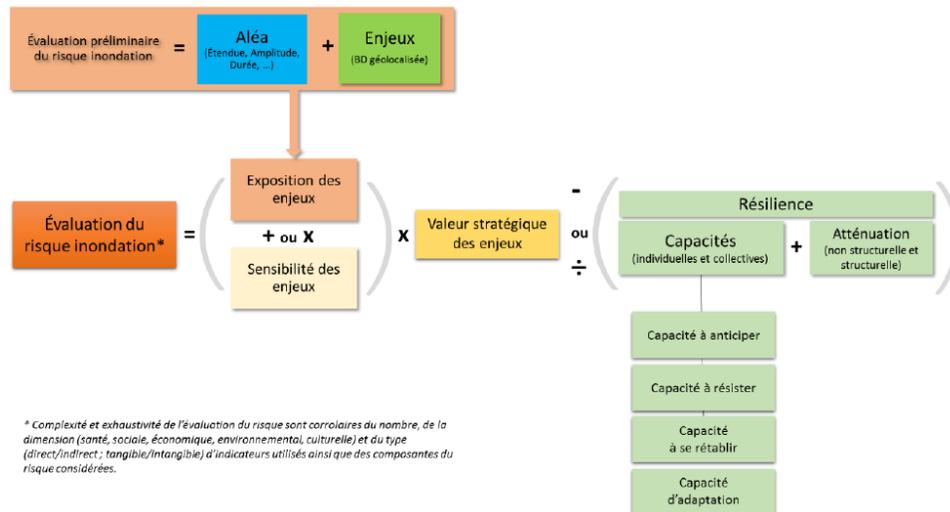


Figure 1 : Composantes de l'évaluation du risque inondation positionnant l'EPRI - Source : Frini et al. (2019)

Dès lors, on retiendra donc comme définition de l'EPRI au Québec celle présentée au (MSP) en août 2020 :

*L'évaluation préliminaire du risque lié aux inondations est le produit du croisement de deux cartographies : la cartographie de l'aléa (espaces d'inondabilité) et la cartographie des enjeux sur le territoire.*

Dans cette perspective, le projet EPRI 2 se fixe principalement pour objectifs :

- Adapter la méthodologie de caractérisation des aléas pour identifier les espaces d'inondabilité de façon plus précise, en incluant une comparaison des niveaux prédits par cette approche aux niveaux réellement mesurés durant des inondations pour lesquelles des données sont disponibles ;
- Développer et appliquer des outils de caractérisation du risque lié aux inondations (EPRI) pour différents espaces d'inondabilité (fréquente, moyenne et rare, associés à des périodes de retour de 20, 100 et 350 ans) en croisant les espaces d'inondabilité avec les données de vulnérabilité pour produire un portrait du risque d'inondation à l'échelle du bassin versant.

**Pour nos travaux, on retient alors l'équation suivante :**

$$EPRI = \text{Aléa (étendue, amplitude, durée, ...)} + \text{Enjeux (BD géolocalisée)}$$

*Équation 2 : Exposition des enjeux intervenant dans l'évaluation du risque inondation – Source : Frini et al. (2019)*

Nos travaux reposent donc sur la méthodologie du projet EPRI 2, qui sera présentée en deuxième partie de ce mémoire. Nous allons à présent décrire les aléas et enjeux retenus dans le cadre de ces travaux.

## 1.2. Aléas : Description des espaces d'inondabilité fournis

La méthodologie de détermination des espaces d'inondabilité est résumée par la Figure 2. Plus spécifiquement :

- Les **espaces d'inondabilité par débordement des cours d'eau** sont déterminées à l'aide d'une modélisation hydraulique, à partir de modèles numériques d'élévation (MNE) issus de données LiDAR combinées avec des débits historiques, des données d'occupation des sols et des débits modélisés. Les récurrences de crues de 20 ans, 100 ans et 350 ans permettent de définir les espaces d'inondabilité fréquente, moyenne et rare, respectivement.
- Les **espaces d'inondabilité au bord des lacs et des réservoirs** sont déterminés à l'aide d'un modèle statistique empirique. Comme pour les espaces d'inondabilité par débordement des cours d'eau, les récurrences de crues de 20 ans, 100 ans et 350 ans sont associées aux espaces d'inondabilité fréquente, moyenne et rare, respectivement.

Les espaces d'inondabilité produits par simulations hydrauliques permettent une caractérisation de l'aléa d'inondation (profondeur et vitesse de courant), à une résolution de 10 m, pour une période de retour donnée.

Les BV sont découpés en tuiles, les modélisations sont réalisées sur chaque tuile, puis les tuiles sont fusionnées, ce qui permet une optimisation du temps de calcul de la modélisation hydraulique.

Pour 2 des 12 bassins versants (les BV sont présentés en partie 1.5.), les zones d'inondabilité fournies ont été produites selon le même schéma, mais pour des débits spécifiques (débits nominaux rapportés à une aire drainée et donc homogène à une vitesse d'écoulement) allant de 2 à 95 m/s (85 pour le cas du BV de la Yamaska).

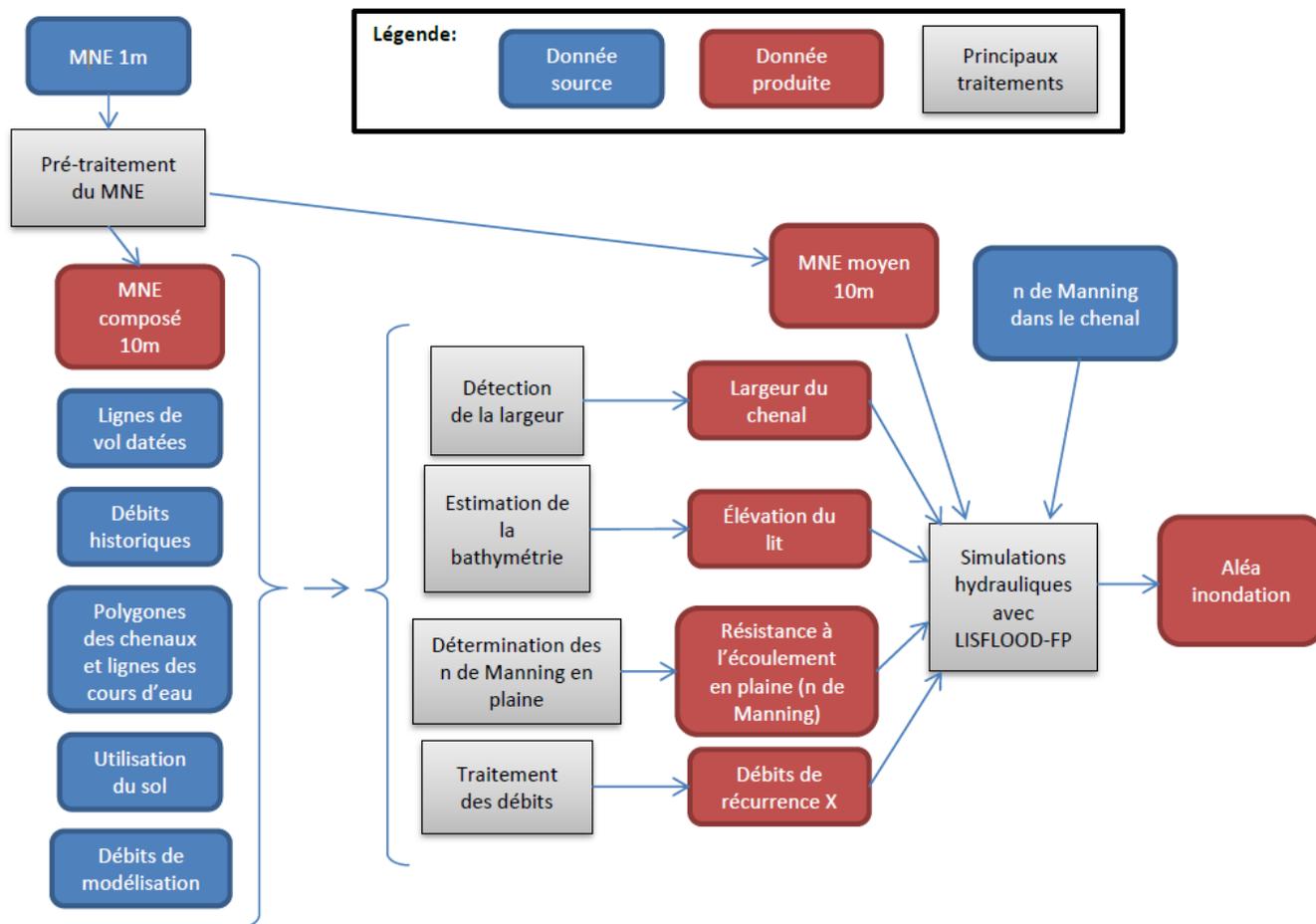


Figure 2 : Processus de détermination de l'aléa inondation - Source : rapport EPRI 2 présenté au MSP (août 2020)

### 1.3. Enjeux : présentation des bases de données géolocalisées

Les informations contenues dans les BD traitées sous SIG et leurs caractéristiques sont présentées comme suit :

Base de donnée	Nature de l'information	Objet	Attributs ou éléments exploités
Recensement 2016	Surfacique	Ilots de diffusion	Nombre de logements par ilot Nombre d'habitants par ilot
Cadastre 2018	Surfacique	Lots fonciers	Délimitation du lot
Évaluation foncière 2018	Ponctuelle	Rôle/ usage prédominant des bâtiments	Nombre de logements par lot
AQGeobati	Ponctuelle	Adresse des bâtiments	Localisation des logements
AQRéseau	Linéaire	Réseau routier	Longueur des routes
Espaces d'inondabilité fréquente, moyenne et rare (UQAR/Concordia)	Surfacique	Zone inondée pour un débit de retour 20, 100 et 350 ans	Limites de la zone inondable

Tableau 1 : Type et nature de l'information spatiale exploitée et base de données associée  
- Source : Rapport EPRI 2 présenté au MSP (août 2020)

## 1.4. Démarche mise en place pour évaluer le risque à partir du choix des enjeux

### 1.4.1. Dimensions et indicateurs

Il existe un très grand nombre d'indicateurs pour documenter les composantes de l'évaluation du risque lié aux inondations. Nombre d'études en répertorient par dizaines : *Frini et al. (2019)* en identifient plus de 350 et en retiennent une soixantaine ; *Thomas et Gagnon (2019)* en utilisent plus d'une cinquantaine ; une quarantaine d'indicateurs sont agrégés dans les indices de sensibilité de l'atlas proposé par *Barrette et al. (2018)*. Les EPRI sont distincts de ces études dans le sens où elles reposent sur un plus petit nombre d'indicateurs et qu'elles n'utilisent pas un indice agrégé. **L'EPRI présente en effet le risque un indicateur à la fois.** Comme ces travaux sont inscrit dans le cadre du projet EPRI 2, 6 indicateurs ont été retenus, présentés dans le tableau 2.

Dimension	Indicateur	Base de données
Population	Nombre total d'habitants inondés	Recensement 2016
	Pourcentage d'habitants inondés dans une zone de référence	
	Nombre total de logements inondés	Évaluation foncière 2018
	Pourcentage de logements inondés dans une zone de référence	
Infrastructures de transport	Linéaire de routes inondées	AQRéseau
	Pourcentage du linéaire de routes inondées dans une zone de référence	

Tableau 2 : Critères et indicateurs retenus dans le cadre de l'EPRI élaboré pour le Québec  
- Source : rapport EPRI 2 présenté au MSP (août 2020)

### 1.4.2. Résolution spatiale pour la représentation du risque

Pour une cartographie du risque représentative de l'échelle de résolution spatiale adoptée, plusieurs niveaux ont été retenus pour ces travaux. Les effectifs, pour être comparés entre eux (ce qui est bien l'ambition d'une EPRI), doivent être rapportés à des surfaces ou aux valeurs correspondant à un découpage de l'espace connu. Nous retenons alors les niveaux :

- Ilot de diffusion
- Maillage carré du BV de paramètre de maille 1km
- Aire de diffusion
- Municipalité
- Municipalité régionale de Comté
- BV

## 1.5. Méthode de croisement des indicateurs d'enjeux avec les espaces d'inondabilité

La méthode de croisement des indicateurs d'enjeux avec les espaces d'inondabilité constitue le cœur de l'EPRI. Pour nos travaux, nous nous sommes appuyés sur la méthodologie développée dans le cadre du projet EPRI 2 à chaque échelle de résolution spatiale, pour chaque aléa et pour tous les indicateurs. Nous avons approfondi cette méthode pour 2 des 12 BV traités à partir de zone d'inondabilité associées à des débits spécifiques.

## 1.6. Présentation des bassins versants retenus pour l'étude

En vert figurent les BV pour lesquels la méthode EPRI2 n'a pas encore été effectuée au début des travaux :

BV étudié (nom de la rivière principale)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Population (Nombre d'habitants recensés en 2016)	Densité de population dans le bassin versant
Chaudière	6696	207128	31
Yamaska	4796	285999	60
Batiscan	4675	14995	3
Bécancour	2599	61049	23
Jacques-Cartier	2501	31610	13
Petite Nation	2251	11630	5
Sud	1920	22277	12
Mitis	1807	8297	5
Matane	1671	15023	9
Gouffre	991	7936	8
Noire	412	3491	8
Coaticook	364	13453	37

Tableau 3 : Principales caractéristiques des bassins versants étudiés

La carte ci-après présente leur situation sur le territoire du Québec.



Carte 1 : Situation géographique des BV étudiés sur fond de carte du Québec méridional

– Source : Bassins hydrographiques multiéchelles du Québec & Basemap World Imagery – Conception : ©Louis LE BOUTEILLER



## 2. Méthode et outils utilisés

La méthode EPRI 2 consiste en la construction d'indicateurs pour quantifier localement et qualifier géographiquement la vulnérabilité des habitants, des logements et des routes aux inondations.

### 2.1. Résumé de la méthodologie EPRI 2

Le paragraphe qui suit est tiré du rapport EPRI 2 présenté au MSP en août 2020 (*partie 2.1. Résumé de la méthodologie, p 4-5*).

