

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

GESTION DES INONDATIONS FLUVIALES À SUSSEX ET SUSSEX CORNER,
NOUVEAU-BRUNSWICK : UNE APPROCHE PAR LE RISQUE

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN GÉOGRAPHIE

PAR

FRANCIS DUHAMEL

7 MAI 2021

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.10-2015). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Ce mémoire est dédié à mes parents, Dominique et Louis, qui m'ont encouragés à suivre mon cœur dans le choix de mes études, qui m'ont procurés tous les moyens pour mener à bien mon parcours académique et qui m'ont toujours apportés un inconditionnel support moral. Je remercie de tout cœur Marie-Pascale, Marilène, Patrick, Ian, Victor, François et Jessika qui sont mes meilleurs amis géographes et qui resteront des amis proches après les études, ainsi que tous les autres étudiants et étudiantes que j'ai croisé sur mon chemin, avec qui j'ai fêté, discuté et appris. Je remercie Charlotte Poirier, ma collègue de travail à l'été 2019, pour son aide sur le terrain et son point de vue sur la méthodologie de mon projet.

Ce mémoire de maîtrise a été réalisé dans le cadre du projet intitulé « Amélioration de la gestion des risques hydroclimatiques à l'échelle des bassins versants » et financé par l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF), par le Fonds en fiducie pour l'environnement du gouvernement du Nouveau-Brunswick et par les fonds de recherches de mes deux directeurs de recherche, Daniel Germain et Guillaume Fortin. J'aimerais remercier le premier pour son partage de connaissances autant dans les cours du baccalauréat que de la maîtrise. Daniel a su diffuser sa passion et ses connaissances sur la géomorphologie et les risques naturels avec brio, ce qui a contribué au développement de ma propre passion pour ces mêmes sujets. Je remercie le second pour son accueil, son amabilité et surtout les opportunités que ma contribution à ses projets m'a procuré, notamment le terrain et le séjour au Nouveau-Brunswick ainsi que

le stage de recherche au sein du Laboclima de l'Universidade Federal do Paraná au Brésil.

Gostaria de agradecer todas as pessoas que me receberam tão bem em Curitiba. Entre elas, os professores Francisco de Assis Mendonça e Leonardo José Cordeiro Santos e os estudantes Isabela, Cynthia, Luciano e principalmente Gabriela e Juliana. Todos vocês foram muito acolhedores e me fizeram descobrir o seu país com os seus olhares geográficos, oferecendo-me desde o primeiro momento suas calorosas amizades, que é típico do seu povo. Vocês são definitivamente amigos para a vida e já estou ansioso pelos nossos inevitáveis encontros.

Merci énormément aux habitants de Sussex et Sussex Corner qui ont participé à cette étude. J'ai la conviction que la concertation active et l'inclusion des citoyens est centrale à la réduction du risque de catastrophe dans les petites communautés.

Je remercie finalement tous les géographes qui m'ont précédés et qui ont contribué à façonner une discipline qui, par sa capacité à saisir simultanément les dimensions physiques et humaines du territoire et leurs relations complexes à travers les nouvelles technologies est, à mon avis, la plus outillée pour faire face aux problématiques contemporaines et futures de nos sociétés dont l'étude nécessitent un regard holistique et multi-scalaire avec des compétences interdisciplinaires.

DÉDICACE

Community resilience cannot exist without human beings because people are the core of the operation of the whole city system. Moreover, people hold the mobilization function of social resources, which can effectively drive the emergence of community

-Bo Meng, Nan Li et Dongping Fang

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	xiii
RÉSUMÉ	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES ET ÉTAT DE L'ART	6
1.1 La vulnérabilité.....	6
1.1.1 Les cadres théoriques	10
1.1.2 La mesure de la vulnérabilité	12
1.1.3 L'échelle d'étude.....	17
1.2 L'aléa	18
1.3 L'exposition.....	19
1.4 La perception du risque	20
1.4.1 Perception ou représentation ?	21
1.4.2 La perception influence-t-elle la vulnérabilité ?	22
1.4.3 Les bases théoriques de la perception du risque	24
1.4.4 Mesure de la perception du risque	25
1.5 Retour sur les considérations théoriques	28
CHAPITRE II RÉGION D'ÉTUDE	29