*La méthodologie de l'EPRI repose sur le croisement d'une cartographie des aléas d'inondation et d'une cartographie des enjeux sur le territoire.*

*Les aléas sont donc catégorisés de manière plus générale en trois classes d'espace d'inondabilité : fréquente, moyenne et rare. Les espaces d'inondabilité produits par simulations hydrauliques permettent une caractérisation de l'aléa d'inondation (profondeur et vitesse de courant), à une résolution de 10 m, pour une période de retour donnée.*

*Pour ce qui est de la cartographie des enjeux, les enjeux retenus l'ont été d'un commun accord avec le MSP et concernent essentiellement les personnes, les logements et les linéaires routiers exposés à l'inondation. La nature des bases de données utilisées pour la cartographie des enjeux (recensement, AQGeobati, AQRéseau, évaluation foncière, Cadastre) implique le développement de méthodologies pour estimer le plus adéquatement possible le nombre de personnes, de logements et le linéaire routier à l'intérieur des espaces d'inondabilité. Une réflexion est également nécessaire pour optimiser le choix de la représentation cartographique.*

### 2.2. Description de la méthode suivie pour ces travaux

La construction des indicateurs se fait à l'aide d'outils numériques, en l'occurrence de SIG. Pour ces travaux, le logiciel utilisé était le logiciel ArcMAP (version 10.6.1) de la suite ArcGIS développée par la société ESRI.

Base de donnée	Nature de l'information	Objet	Attributs ou éléments exploités
Recensement 2016	Surfacique	Ilots de diffusion	Nombre de logements par ilot Nombre d'habitants par ilot
Cadastre 2018	Surfacique	Lots fonciers	Délimitation du lot
Évaluation foncière 2018	Ponctuelle	Rôle/ usage prédominant des bâtiments	Nombre de logements par lot
AQGeobati	Ponctuelle	Adresse des bâtiments	Localisation des logements
AQRéseau	Linéaire	Réseau routier	Longueur des routes
Espaces d'inondabilité fréquente, moyenne et rare (UQAR/Concordia)	Surfacique	Zone inondée pour un débit de retour 20, 100 et 350 ans	Limites de la zone inondable

L'obtention des indicateurs se faisant sur la base d'un grand nombre d'outils de traitement appliqués aux données initiales, le recours à des ModelBuilder permet un gain de temps efficace. Les ModelBuilder utilisés étaient ceux développés pour la méthode EPRI 2.

Les tableaux qui suivent permettent de décrire les entrées/sorties de chaque ModelBuilder. Il est important de s'assurer de la bonne projection des couches en entrée – le système retenu pour les travaux est *NAD\_1983\_Quebec\_Lambert* – (un pré-traitement est parfois nécessaire) pour ne pas perdre un temps considérable à trouver que l'erreur dans les résultats obtenus pour les indicateurs y est liée : plusieurs semaines (!) ont été consacrées à cette fin pendant les travaux. Précisons que les ModelBuilder sont utilisés pour un *alea* et une échelle de représentation spatiale donnée, il s'agit ensuite de le décliner pour chacun d'entre eux.

Couche en entrée	Couche en sortie	Indicateurs construits
<b>Role foncier</b>	Localisation des logements et habitants	<i>Pas encore</i>
<b>Cadastre</b>		
<b>Adresses</b>		
<b>Ilots</b>		

Tableau 4 : Description du ModelBuilder A - Localisation des logements et habitants sur la base des adresses, ilots, du cadastre et du rôle foncier - Conception : ©Véronique Benacchio

Le MB A permet, à partir des données de rôle foncier, de cadastre, des adresses et des ilots de diffusion du recensement, d'obtenir la localisation des logements et habitants. Le fichier de couche en sortie contient une information de nature ponctuelle.

Couche en entrée	Couche en sortie	Indicateurs construits
<b>Localisation des logements et habitants</b>	Localisation des logements et habitants inondés	<i>Pas encore</i>
<b><i>Alea (zone d'inondabilité fréquente / moyenne / rare ou associée à un débit spécifique)</i></b>		

Tableau 5 : Description du ModelBuilder B - Localisation des logements et habitants inondés à partir des couches de sortie du MB A - Conception : ©Véronique Benacchio

Le MB B permet, à partir de la localisation des logements et habitants et le croisement avec les couches d'aléa d'obtenir la localisation des logement et habitants inondés pour la couche d'aléa considérée. Le fichier de couche en sortie contient une information de nature ponctuelle.

Couche en entrée	Couche en sortie	Indicateurs construits
<b>Localisation des logements et habitants inondés</b>	Logements et habitants inondés pour l'échelle de représentation spatiale et la zone d'inondabilité considérées	Indicateurs de vulnérabilité HABITANTS et LOGEMENTS
<b>Échelle de représentation spatiale</b>		

Tableau 6 : Description du ModelBuilder C – Indicateurs de vulnérabilité aux inondations des logements et habitants pour une échelle de représentation spatiale et un débit donné - Conception : ©Véronique Benacchio

Le MB C permet, à partir de la localisation des logement et habitants inondés pour la couche d'aléa considérée et du choix d'une échelle de représentation spatiale donnée, d'obtenir les indicateurs de vulnérabilité à l'aléa considéré en termes de logements et d'habitants inondés. Le fichier de couche en sortie contient une information de nature surfacique, de la résolution de l'échelle de représentation spatiale choisie.

Couche en entrée	Couche en sortie	Indicateurs construits
<b>Routes</b>	Linéaire des routes (inondées ou non) adapté au découpage spatial en entrée et pour la zone d'inondabilité considérée	Pas encore
<b>Échelle de représentation spatiale</b>		
<b>Zone d'inondabilité</b>		

Tableau 7 : Description du ModelBuilder D - Linéaire des routes (inondées ou non) adapté au découpage spatial en entrée et pour la zone d'inondabilité considérée - Conception : ©Véronique Benacchio

Le MB D permet, à partir des données de linéaire routier, d'échelle de représentation spatiale choisie et d'aléa considéré, d'obtenir les linéaires de routes totales et de routes inondées pour l'aléa considéré adaptés au découpage spatial choisi. En effet, le linéaire routier brut ne permet pas de connaître la valeur du linéaire total de routes ni de routes inondées pour l'échelle de représentation spatiale choisie sans cette étape. C'est une étape nécessaire pour que l'on puisse à terme obtenir des indicateurs de vulnérabilité des routes représentatifs de l'échelle pour laquelle on les souhaite. Le fichier de couche en sortie contient une information de nature linéique, de la résolution de l'échelle de représentation spatiale choisie.

Couche en entrée	Couche en sortie	Indicateurs construits
<b>Linéaires des routes (inondées pour une zone d'inondabilité donnée ou non)</b>	Routes inondées pour le découpage spatial en entrée et pour la zone d'inondabilité considérée	Indicateurs de vulnérabilité ROUTES
<b>Échelle de représentation spatiale</b>		

Tableau 8 : Description du ModelBuilder E - Indicateurs de vulnérabilité aux inondations des routes pour un linéaire routier adapté à une échelle de représentation spatiale et une zone d'inondabilité donnée - Conception : ©Véronique Benacchio

Le MB E permet, à partir des linéaires de routes totales et de routes inondées pour l'aléa considéré adaptés au découpage spatial choisi, d'obtenir les indicateurs de vulnérabilité à l'aléa considéré en termes de routes inondées. Le fichier de couche en sortie contient une information de nature surfacique, de la résolution de l'échelle de représentation spatiale choisie.

Une fois les indicateurs construits, afin d'éviter une multiplication des fichiers de couche dans le répertoire de travail, un dernier ModelBuilder a été construit pour les rassembler dans une même couche pour une échelle de représentation spatiale donnée. C'est ce que décrit le tableau suivant.

Couche en entrée	Couche en sortie	Indicateurs construits
<b>Échelle de représentation spatiale</b>	Indicateurs de vulnérabilité pour une échelle de représentation spatiale donnée	OUI (ajout de champ de pourcentages ou bien normalisation lors de la représentation cartographique)
<b>Indicateurs HABITANTS et LOGEMENTS</b>		
<b>Indicateurs ROUTES</b>		

Tableau 9 : Description du ModelBuilder F - Jointure des couches d'indicateurs de vulnérabilité aux inondations HABITANTS, LOGEMENTS & ROUTES pour une échelle de représentation spatiale donnée - Conception : ©Louis LE BOUTEILLER

On obtient ainsi six fichiers de couche d'indicateurs de vulnérabilité (un pour chaque échelle de représentation spatiale considérée) correspondant aux zones d'inondabilité rare, moyenne et fréquente. Dans le cas particulier des BV de la Chaudière et de la Yamaska, il y a aussi un fichier de couche par BV, correspondant à une étude

menée à l'échelle des municipalités pour une gamme de débit allant de 2 à 85 m/s pour la Yamaska, et de 2 à 95 m/s pour la Chaudière.

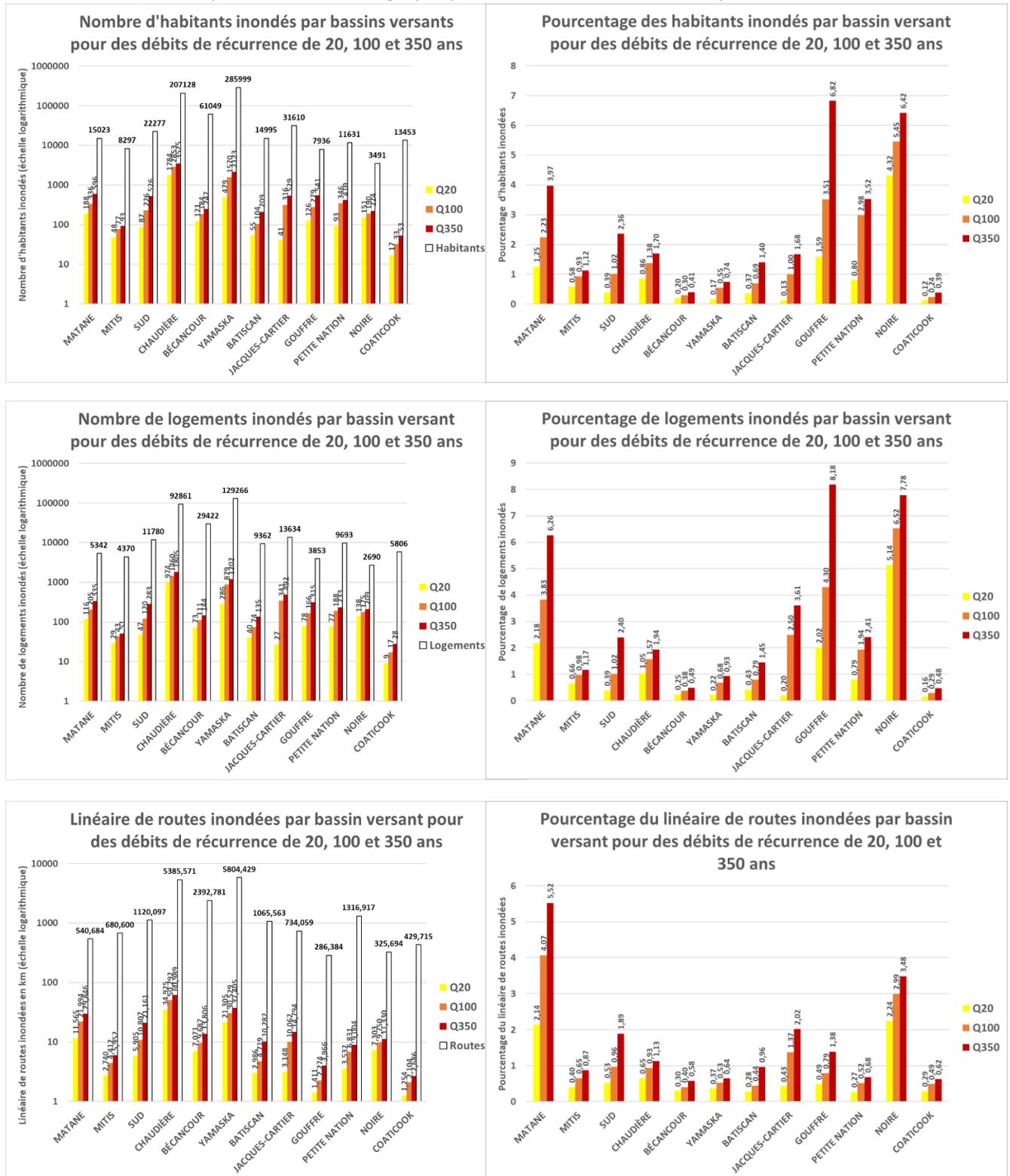
Ces indicateurs, déclinés à différentes échelles, permettent de caractériser la vulnérabilité aux inondations sur l'ensemble des 12 BV. L'évolution de la vulnérabilité aux inondations est caractérisée de manière plus fine sur le bassin versant de la Chaudière et sur celui de la Yamaska, puisque nous disposons de gammes de débits spécifiques de grande amplitude.

Ainsi, différentes cartes peuvent être produites. C'est l'objet des parties suivantes (résultats et observations, analyses & discussion).

### 3. Résultats

#### 3.1. Indicateurs de vulnérabilité aux inondations à l'échelle des bassins versants

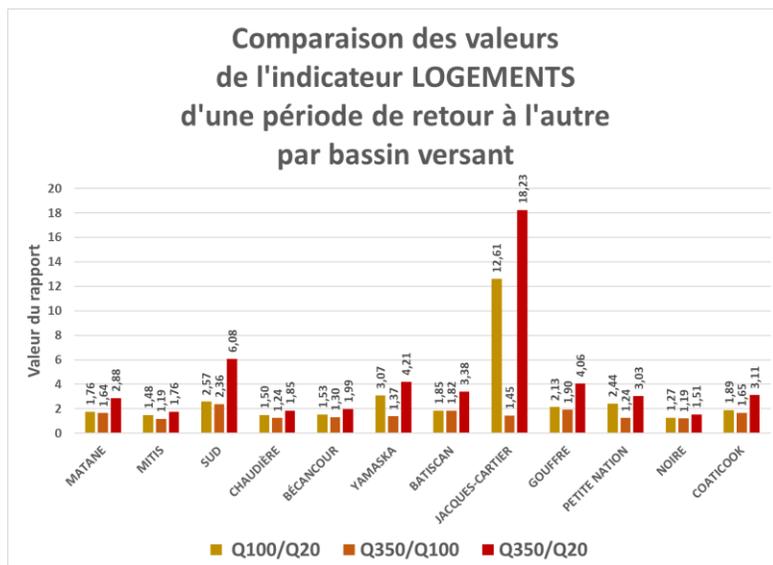
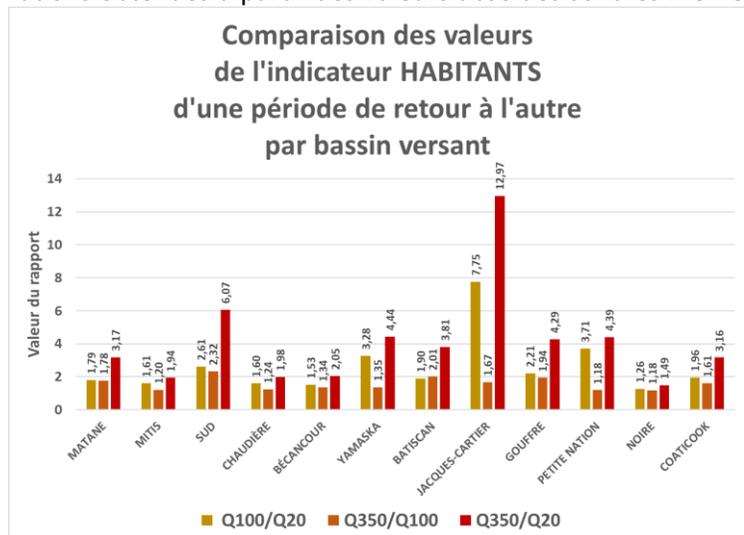
Les figures suivantes illustrent la vulnérabilité aux inondations à l'échelle des bassins versants pour des zones d'inondabilité fréquente, moyenne et rare (associées respectivement à des débits de période de récurrence 20, 100 et 350 ans). Des représentations cartographiques de ces indicateurs sont reproduites en annexes.



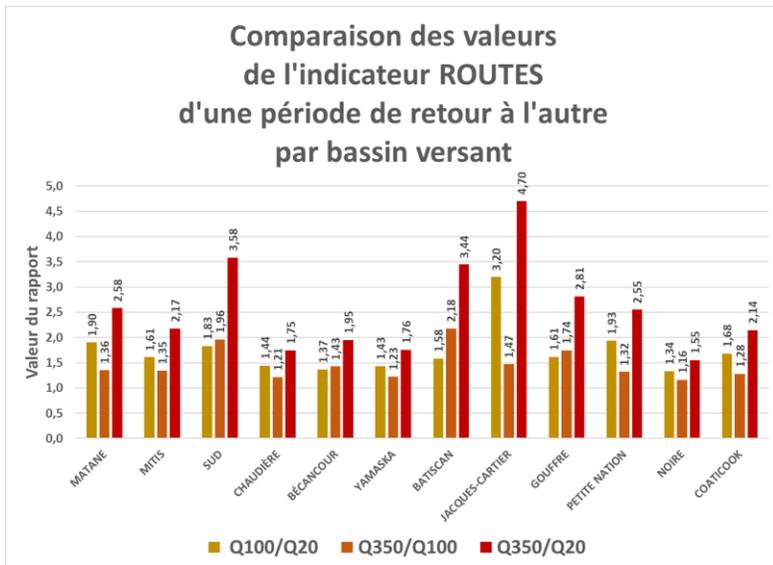
Les observations que l'on peut formuler sont multiples. Premièrement, les graphiques précédents attestent de la pertinence des valeurs relatives des indicateurs. Par exemple, Si les BV de la Chaudière et de la Yamaska sont en tête du classement pour ce qui est de la population et de la valeur es indicateurs, le BV de la rivière Gouffre ou de la rivière Noire présente des valeurs de pourcentage bien supérieure à celle du BV de la Chaudière. En termes de densité de population, les BV de la rivière Gouffre et de la rivière Noire ont un nombre d'habitant au kilomètre carré de 8, contre 60 et 31 respectivement pour les BV de la Yamaska et de la Chaudière (bien que, à l'échelle du BV, cette information est assez floue car la densité de population n'est pas homogène). Deuxièmement, l'on observe que pour le BV de la rivière Gouffre (toujours dans l'exemple de la valeur relative de l'indicateur d'habitants), la valeur du pourcentage de logements inondés est près de 2 fois supérieure entre un débit associé à une période de récurrence (PdR) de 100 ans et celui associé à une récurrence de 350 ans. Entre un débit associé à une PdR 20 ans et celui associé à une PdR 100 ans, pour le BV de la rivière Gouffre, la valeur relative de l'indicateur d'habitants est de plus du double. Pour le BV de la Yamaska, présentant la plus forte densité de population, la valeur du pourcentage d'indicateur habitants.

Pour une visualisation plus parlante, l'évolution des taux d'accroissement des indicateurs de vulnérabilité est présentée dans les graphiques suivants. Les informations obtenues à partir des valeurs absolues sont les même que celles obtenues à partir des valeurs relatives.

En ce qui concerne l'indicateur de vulnérabilité des habitants, pour les rapports entre Q100/Q20 et Q350/Q100, l'on observe en moyenne un taux d'accroissement des rapports de 1,73 (sans prendre en compte les BV Yamaska, Jacques Cartier et Petite Nation). Pour le BV de la Jacques Cartier, le taux d'accroissement de l'indicateur habitants est de 7,75 de Q20 à Q100, il tombe à 1,67 de Q100 à Q350. Pour celui de la Yamaska, on a un taux d'accroissement de l'indicateur de Q20 à Q100 de 3,28 contre 1,35 de Q100 à Q350. Pour le BV de la Petite Nation : 3,71 de Q20 à Q100, 1,18 de Q100 à Q350.



Les mêmes observations peuvent être faite pour les indicateurs de vulnérabilité des logements. Les BV de la Yamaska, de la Jacques Cartier et de la petite Nation se distinguent par des taux d'accroissement de l'indicateur de Q20 à Q100 respectivement de 3,07 / 12,61 / 2,44 contre des taux d'accroissement respectifs de Q100 à Q350 de 1,37 / 1,45, 1,24.



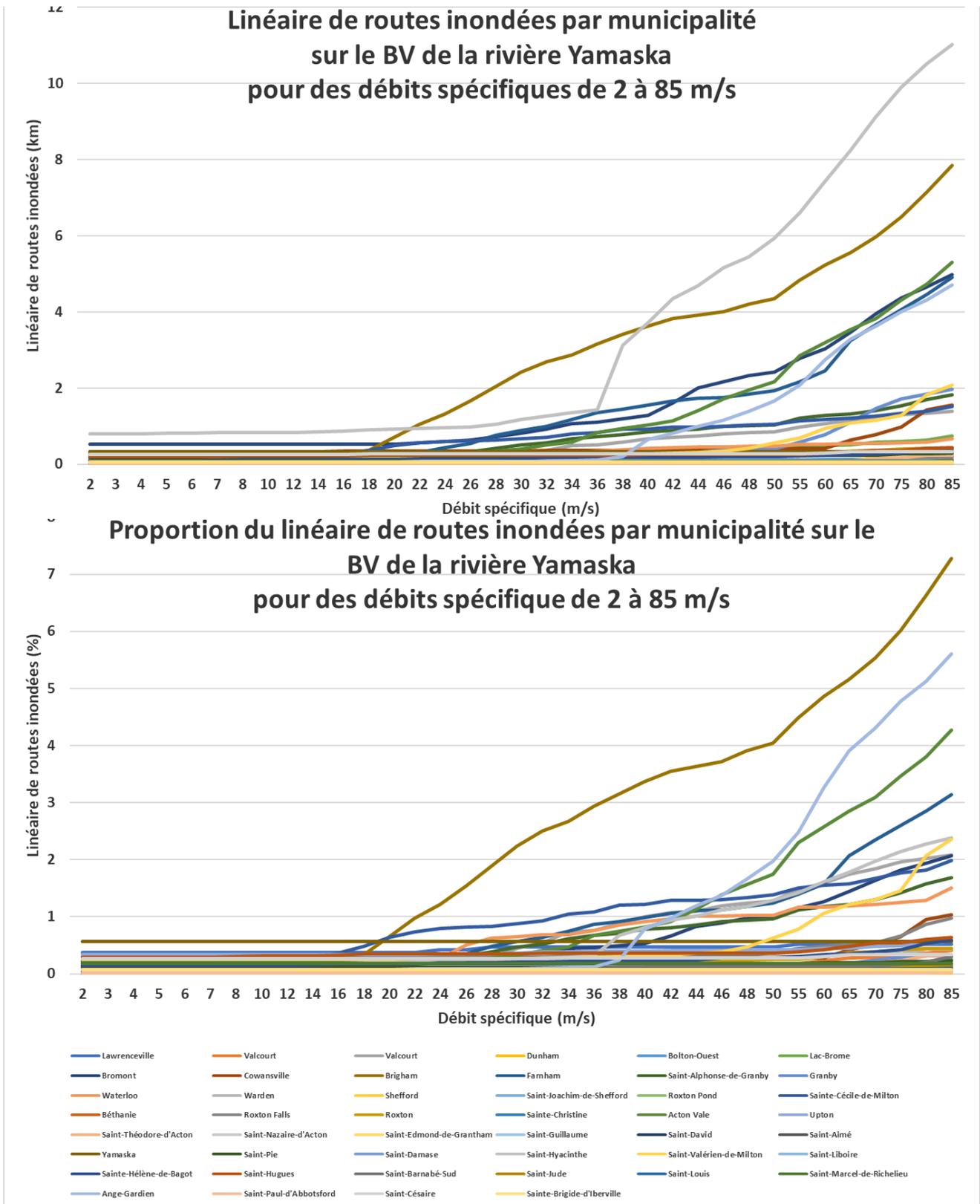
Au sujet des indicateurs de vulnérabilité des routes, le BV de la Jacques Cartier se distingue des autres BV pour un taux d'accroissement de Q20 à Q100. En effet, ces derniers présentent un taux variant entre 1,34 et 1,93 alors que le taux de la Jacques cartier est de 3,20. Pour les taux d'accroissement de Q100 à Q350, les BV présentent des valeurs homogènes variant de 1,16 à 1,93 à l'exception du BV de la rivière Batiscan dont le taux d'accroissement de l'indicateur de vulnérabilité des routes de Q100 à Q350 est de 2,18.

Les valeurs des taux d'accroissements de Q20 à Q350 des indicateurs de vulnérabilité ont été représentées. Elles sont en moyenne de 4,14 pour les habitants, de 4,34 pour les logements et de 2,58 pour les routes. Certains BV s'écartent grandement de ces valeurs moyenne, souvent par des valeurs nettement supérieures.

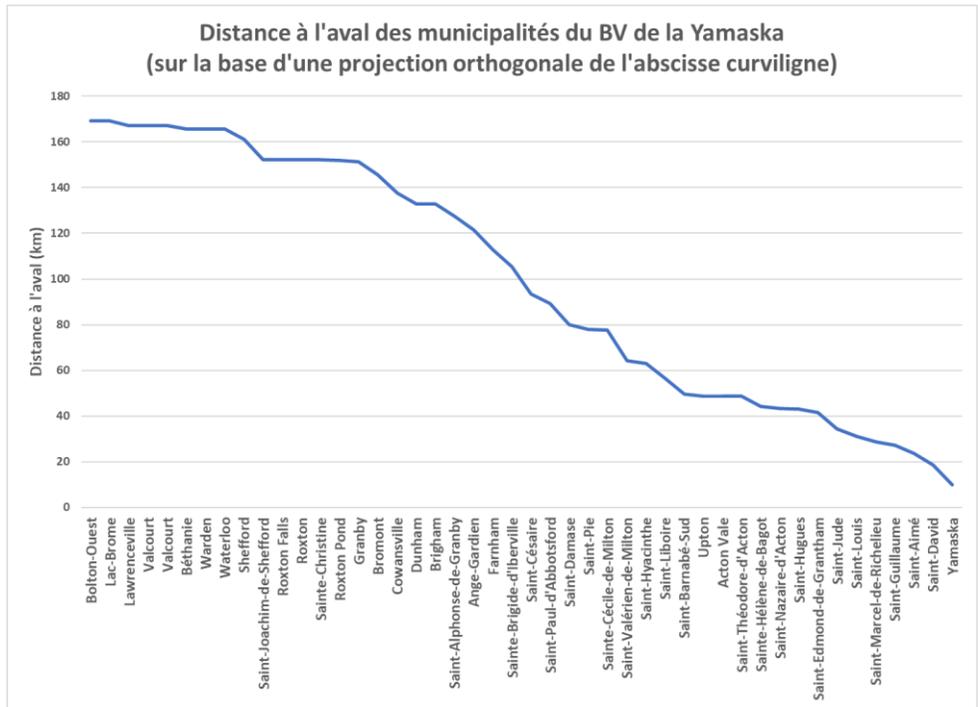
Les résultats sont présentés à l'échelle des BV, rappelons que les indicateurs sont aussi disponibles à 5 autres niveaux d'échelle. Le mémoire ne les reprend pas dans le texte, mais l'information cartographique est disponible sous SIG.

### 3.2. Indicateurs de vulnérabilité des routes aux inondations (sur la base de débits spécifiques) à l'échelles des municipalités pour le BV de la rivière Yamaska

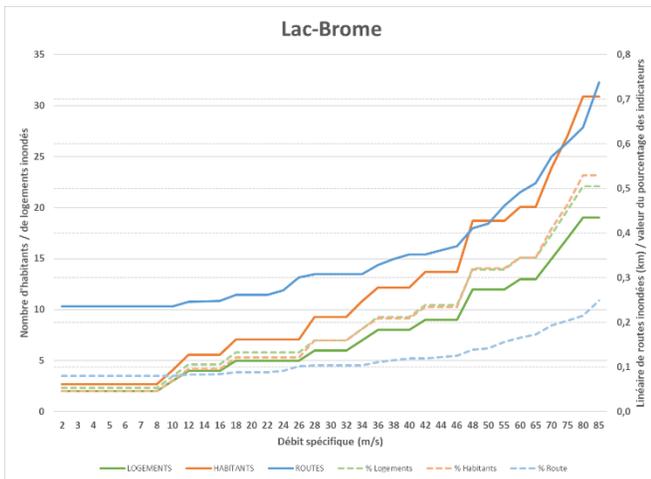
Représenter les indicateurs de vulnérabilité aux inondations pour les logements et les habitants en fonction des débits spécifiques ne permettait pas d'obtenir de graphique clair. L'indicateur de vulnérabilité des routes est plus exploitable. Toutefois, la prochaine page présente par municipalité les valeurs des indicateurs obtenus.