2.1	Les inondations à Sussex et Sussex Corner	33
2.2	Portrait sociodémographique	35
CHAPITRE III MÉTHODOLOGIE		37
3.1	L'exposition à l'aléa	38
3.2	La vulnérabilité	39
3.2.1	La vulnérabilité individuelle	39
3.2.2	La vulnérabilité socio-économique	45
3.2.3	La vulnérabilité structurelle	47
3.3	Le risque: une approche participative pour la pondération des indicateurs.....	49
3.4	Quantification et cartographie du risque.....	50
CHAPITRE IV RÉSULTATS		51
4.1	La vulnérabilité individuelle.....	51
4.1.1	Régressions logistiques ordinales	55
4.2	Pondération des indicateurs et cartographie des dimensions du risque.....	64
4.2.1	L'exposition à l'aléa.....	65
4.2.2	La dimension individuelle de la vulnérabilité.....	67
4.2.3	La dimension socio-économique de la vulnérabilité.....	68
4.2.4	La dimension structurelle de la vulnérabilité	69
4.3	L'indice global du risque	73
CHAPITRE V DISCUSSION.....		76
5.1	Analyse du risque d'inondation fluviale à Sussex et Sussex Corner.....	76
5.2	Les facteurs de vulnérabilité individuelle.....	79
5.2.1	Les facteurs influençant la perception du risque.....	79
5.2.2	Les facteurs influençant la préparation au risque.....	80
5.2.3	En quoi la perception du risque influence-t-elle l'adoption de mesures de préparation ?.....	82
5.3	La responsabilité du risque	84
5.4	La communication du risque	86
CONCLUSION		90

ANNEXE A CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE DU CERPE	96
ANNEXE B FORMULAIRE DE CONSENTEMENT À LA POPULATION (VERSION FRANÇAISE).....	97
ANNEXE C QUESTIONNAIRE À LA POPULATION (VERSION FRANÇAISE)	101
ANNEXE D FORMULAIRE DE CONSENTEMENT AUX EXPERTS DE LA SÉCURITÉ CIVILE (VERSION FRANÇAISE)	109
ANNEXE E QUESTIONNAIRE AUX EXPERTS DE LA SÉCURITÉ CIVILE (VERSION FRANÇAISE).....	112
RÉFÉRENCES.....	126

LISTE DES FIGURES

Figure 0-1. Adaptation simplifiée du "AR5 conceptual framework" (IPCC, 2014).....	2
Figure 1-1. Cadre conceptuel BBC de Birkmann (2006).....	11
Figure 2-1. Bassin versant de la rivière Kennebecasis.....	29
Figure 2-2. Limites du bassin versant de la haute rivière Kennebecasis et des cinq sous-bassins (Fortin et al., 2019).....	30
Figure 2-3. Vue de la rivière Trout Creek à partir du pont de Post Rd, Sussex Corner	31
Figure 2-4. Hydrogramme pour la station hydrométrique d'Apohaqui (rivière Kennebecasis) couvrant la période de 1961 à 2016.....	32
Figure 2-5. Inondations historiques à Sussex. L'année de l'inondation sur la photo de gauche est inconnue alors que l'image de droite montre l'inondation de 2014..	33
Figure 3-1. Les différentes composantes du risque et les variables associées	38
Figure 3-2. Localisation des six zones géographiques (A à F) visitées lors de la passation des questionnaires	42
Figure 4-1. Facteurs en sortie de l'analyse factorielle et leurs items.....	53
Figure 4-2. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la perception sur les variables « statut » et « expérience d'inondation ».....	55