Les graphiques précédents font état de différents « décrochages » pour les indicateurs de municipalités des routes du BV de la Yamaska. Pour les caractériser de manière plus fine après avoir situé les municipalités par rapport à l'aval du BV (sur la base s'une projection orthogonale du centroïde sur l'abscisse curviligne du cours d'eau) il convient de représenter par municipalité les indicateurs de vulnérabilité pour suivre leur évolution en fonction de l'augmentation des débits spécifiques. Précisons que si la valeur des indicateurs de vulnérabilité des habitants et des logements se lit sur l'axe de gauche, celle des routes est représentée avec la valeur de leurs pourcentages sur l'axe secondaire (de droite).

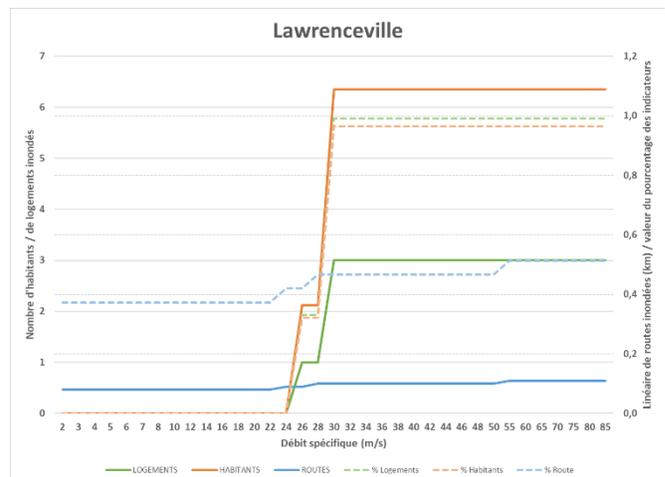


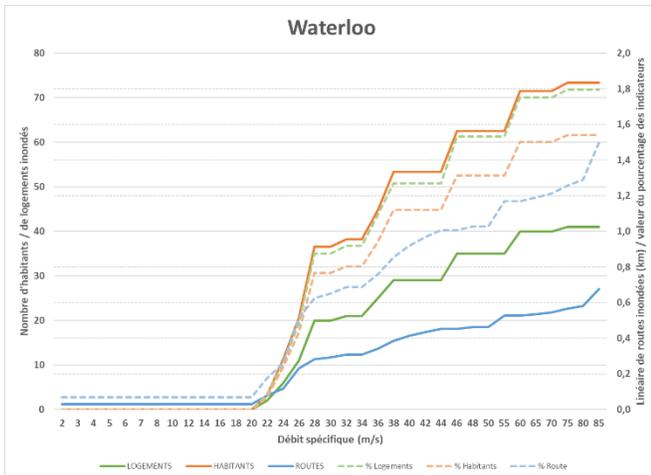
pour les municipalités de Lawrenceville, les forts « décrochages » sont au niveau de 24 et 30m/s (+ 55 m/s pour l'indicateur « routes »).



Pour la municipalité de Lawrenceville, les forts « décrochages » sont au niveau de 24 et 30m/s (+ 55 m/s pour l'indicateur « routes »).

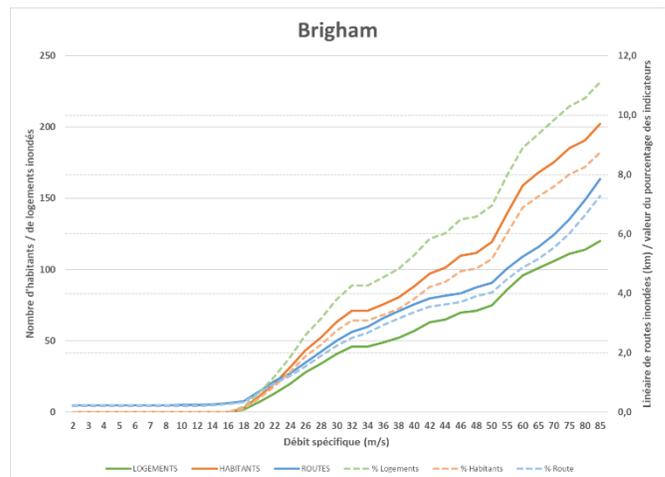
Pour la municipalité en tête de bassin Lac-Brome, les indicateurs varient progressivement avec les débits spécifiques (le taux d'accroissement de chaque indicateur reste proche de 1), avec une augmentation ponctuelle aux valeurs suivantes de débits spécifiques : 8, 16, 26, 46 et 65 m/s.



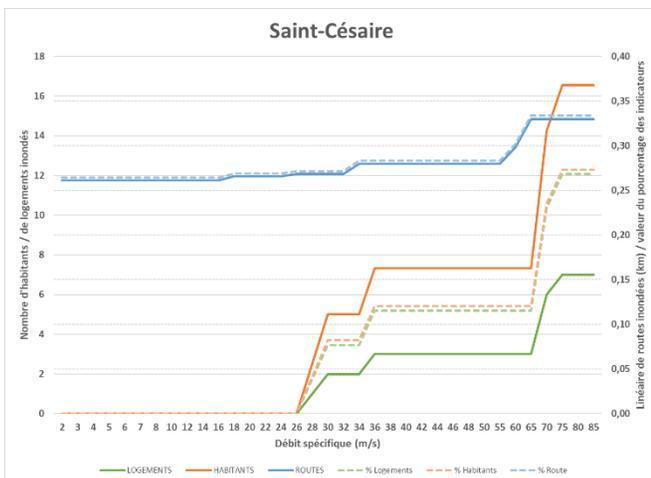


La municipalité de Waterloo présente une rupture du taux d'accroissement de ses indicateurs pour les débits spécifiques de 20, 26, 34, 38, 44, 46, 60 et 70 m/s.

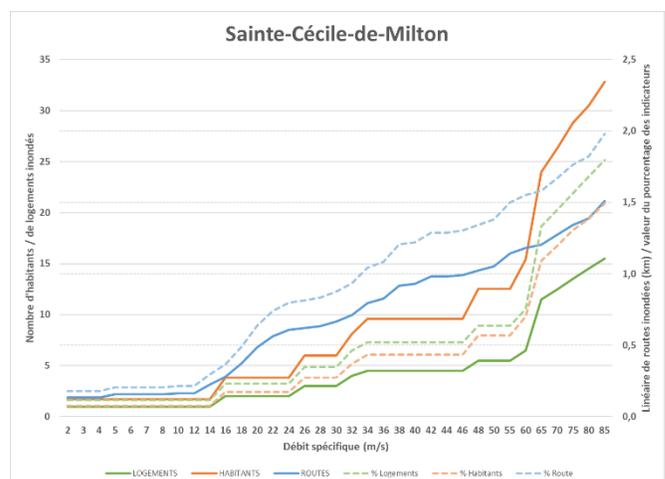
Pour la municipalité de Brigham, les indicateurs sont non nuls à partir de 20 m/s. Les « points de décrochage » sont observés pour les valeurs de 32, 42, 48 et 60 m/s. Les indicateurs prennent une valeur finale (pour un débit de 85 m/s) supérieure à 7% (7,8% pour les routes, 8,7% pour les habitants et 11,2 pour les logements).

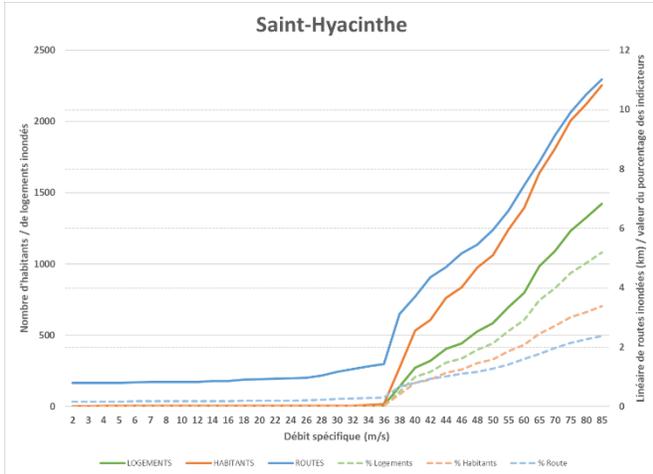


Pour la municipalité de Saint-Césaire, l'indicateurs de vulnérabilité des routes présente des valeurs non nulles dès les premières valeurs de débits spécifiques et les indicateurs d'habitants et de logements sont non nuls à partir de 26m/s. Pour ces deux indicateurs, un premier palier s'observe de 30 à 34 m/s, un deuxième s'observe de 36 à 65 m/s.



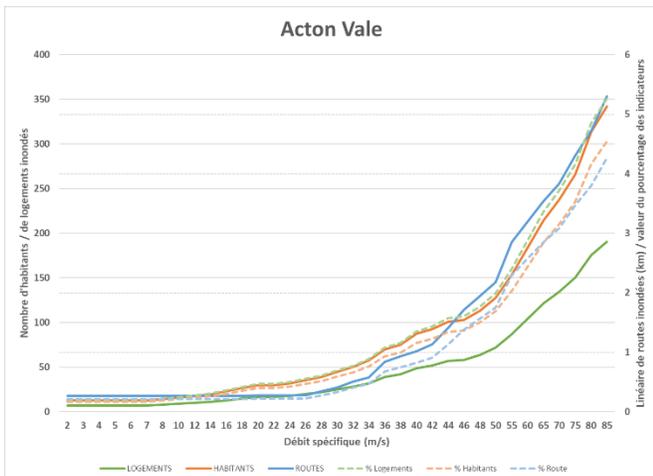
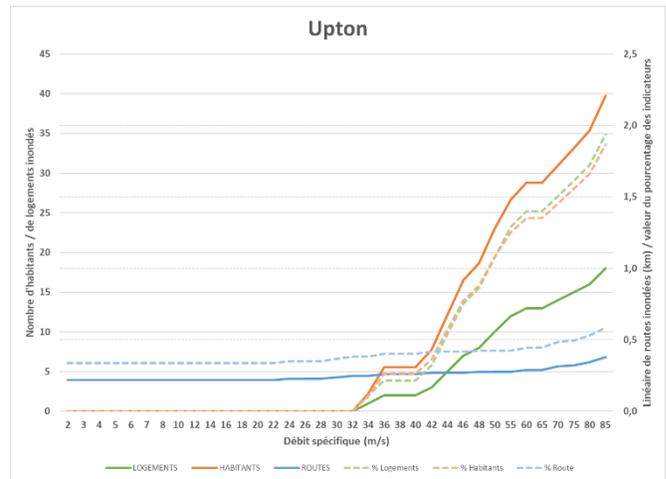
Pour la municipalité de Sainte Cécile de Milton, Les indicateurs de vulnérabilité des logements et des habitants décrochent pour des valeurs de débits spécifiques de 14, 24, 32, 46, 55, 65 m/s.





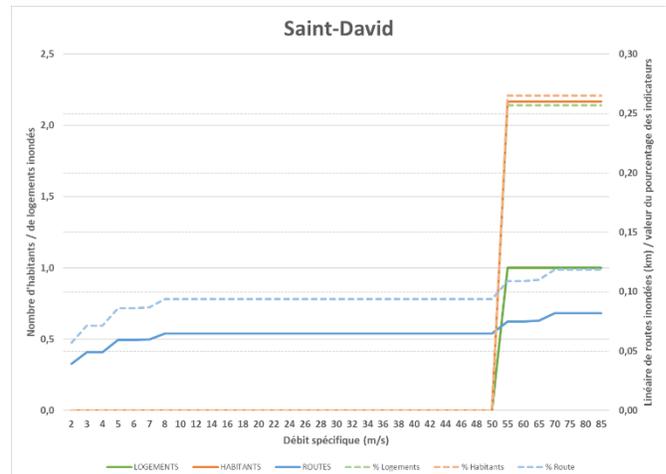
Les indicateurs de vulnérabilité de Saint-Hyacinthe décrochent très nettement à partir de la valeur de débit spécifique de 34 m/s. Aux valeurs maximales de débits spécifiques étudiées (85 m/s), les indicateurs de vulnérabilité des habitant et des logements dépassent les 3%, celui des routes atteint 2%.

En ce qui concerne la vulnérabilité de la municipalité d’Upton aux inondations sur la base de débits spécifiques, il n’y a pas de logement ni d’habitants impactés avant une valeur de 34 m/s.