- Figure 4-3. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la perception du locus de contrôle sur les variables « zone », « préparation personnelle », « préparation structurelle » et « préparation » 56
- Figure 4-4. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la perception affective selon les variables « expérience d'inondation », « ancienneté » et « préparation » 57
- Figure 4-5. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la perception cognitive selon les variables « expérience d'inondation », « ancienneté » et « préparation » 58
- Figure 4-6. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la préparation au risque selon les variables « zone », « âge », « finance » et « expérience d'inondation » 59
- Figure 4-7. Diagramme à boîte à moustache du nombre de mesures préparatoires adoptées selon l'expérience d'inondation 60
- Figure 4-8. Histogramme de fréquence du nombre de mesures de préparation adoptées par le répondant selon la zone géographique 60
- Figure 4-9. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la préparation personnelle au risque selon les variables « zone », « expérience d'inondation », « finance » et « préparation simple » 61
- Figure 4-10. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinal de la préparation personnelle au risque selon la variable « perception du locus de contrôle » 62
- Figure 4-11. Effet prédictif du modèle de régression logistique ordinaire de la préparation structurelle selon les variables « finance » et « perception du locus de contrôle » 63
- Figure 4-12. Effet prédictif du modèle de régression logistique ordinaire de la préparation structurelle selon les variables « zone », « âge », « Occupation » et « Statut » 63

Figure 4-13. Exposition des bâtiments de Sussex aux inondations fluviales - Cote de récurrence de 20 ans.....	65
Figure 4-14. Exposition des bâtiments de Sussex aux inondations fluviales - Cote de récurrence de 100 ans.....	66
Figure 4-15. Exposition des bâtiments de Sussex Corner aux inondations fluviales - Cote de récurrence de 20 ans	66
Figure 4-16. Exposition des bâtiments de Sussex Corner aux inondations fluviales - Cote de récurrence de 100 ans	67
Figure 4-17. Évaluation de la vulnérabilité socio-économique à l'échelle du bâtiment à Sussex - Cote de récurrence de 100 ans	68
Figure 4-18. Évaluation de la vulnérabilité socio-économique à l'échelle du bâtiment à Sussex Corner - Cote de récurrence de 100 ans	69
Figure 4-19. Accessibilité des bâtiments pour les véhicules d'urgence à Sussex - Cote de récurrence de 100 ans	70
Figure 4-20. Accessibilité des bâtiments pour les véhicules d'urgence à Sussex Corner - Cote de récurrence de 100 ans	71
Figure 4-21. Évaluation de la vulnérabilité structurelle aux inondations à Sussex - Cote de récurrence de 20 ans	71
4-22. Évaluation de la vulnérabilité structurelle aux inondations à Sussex - Cote de récurrence de 100 ans.....	72
Figure 4-23. Évaluation de la vulnérabilité structurelle aux inondation à Sussex Corner - Cote de récurrence de 20 ans	72
Figure 4-24. Évaluation de la vulnérabilité structurelle aux inondation à Sussex Corner - Cote de récurrence de 100 ans	73

Figure 4-25. Évaluation du risque à l'échelle du bâtiment à Sussex - Cote de récurrence de 20 ans.....	74
Figure 4-26. Évaluation du risque à l'échelle du bâtiment à Sussex - Cote de récurrence de 100 ans.....	74
Figure 4-27. Évaluation du risque à l'échelle du bâtiment à Sussex Corner - Cote de récurrence de 20 ans.....	75
Figure 4-28. Évaluation du risque à l'échelle du bâtiment à Sussex Corner - Cote de récurrence de 100 ans.....	75
Figure 5-1. Comparaison des indices des différentes dimensions du risque entre deux bâtiments – Cote de récurrence de 100 ans.....	78
Figure 5-2. Relation entre la perception et la préparation au risque d'inondation - adaptation du « Triangle of flood risk perception » de Lechowska (2018)	82

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1. Augmentation prévue des débits de crue due aux changements climatiques pour trois petits affluents de la rivière Kennebecasis. Source : R.V. Anderson Associates Limited, 2016.....	34
Tableau 3-1. Justification, source et variables utilisées pour la vulnérabilité individuelle	44
Tableau 3-2. Justification, source et format des variables de la vulnérabilité socio-économique	46
Tableau 3-3. Justification, source et variables utilisées pour la vulnérabilité structurelle	48
Tableau 4-1. Profil des répondants pour les zones inondables à Sussex et Sussex Corner	52
Tableau 4-2. Résultats du test de Goodman-Kruskal.....	54
Tableau 4-3. Renseignement des experts ayant répondu au questionnaire.....	64
Tableau 4-4. Pondération issue du PAH des dimensions et indicateurs de la vulnérabilité.....	64