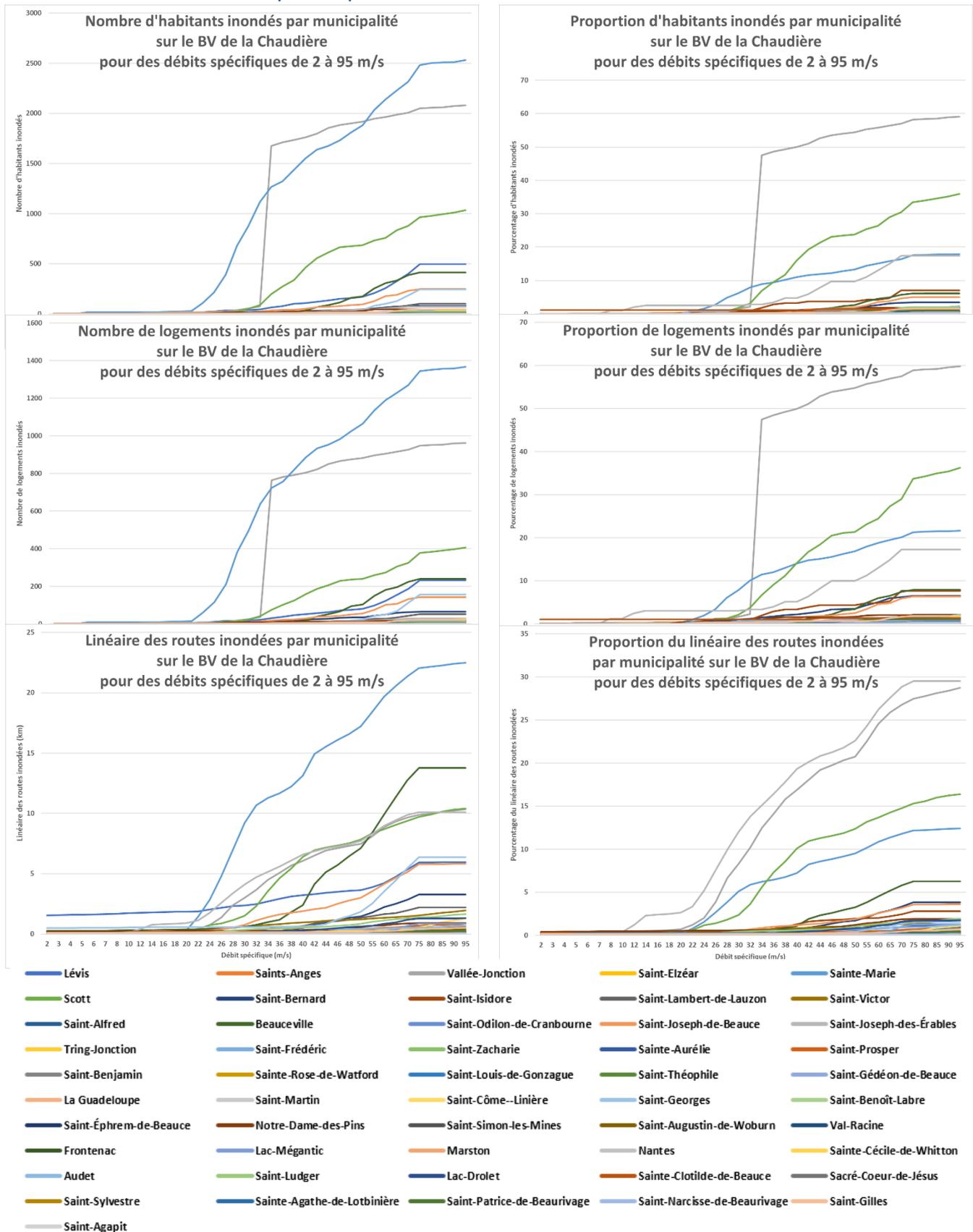


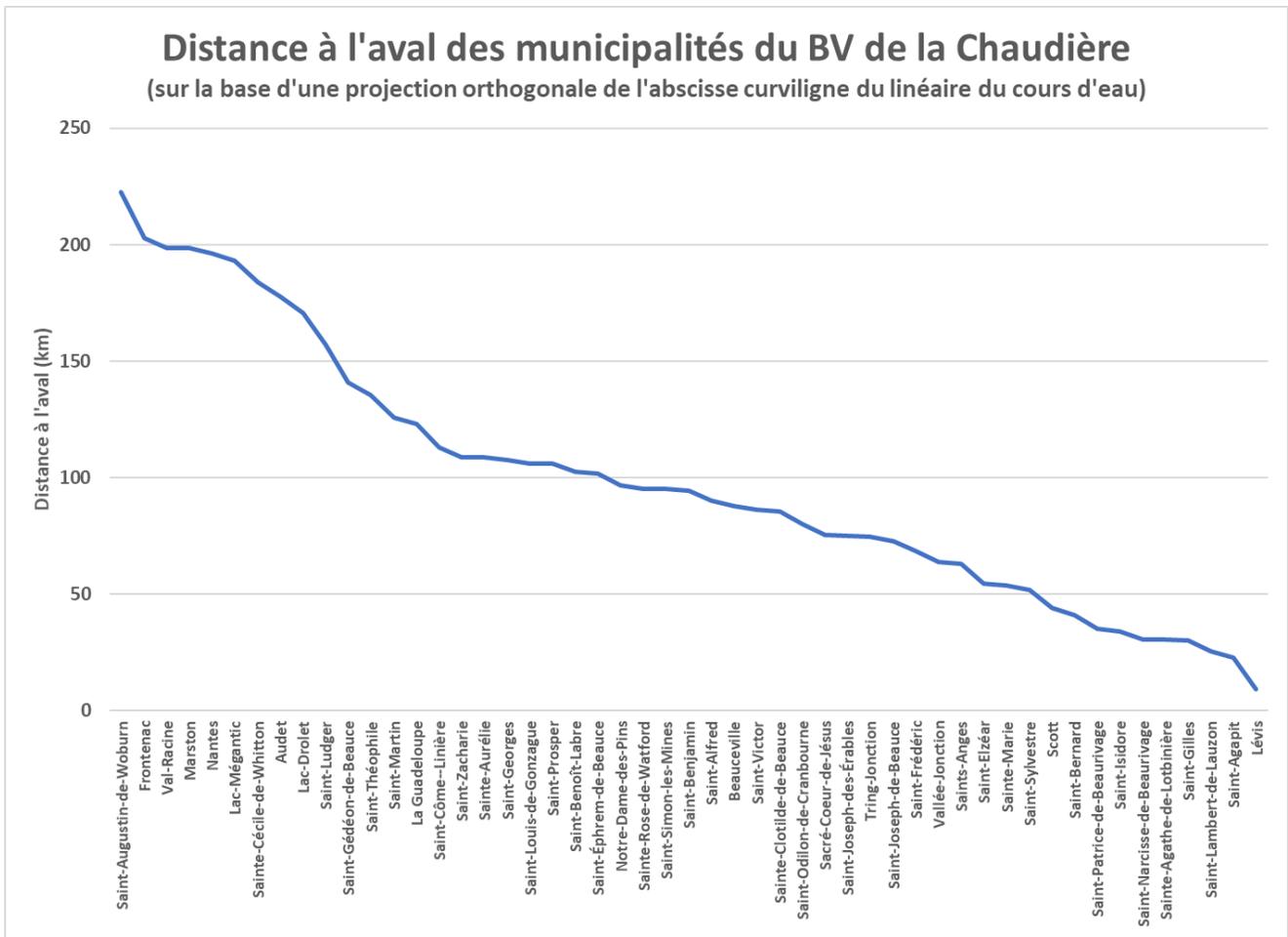
La municipalité d’Acton Vale ne présente pas de « décrochement » de l’évolution de la valeur des indicateurs de vulnérabilité en fonction du débit spécifique. 5,3% de logements, 4,5% d’habitants et 4,3% de routes sont vulnérables à une inondation de débit spécifique 85 m/s.

Saint David est une municipalité de l’aval du BV de la Yamaska. Ses indicateurs de vulnérabilité des logements et des habitants sont non nuls à partir de 55 m/s : il y a 1 logement et 2 habitants vulnérables aux inondations à partir de cette valeur.

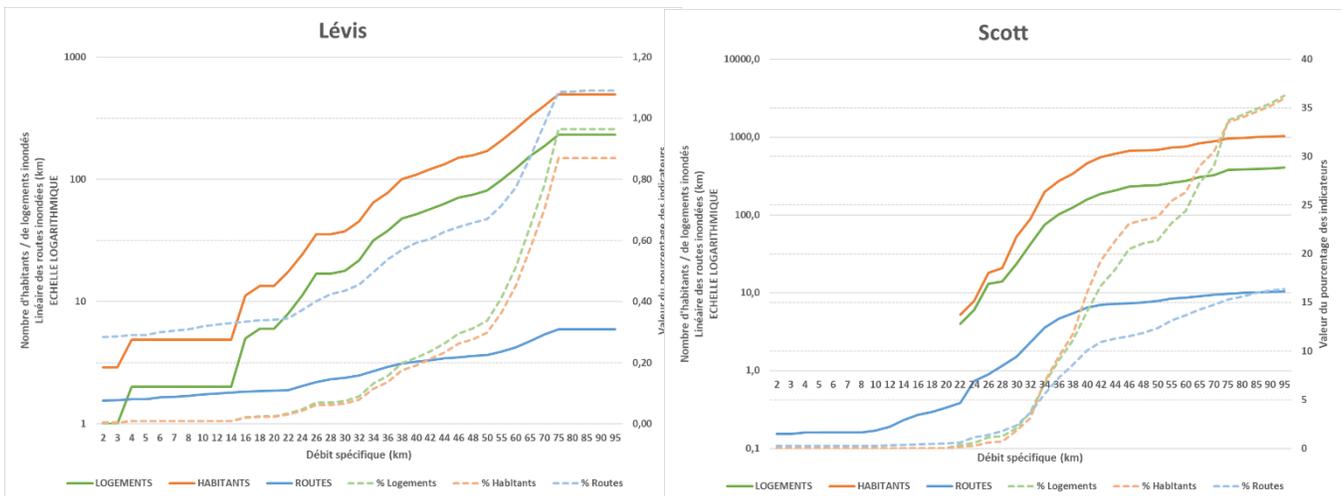


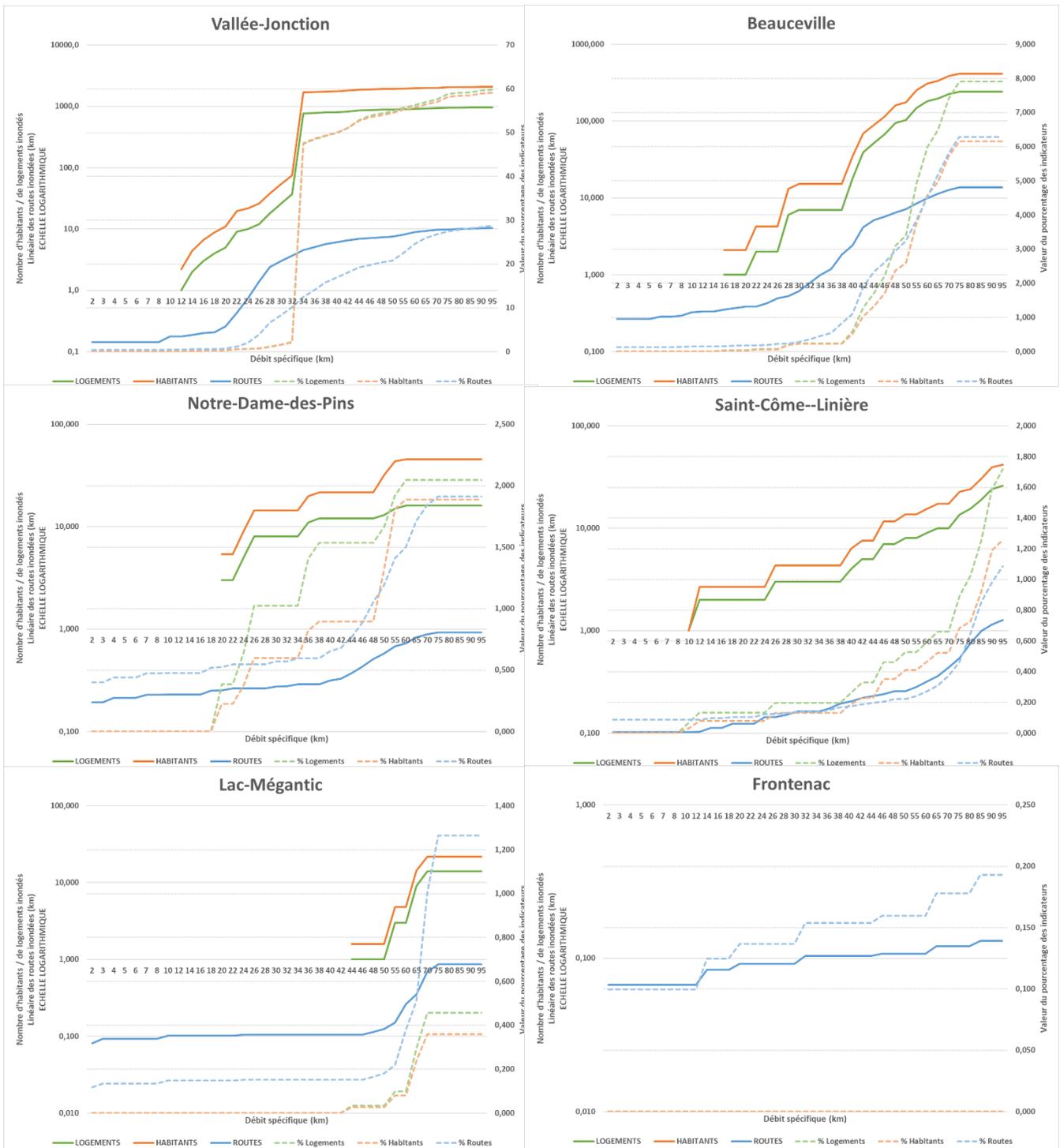
### 3.3. Indicateurs de vulnérabilité des routes aux inondations (sur la base de débits spécifiques) à l'échelles des municipalités pour le BV de la rivière Chaudière





Concernant le BV de la Chaudière, les résultats obtenus pour les valeurs des indicateurs sont présentés de l'aval vers l'amont du bassin versant. Les observations s'effectuent selon la même méthode que pour le BV de la Yamaska. Les indicateurs de vulnérabilité des habitants, des logements et des routes sont représentés sur l'axe de gauche (axe principal), pour lequel une échelle logarithmique a été adoptée. Leurs valeurs relatives se lisent en échelle linéaire sur l'axe de droite.





Il ressort -entre autres- de l'observation de ces résultats que la municipalité de Vallée-Jonction est la plus vulnérable aux inondations : les indicateurs de vulnérabilité des habitants et des logements atteignent 60 % pour un débit spécifique de 85m/s. L'on observe également une diminution de la proportion des indicateurs de vulnérabilité à mesure que l'on s'éloigne de l'aval du BV.

## 4. Discussion

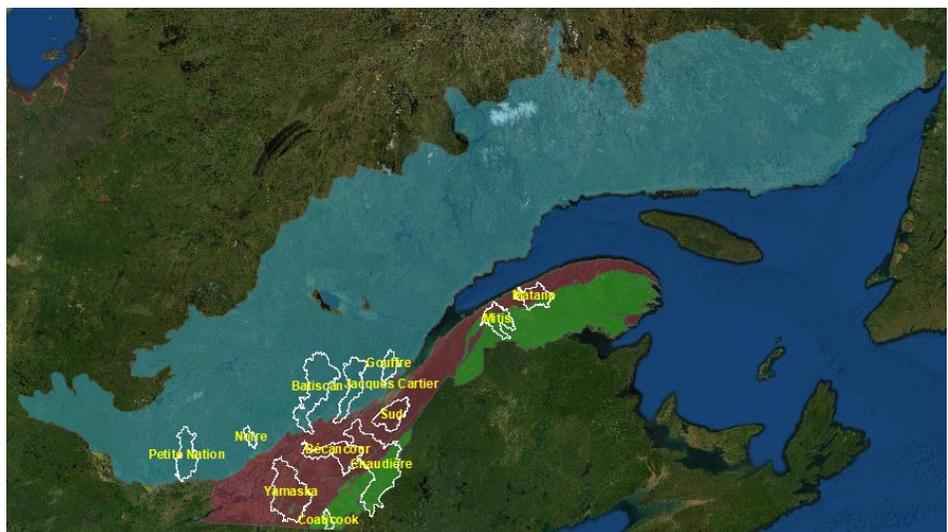
### 4.1. Analyse des résultats obtenus à l'échelle des 12 BV

Le risque n'évolue pas de la même manière selon le bassin versant. Les graphiques présentés en partie 3 nous permettent de comparer la répartition du risque inondation entre chaque bassin versant. Une cartographie sous SIG pour chacune des échelles de représentation spatiale permet de représenter ceci avec une meilleure interprétation visuelle. Pour exemple, les différents indicateurs ont été représentés à l'échelle des BV en annexes. L'irrégularité ponctuelle des taux d'accroissement pour certains d'entre eux permet d'émettre l'hypothèse d'une période de récurrence inadaptée au comportement hydrologique de ces bassins versants. Cette piste est poursuivie à l'échelle des municipalités : en effet, les débits spécifiques permettent de comparer la vulnérabilité aux inondations en s'affranchissant de la notion de période de retour de l'aléa inondation.

### 4.2. Perspectives

L'étape suivante serait alors de reconstituer les aires drainées pour chaque municipalité, de retrouver le débit nominal et de remonter à la période de retour à laquelle il correspond, afin de dimensionner l'occupation des sols sur la base de valeur significative plus que sur la base des valeurs arbitraires de périodes de retour de 20, 100 et 350 ans. Il est également possible de faire un lien avec l'urbanisation (imperméabilisation des sols, modification de la géomorphologie du BV.

Il peut être intéressant par la suite de faire le lien entre vulnérabilité aux inondations et physiographie de ces bassins versants (la carte ci-contre présente les divisions géologiques qui correspondent aux BV étudiés). Ces ambitions sont de tailles, mais y donner suite gage d'une anticipation du risque inondation meilleure, car mieux adaptée.



Carte 2 : Divisions géologiques sur lesquelles sont situés les 12 BV étudiés  
– Source : SIGEOM & Basemap World Imagery – Conception : ©Louis LE BOUTEILLER

### 4.3. Réflexion personnelle sur les apports de ces travaux

Ces travaux ont été l'occasion pour moi de me familiariser et de mieux maîtriser les SIG, ainsi que l'analyse de grandes banques de données. Le temps pour maîtriser la méthode a été très long et la production des résultats, présentation et discussion à partir de ceux-ci s'est faite en fin de projet, simultanément à la rédaction de ce mémoire. Malgré les difficultés liées au fait que ces travaux se soient déroulés à distance du fait de l'actualité sanitaire, j'ai acquis de l'autonomie. Cela m'a permis de mûrir un aspect de mon projet professionnel : je ne souhaite pas des conditions de travail à temps plein en distanciel. La solitude a été très éprouvante et si je remercie l'équipe de leur soutien et de leur suivi renouvelé, je mesure que je ne suis pas fait pour travailler en de telles conditions. Je reste motivé pour la compréhension du risque inondation, et sa gestion améliorée.



## Conclusion

La méthode d'évaluation préliminaire du risque inondation développée dans le projet EPRI 2 a permis de construire 6 indicateurs de vulnérabilité (logements, habitants & routes inondés et leurs valeurs relatives) qui ont pu être déclinés à plusieurs échelles de représentation spatiale sur la base d'espace d'inondabilité construits à partir de débits de périodes de retour 20, 100 et 350 ans. Le taux d'accroissement de ces indicateurs permet de mettre en valeur une évolution du risque inondation qui n'est pas identique selon le bassin versant. Cette analyse est approfondie par l'étude des indicateurs obtenus à partir d'une gamme de débit spécifique de 2 à 85 m/s pour les BV de la Yamaska et de la Chaudière. Une représentation cartographique de ces informations a été élaborée.



## Bibliographie

- Arnaud-Fassetta, G. (2007) *L'hydrogéomorphologie fluviale, des hauts bassins montagnards aux plaines côtières : entre géographie des risques, géoarchéologie et géosciences* (dossier HDR). Volume 2 (synthèse scientifique), Géographie, Université Paris-Diderot (Paris 7).
- Biron, P.M., Buffin-Bélanger, T., Larocque, M., Demers, S., Olsen, T., Ouellet, M.A., Choné, G., C.A. Cloutier, C.A. et Needelman, M. (2013). *Espace de Liberté: un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques*.  
<[https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportBironetal2013\\_FR.pdf](https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportBironetal2013_FR.pdf)>
- Choné, G., Benacchio, V., Biron, P.M., Buffin-Bélanger, T. (2020) *Vers une cartographie générale des zones inondables : Modélisation hydraulique appliquée à large échelle pour des cours d'eau du Québec habité*. (Rapport final présenté au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques -MELCC - du Québec en janvier 2020). 150 p.
- Choné, G., Benacchio, V., Biron, P., Buffin-Bélanger, T., Roy, M.-A., Mazgareanu, J. (2020) *Évaluation préliminaire du risque lié aux inondations : poursuite du développement de la méthodologie et mise en œuvre (EPRI 2)* (Rapport final présenté au Ministère de la Sécurité Publique - MSP - du Québec en Août 2020). 176 p.
- Frini, A., Besnard, C.A., Benabbou, L., Adda, M., Buffin-Bélanger, T. (2019) *Outil de priorisation des bassins versants pour la gestion des risques des inondations dans le cadre de la mise en oeuvre de l'initiative Info-Crue au Québec*. Rapport présenté Ouranos. Montréal. Université du Québec à Rimouski. 135 p. + annexe.
- Montané, A. (2014) *L'approche hydrogéomorphologique : pratiques, valorisations et développement d'une méthode de cartographie des zones inondables* (Thèse de doctorat en Géographie). Université Paul Valéry - Montpellier III, Faculté de géographie, 282p.
- Parlement européen – conseil de l'Union Européenne. *Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation* [en ligne] Journal officiel du 06 novembre 2007.  
<<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007L0060&from=FR#d1e864-27-1>>

## Glossaire

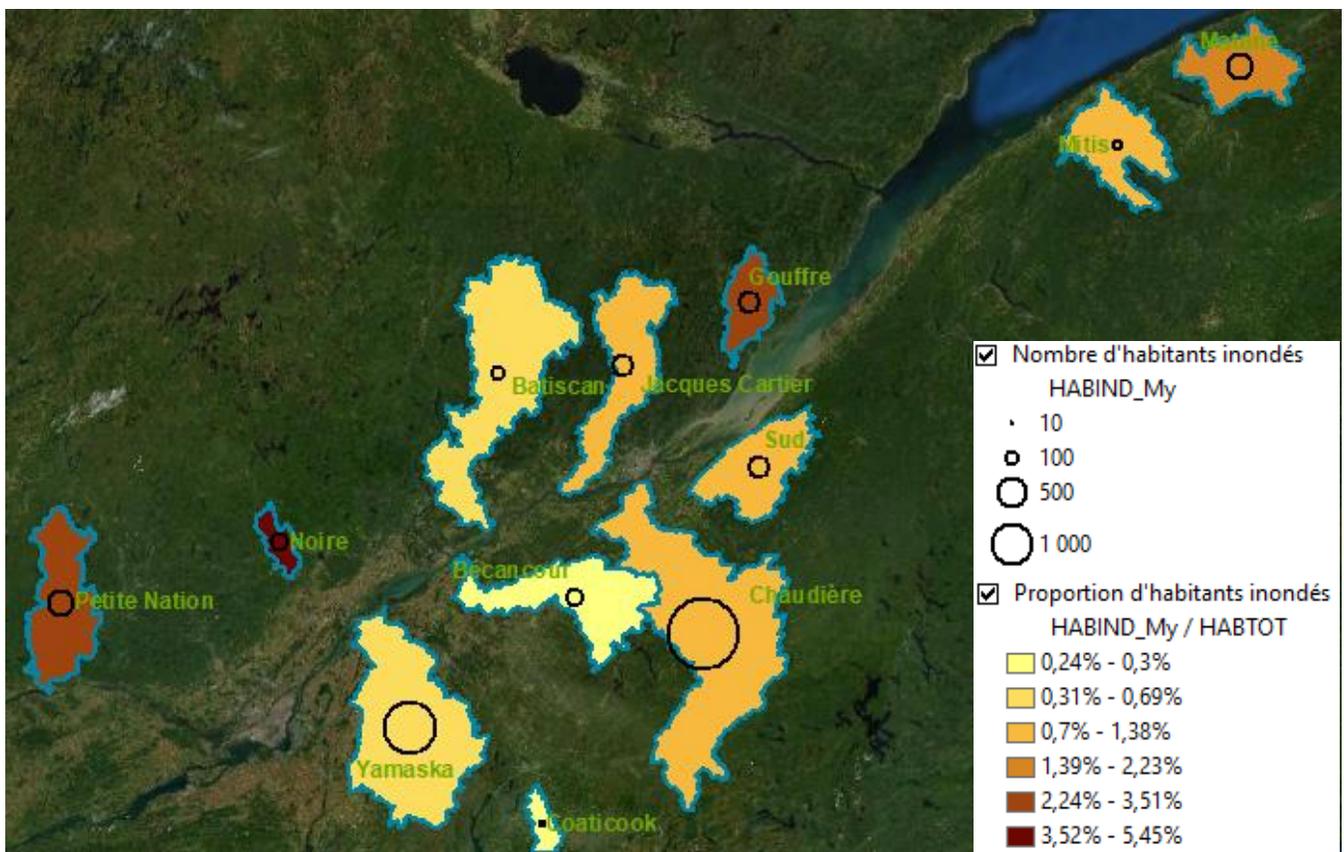
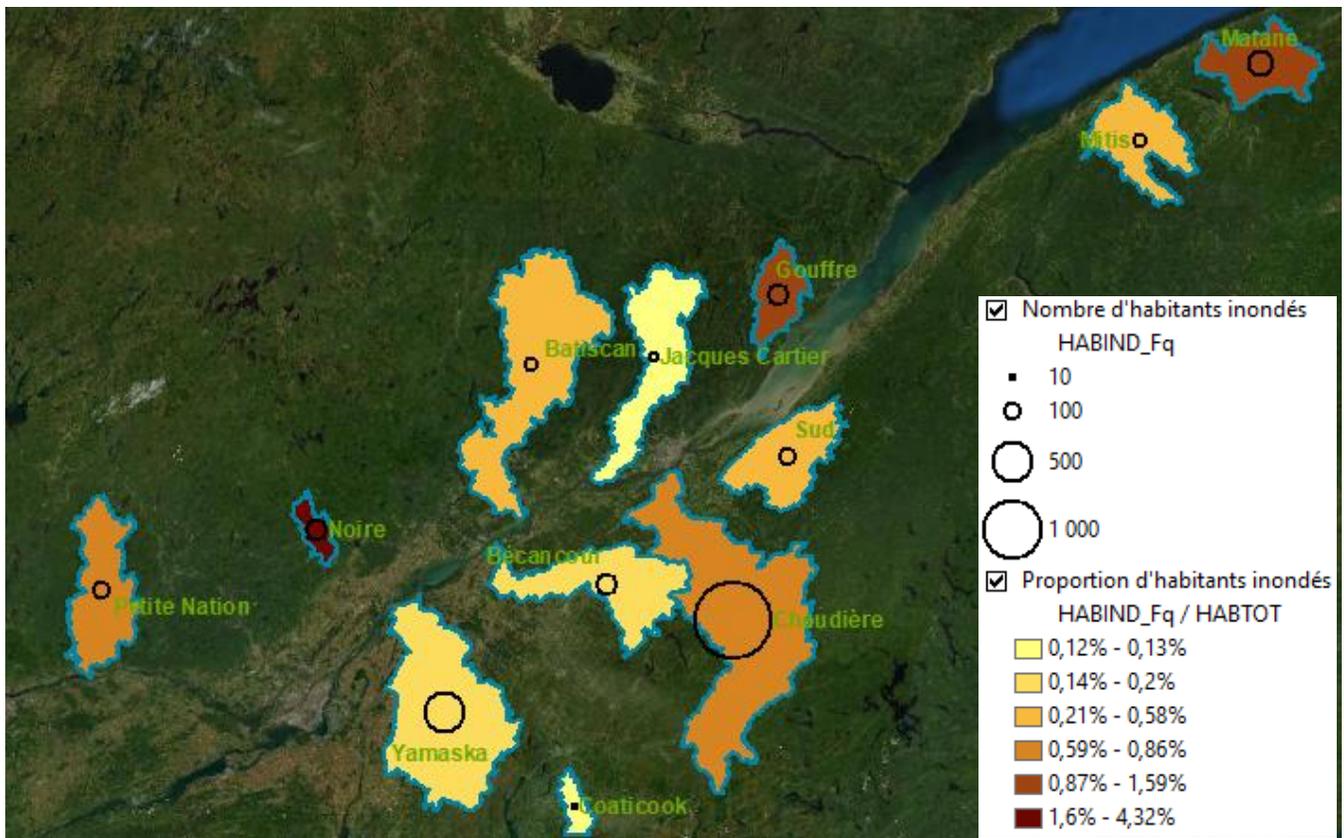
Alea : Évènement imprévisible comportant un risque.