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

AIC	Critère d'information d'Akaike
AMC	Analyse Multicritère
AD	Aire de diffusion
BBC	Bogardi, Birkmann & Cardona
DOPU	<i>drop-off and pick-up</i>
AFE	Analyse Factorielle Exploratoire
GNB	Gouvernement du Nouveau-Brunswick
HEC-RAS	<i>Hydrologic Engineering Centers River Analysis System</i>
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LiDAR	<i>Light Detection and Ranging</i>
MNT	Modèle Numérique de Terrain
PAH	Processus Analytique Hiérarchique
PAR	<i>Pressure And Release</i>
SIG	Système d'information géographique

RÉSUMÉ

Les changements climatiques à venir induiront vraisemblablement une augmentation des inondations dans le sud du Nouveau-Brunswick et les coûts qui y sont associés, de même que les conséquences traumatiques sur les individus qui les subissent. Le risque se manifeste lorsqu'il y a une inondation (aléa), des éléments exposés et une population touchée (vulnérabilité) par cet aléa.

Ce mémoire explore l'approche par le risque, en considérant autant les dimensions physique et humaine du phénomène afin de produire une analyse plus réaliste et adéquate du risque. Pour ce faire, l'exposition a été conjuguée à la vulnérabilité, laquelle a été abordée de manière multidimensionnelle, c'est-à-dire à travers la prise en compte des aspects socio-économiques, structurels (du bâtiment) et individuels. Tous ces éléments ont été combinés dans une analyse multi-critère afin d'élaborer un indice global du risque visualisable à l'échelle du bâtiment. L'importance relative des indicateurs a été déterminée à l'aide d'un processus participatif impliquant des experts dans le domaine de la sécurité civile et des inondations à l'échelle locale et nationale. La zone étudiée concerne Sussex et Sussex Corner, deux petites communautés fortement touchées par les inondations particulièrement depuis 10 ans.

Une attention particulière a été accordée à la vulnérabilité individuelle, incluant la perception et la préparation face au risque d'inondation. Ces aspects ont été étudiés directement avec les populations locales à l'aide d'un questionnaire. Les analyses qualitative et quantitative des réponses obtenues ont permis de mieux comprendre les enjeux de perception et de préparation des populations exposées aux inondations. Ces données devraient permettre d'améliorer d'une part, la communication du risque entre les autorités concernées et les populations exposées et, d'autre part, favoriser la mise en place de mesures adaptées et ainsi accentuer une gestion participative de type ascendante. L'intégration des données dans un système d'information géographique permet de visualiser et spatialiser le risque, mais aussi chacune de ses composantes.

Mots clés : inondation, risque, vulnérabilité, perception, approche participative, Nouveau-Brunswick

ABSTRACT

The ongoing climate change will likely lead to increased flooding in southern New Brunswick and associated costs, as well as traumatic consequences for the individuals who experience them. The risk manifests itself when there is a flood (hazard), elements exposed and a population affected (vulnerability) by this hazard.

This thesis explores the risk-based approach, considering both the physical and human dimensions of the phenomenon in order to produce a more realistic and adequate analysis of the risk. To do this, exposure was combined with vulnerability, which was approached in a multidimensional way, that is to say through the consideration of socioeconomic, structural (building) and individual aspects. All of these elements were combined in a multi-criteria analysis to develop an overall risk index viewable at building scale. The relative importance of the indicators was determined through a participatory process involving experts in the field of civil protection and flooding at the local and national levels. The area studied concerns Sussex and Sussex Corner, two small communities heavily affected by flooding for the past 10 years.

Particular attention was given to individual vulnerability, including perception and preparation for the risk of flooding. These aspects were studied directly with the local populations using a questionnaire. The quantitative and qualitative analysis of the responses obtained made it possible to better understand the issues of perception and preparation of populations exposed to floods. These data should make it possible to improve, on the one hand, risk communication between the authorities concerned and the exposed populations and, on the other hand, encourage the implementation of appropriate measures and thus accentuate bottom-up participatory management. The integration of data into a geographic information system makes it possible to visualize and spatialize the risk, but also each of its components.

Keywords: flood, risk, vulnerability, perception, participatory approach, New Brunswick

ABSTRATO

As mudanças climáticas em curso provavelmente levarão ao aumento das inundações no sul de New Brunswick e de seus custos associados, bem como à consequências traumáticas para os indivíduos que as vivenciam. O risco se manifesta quando há um evento de inundação (perigo), associado à elementos expostos e uma população afetada (vulnerabilidade) por este perigo.

Esta pesquisa explora a abordagem baseada no risco, considerando as dimensões física e humana do fenômeno, a fim de produzir uma análise mais realista e adequada do risco. Para tanto, aliou-se a exposição à vulnerabilidade, a qual foi abordada de forma multidimensional, ou seja, considerando aspectos socioeconômicos, estruturais (edificação) e individuais. Tais elementos foram combinados em uma análise multicritério, de modo a desenvolver um índice de risco geral visível em escala de construção. A importância relativa dos indicadores foi determinada através de um processo participativo envolvendo especialistas locais e nacionais da área de proteção civil e inundações. As áreas estudadas referem-se a duas pequenas comunidades fortemente afetadas por inundações nos últimos 10 anos: Sussex e Sussex Corner.

Foi dada especial atenção à vulnerabilidade individual, incluindo a percepção e preparação para o risco de inundações. Tais aspectos foram estudados diretamente com as populações locais por meio de um questionário. A análise quantitativa e qualitativa das respostas obtidas permitiu compreender melhor as questões de percepção e preparação das populações expostas às inundações. Estes dados devem, por um lado, permitir a melhoria da comunicação sobre o risco entre as autoridades competentes e as populações expostas e, por outro, incentivar a implementação de medidas adequadas e, assim, enfatizar a gestão participativa ascendente. A integração dos dados em um sistema de informações geográficas permite visualizar e espacializar o risco, mas também cada um de seus componentes.

Palavras-chave: inundação, risco, vulnerabilidade, percepção, abordagem participativa, New Brunswick

INTRODUCTION

Les inondations représentent l'aléa naturel avec la fréquence la plus élevée et la plus large répartition géographique à l'échelle planétaire (United Nations Office for Disaster Risk Reduction [UNISDR], 2017). La situation est similaire au Canada (Sécurité publique Canada, 2019), de même que dans plusieurs provinces comme le Québec et le Nouveau-Brunswick (Fortin et al., 2018). En effet, au Nouveau-Brunswick les inondations ont été particulièrement dommageable au cours de la dernière décennie (Fortin et al., 2019), notamment dans le bassin versant du fleuve Saint-Jean avec des événements majeurs survenus en 2010, 2014, 2017 et 2018. Cette dernière inondation a d'ailleurs endommagé plus de 12 000 propriétés et généré plus de 75 millions de dollars en dommages (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2018). Ces chiffres ne prennent toutefois pas en considération les conséquences psychologiques et émotionnelles des victimes.

Les changements climatiques en cours et à venir permettent d'anticiper une hausse des événements météorologiques extrêmes (Easterling, 2000; Peduzzi et al., 2013; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2012), et ceux-ci auront vraisemblablement des impacts significatifs sur les régimes hydrologiques (El-Jabi et al., 2016; Li & Jin, 2017; Nigatu et al., 2016). On est alors en droit de s'attendre à une fréquence accrue des inondations (Aubrecht et al., 2013; Hirabayashi & Kanae, 2009). Dans le sud du Nouveau-Brunswick, il est mentionné que les changements climatiques favoriseront une augmentation significative des événements à haute fréquence – les

inondations avec une période de retour inférieure à 2 ans – et une augmentation moindre des évènements à faible fréquence (100 ans) (El-Jabi et al., 2016). De plus, tout porte à croire que les périodes de redoux et les précipitations liquides augmenteront pendant les mois d'hiver (Il Jeong & Sushama, 2018), ce qui suscitera des débits de pointe hivernaux plus élevés (Beltaos & Burrell, 2003; Fortin et al., 2019) et de manière générale une augmentation probable des inondations futures avec une augmentation de l'intensité des précipitations de 20% pour 2100 par rapport aux données historiques (R.V. Anderson Associates Limited, 2016). Face à l'augmentation des conséquences économiques et sociales qui pourraient en découler, les gouvernements et les municipalités se doivent d'adopter des plans de prévention adaptés aux changements hydrologiques anticipés et développer des outils robustes et fiables pour la réduction du risque d'inondation.