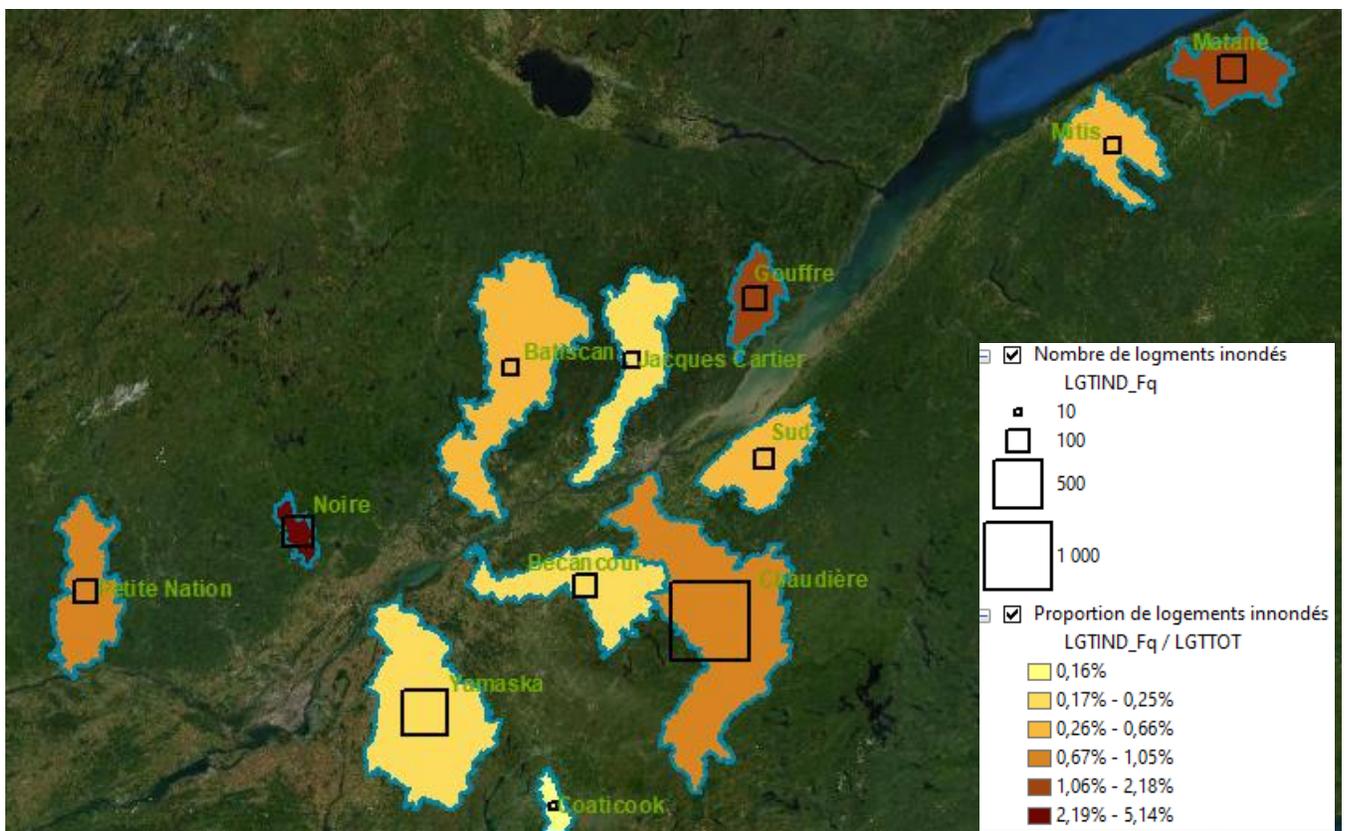
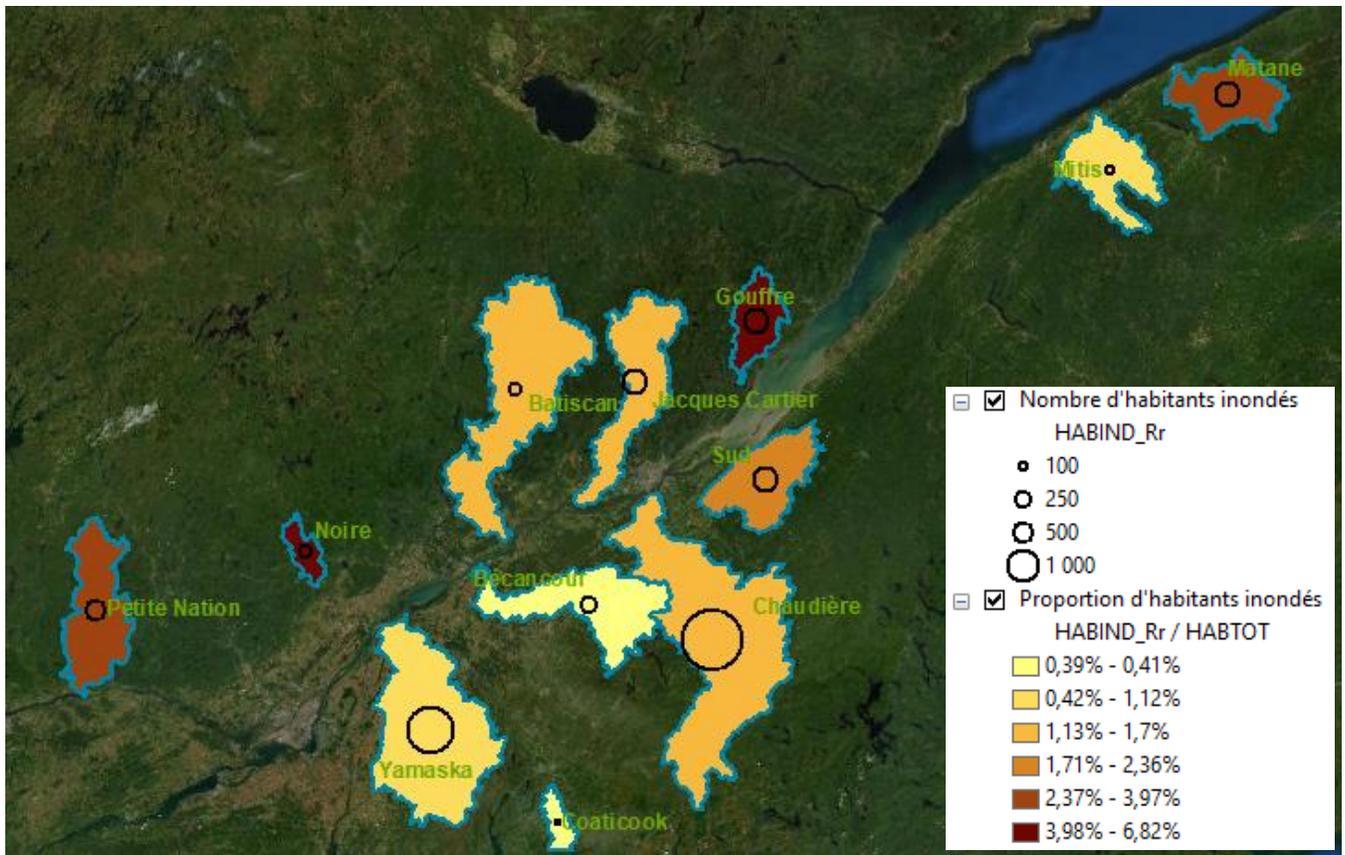
Inondation : Submersion temporaire par l'eau de terres qui ne sont pas submergées en temps normal. Cette notion recouvre les inondations dues aux crues des rivières, des torrents de montagne et des cours d'eau intermittents méditerranéens ainsi que les inondations dues à la mer dans les zones côtières et elle peut exclure les inondations dues aux réseaux d'égouts. [*Directive inondation 2007/60/CE du 23/10/2007*].

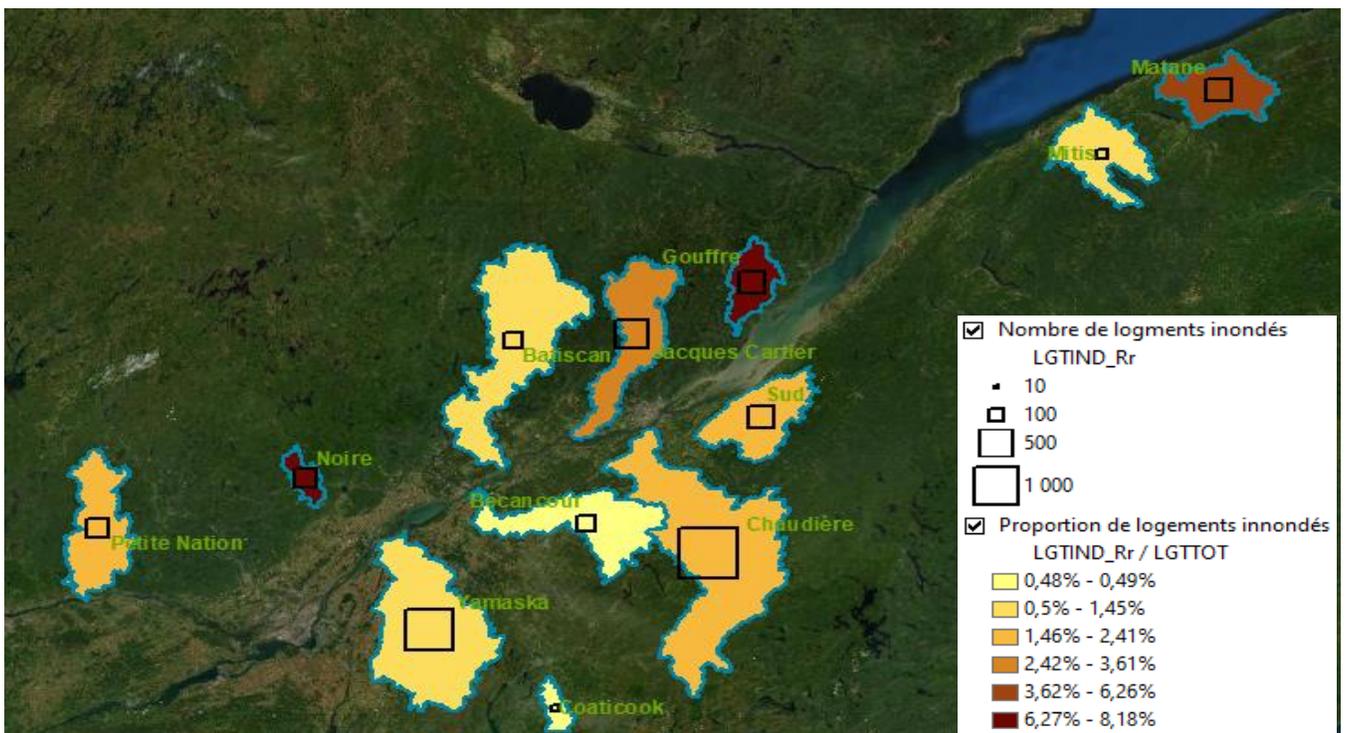
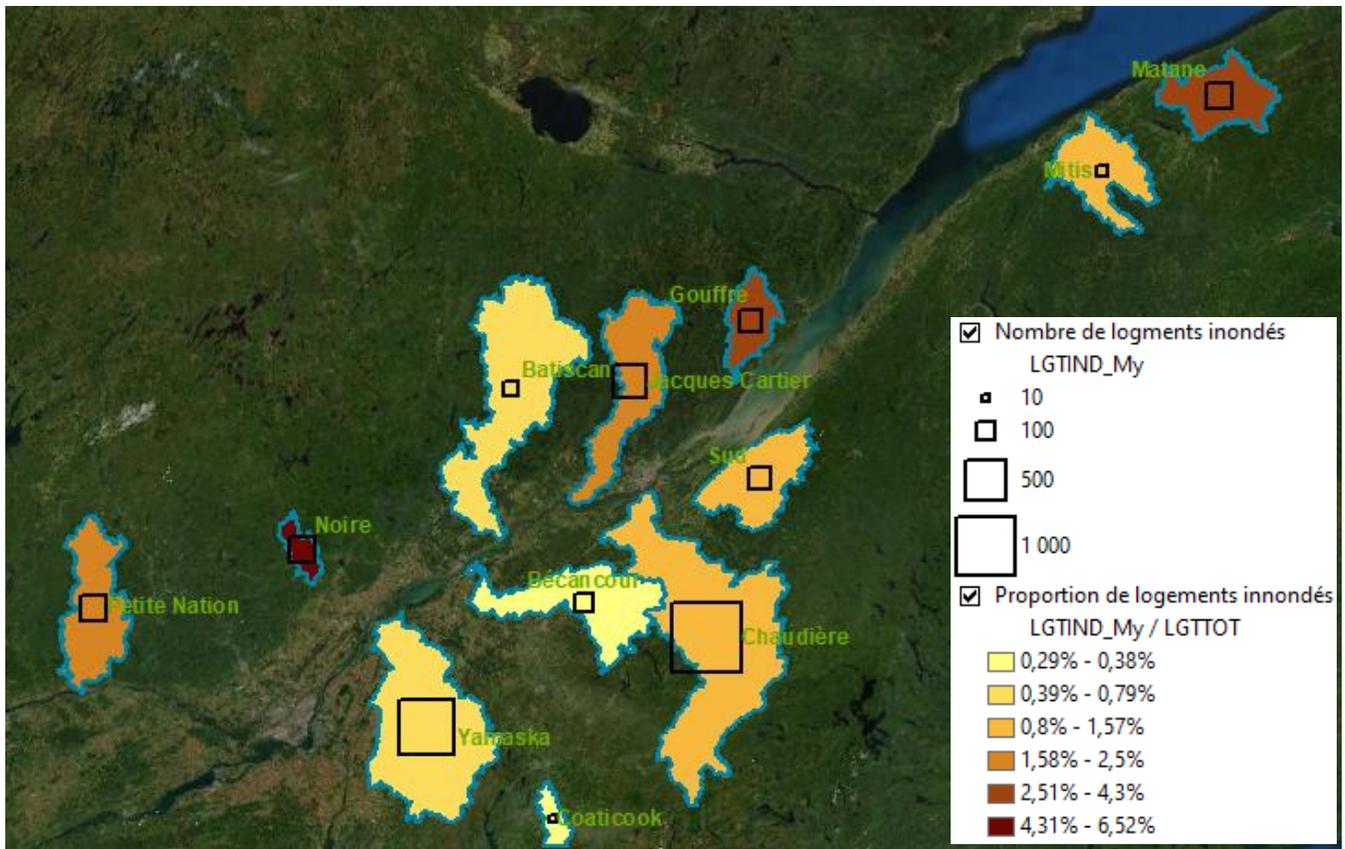
Model Builder : ModelBuilder est une application utilisée pour créer, modifier et gérer des modèles. Les modèles sont des flux de travail qui relient des séquences d'outils de géotraitement, alimentant la sortie d'un outil dans un autre outil en entrée. ModelBuilder peut également être considéré comme un langage de programmation visuel pour la création de flux de travail. [*Traduit de l'aide logicielle ArcGIS 10.6, ArcGIS Help Library > Analyse > Model Builder > What is ModelBuilder ?*].