Selon l'IPCC, le concept de risque est issu de la combinaison d'un aléa (évènement) climatique ou météorologique, l'exposition d'une population à cet aléa et sa vulnérabilité (IPCC, 2012, 2014) (voir figure 0-1).

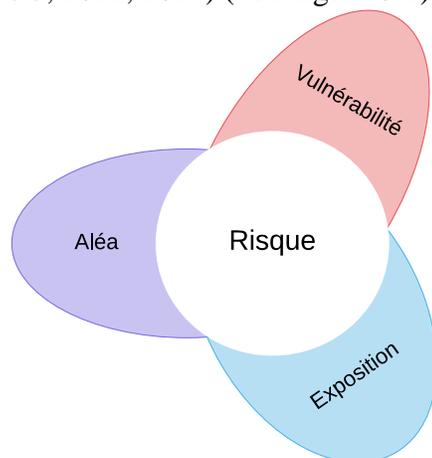


Figure 0-1. Adaptation simplifiée du "AR5 conceptual framework" (IPCC, 2014)

Afin de représenter adéquatement le risque, la composante humaine doit donc être considérée de manière complémentaire aux composantes environnementales (Birkmann, 2006; Brito & Evers, 2017; Cutter & Finch 2008; Dwyer et al., 2014; Veyvret & Reghza, 2006; Jongman et al., 2015). Par conséquent, la mise en œuvre réussie d'une stratégie de gestion du risque nécessite la prise en compte des facteurs sociaux, lesquels influent directement sur la gouvernance du risque (Maidl & Buchecker, 2015). En effet, la gestion du risque vue sous l'angle des quatre composantes de la sécurité civile, à savoir la prévention, la préparation, l'intervention et le rétablissement (Gouvernement du Québec, 2002), se doit d'être une responsabilité partagée entre les décideurs, les experts et la société civile afin d'être la plus efficace possible (Henstra et al., 2018; Maidl & Buchecker, 2015).

Les sciences humaines sont d'ailleurs de plus en plus pertinentes dans la gestion des risques naturels. En effet, malgré l'avancement des technologies et des connaissances portant sur plusieurs aléas, les conséquences désastreuses des événements météorologiques proviennent plutôt du niveau de vulnérabilité préexistante des individus et collectivités exposées (Veyvret & Reghezza, 2006; Ministère de la Sécurité Publique [MSP], 2008). La vulnérabilité est alors définie comme étant:

« ... la prédisposition des éléments exposés à l'aléa, tel que les êtres humains, leurs moyens de subsistance et leurs ressources, à subir des effets négatifs lorsqu'ils sont impactés par cet aléa (...). La vulnérabilité est liée aux prédispositions, susceptibilités, fragilités, faiblesses, lacunes ainsi qu'au manque de capacité d'adaptation qui favorisent les effets néfastes sur les éléments exposés. » (IPCC, 2012; p.69).

Étudier la vulnérabilité de manière multidimensionnelle, multidisciplinaire, multi-scalaire, en considérant sa variabilité dans le temps et sa répartition dans l'espace à l'échelle la plus fine possible, tout en considérant les interrelations entre la perception et la préparation face à l'aléa inondation, permet d'avoir une meilleure analyse du risque. L'objectif général de ce projet de recherche consiste à produire une analyse du risque d'inondation par le truchement d'une approche participative en visant la population exposée dans les milieux résidentiels et l'expertise de spécialistes de la sécurité civile. Pour ce faire, trois objectifs complémentaires sont poursuivis afin de répondre à différentes questions de recherche :

Objectif 1 : Évaluer et caractériser la vulnérabilité individuelle, soit la perception et la préparation des citoyens face au risque d'inondation.

Question 1.1 Quels sont les facteurs qui influencent la vulnérabilité individuelle ?

Question 1.2 En quoi la perception du risque influence-t-elle l'adoption de mesures de préparation ?

Objectif 2 : Produire un portrait exhaustif de la vulnérabilité des communautés de Sussex et Sussex Corner.