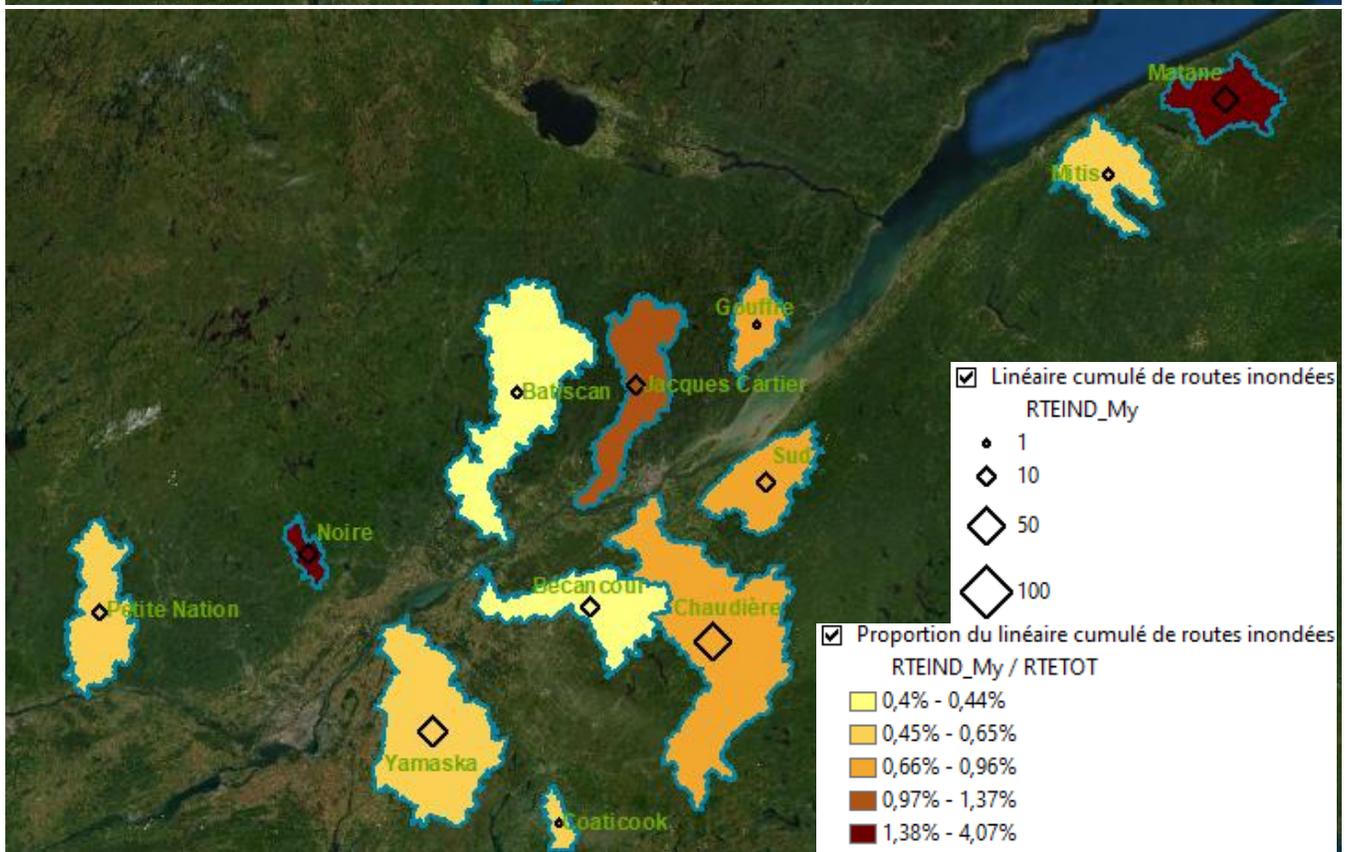
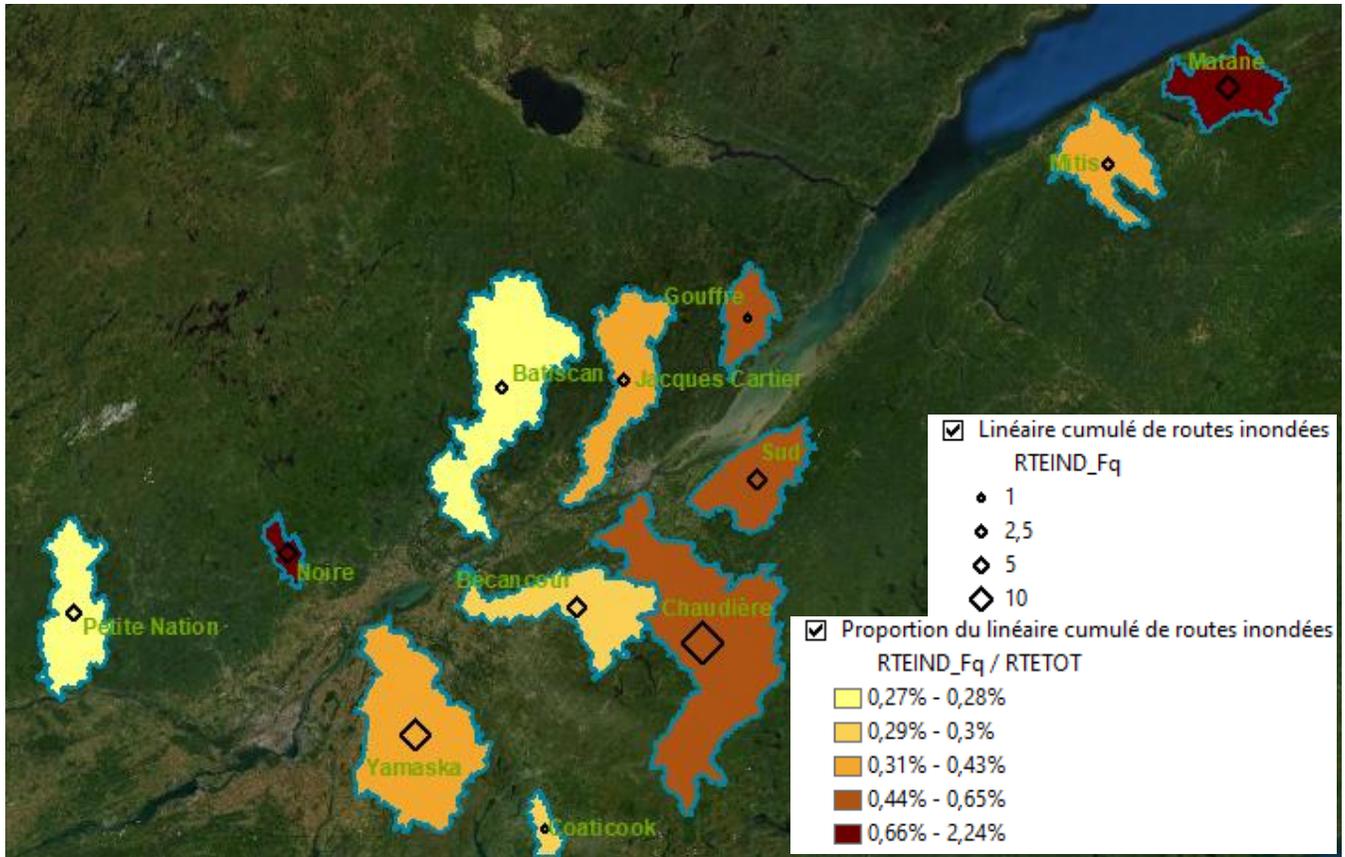
Risque d'inondation : Combinaison de la probabilité d'une inondation et des conséquences négatives potentielles pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées à une inondation. [*Directive inondation 2007/60/CE du 23/10/2007*].

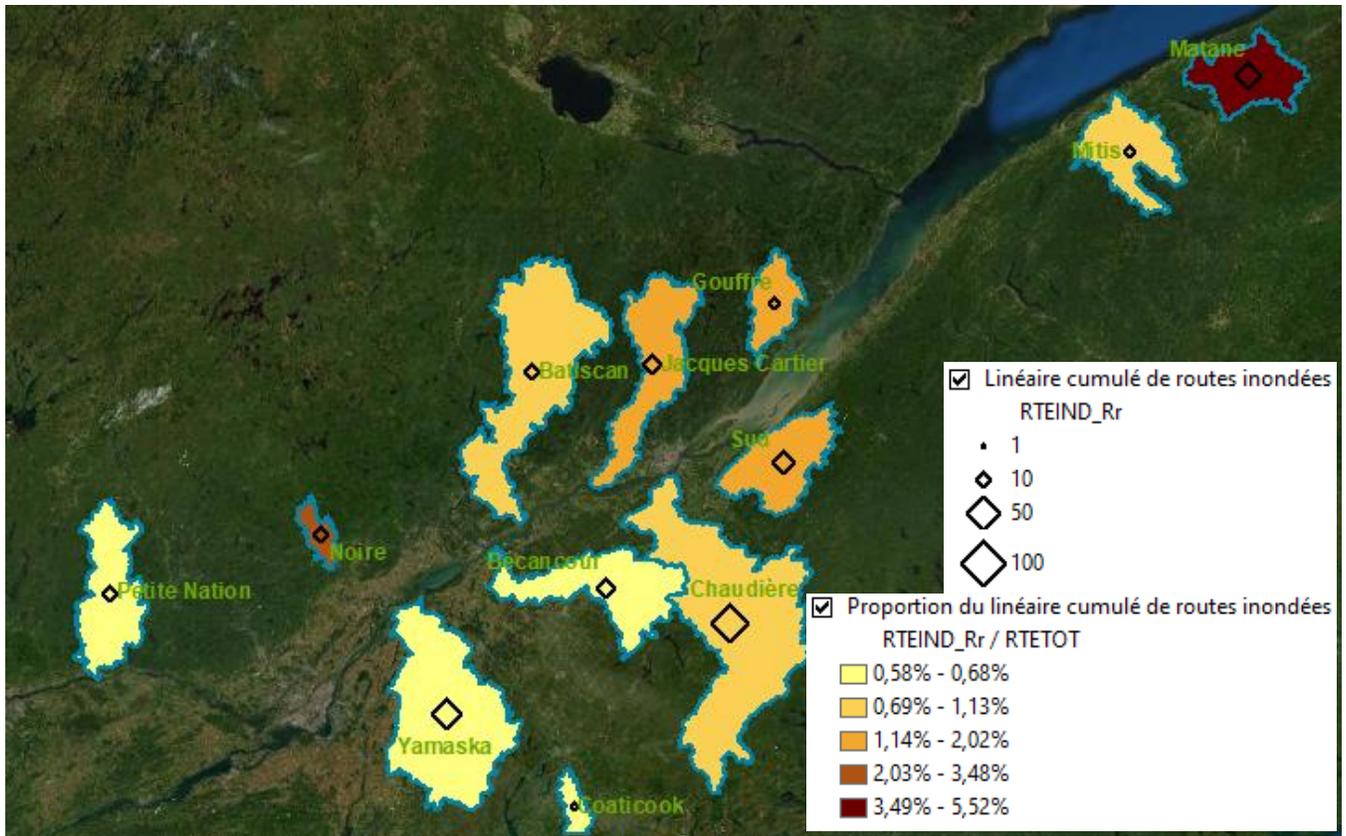
## ANNEXES













## Notice analytique



# UQAR

Université du Québec  
à Rimouski

### MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

**Diplôme(s)**

Ingénieur de l'ENGEES

**Spécialité**

VA suivie : Exploitation et Travaux

**Auteur**

Louis LE BOUTEILER

**Année**

2021

**Titre**

TRAJECTOIRE DU RISQUE INONDATION AU QUÉBEC MÉRIDIONAL : évolution de l'évaluation préliminaire du risque inondation selon l'augmentation des débits spécifiques

**Nombre de pages** 44

texte 39

annexes 5

**Nombre de références bibliographiques** 7

**Structure d'accueil :**

Laboratoire de recherche en géomorphologie et dynamique fluviale – Département de Biologie, Chimie et Géographie – Université du Québec à Rimouski / Rimouski / Québec - CANADA

**Maître de stage**

Professeur Thomas BUFFIN-BÉLANGER

**Résumé**

Ces travaux s'appuient sur la méthode du projet EPRI 2 présentée au Ministère de la Sécurité Publique du Québec en août 2020 et qui consiste à construire 6 indicateurs de vulnérabilité aux inondations. Ces indicateurs sont construits grâce à l'exploitation via SIG de bases de données géolocalisées. 12 bassins versants sont retenus pour ces travaux. Cette analyse a ensuite été approfondie à l'échelle des municipalités pour deux bassins versants sur la base de gammes de 35 débits spécifiques (de 2 à 95 m/s) : l'évolution de la vulnérabilité aux inondations a été analysée et une représentation cartographique a été élaborée.

**Mots-clés**

EPRI ; SIG ; Big Data ; Model Builder ; Risque Inondation (évolution) ; Indicateurs de vulnérabilité