Question 2.1 Comment les différentes dimensions étudiées de la vulnérabilité (individuelle, socio-économique, structurelle) influent-elles sur l'élaboration d'un indice global de vulnérabilité ?

Objectif 3 : Cartographier le risque d'inondation à l'échelle du bâtiment pour les agglomérations étudiées.

Question 3.1 Comment les différentes composantes du risque sont-elles distribuées dans l'espace ?

Question 3.2 Cette approche par la vulnérabilité apporte-t-elle vraiment une meilleure analyse du risque ?

Les agglomérations étudiées sont Sussex et Sussex Corner, deux communautés voisines situées dans le sud du Nouveau-Brunswick, et aux prises avec des inondations récurrentes et coûteuses, notamment ces dernières années. L'étude de la perception et la préparation face au risque d'inondation permettra de dresser un portrait exhaustif de la vulnérabilité de la population, et donc d'améliorer notre compréhension du risque. Enfin, il est souhaité que ces résultats permettent également une préparation et une intervention plus efficace en cas d'inondation pour les communautés étudiées.

CHAPITRE I

CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES ET ÉTAT DE L'ART

Dans ce chapitre, les considérations théoriques et l'état de l'art par rapport aux différents concepts liés au risque seront explorés. Une attention particulière est attribuée aux concepts de vulnérabilité et de perception du risque, ainsi qu'aux approches et techniques de mesure.

1.1 La vulnérabilité

La vulnérabilité n'a toujours pas de définition consensuelle dans le domaine scientifique, notamment due à la pluralité des disciplines qui emploie ce terme. En effet, chaque discipline a développé un aspect spécifique de la vulnérabilité comme les dimensions physiques, économiques, sociales et environnementales. Cela a donc pour résultat d'en diminuer l'efficacité et la transférabilité (Birkmann, 2006; IPCC, 2012).

La vulnérabilité a d'abord été introduite par les sciences sociales, en réponse à la vision orientée purement sur l'aléa dans les années 1970. L'étude de la vulnérabilité comme mesure de réduction du risque a donc évolué de manière parallèle, et parfois en opposition, au paradigme dominant basé sur les interventions techniques dans les

années 1980 (Birkmann, 2006). Le concept a ensuite évolué dans plusieurs directions en fonction de l'objet d'étude et de la discipline concernée (Cardona, 2013). Il existe aujourd'hui à tout le moins cinq dimensions de la vulnérabilité :

- (i) La dimension physique ou fonctionnelle de la vulnérabilité : « *Within the environmental dimension, physical aspects refer to a location specific context for human-environment interaction (Smithers and Smit, 1997) and to the material world (e.g. built structures)* » (IPCC, 2012; p.77). La dimension physique a donc beaucoup de similitude avec le terme exposition qui sera abordé plus loin dans ce chapitre. Parfois appelée vulnérabilité du bâtiment (Birkmann et al., 2013), la dimension physique de la vulnérabilité concerne les prédispositions d'un bien physique anthropique à subir des dommages à cause d'un aléa (IPCC, 2012).
- (ii) La dimension économique : les auteurs qui s'intéressent à la dimension économique de la vulnérabilité vont s'intéresser aux « perturbations de la capacité de production d'un système liées aux dommages matériels qu'engendre un aléa » (Birkmann et al., 2013; p.200).
- (iii) La dimension sociale ou socio-économique : cette dimension s'attarde à « la propension au bien-être humain à être perturbé au niveau individuel (santé mentale et physique) et collectif (santé, services éducatifs, etc.) (...) » (Birkmann et al., 2013; p.200). La vulnérabilité socio-économique étudie donc les individus, les systèmes sociaux et leurs caractéristiques (genre, marginalisation de groupes sociaux, etc.) (Birkmann et al., 2013; Cutter et al., 2003).
- (iv) La dimension environnementale ou écologique : elle concerne le rôle des écosystèmes, leur dégradation face au risque et l'impact subséquent sur la qualité

de vie des humains (MSP, 2008). Elle désigne également l'interrelation entre différents écosystèmes et leur capacité à faire face à des perturbations, à se remettre de dégradations ou d'une diminution des ressources et à tolérer des pressions naturelles ou anthropiques dans le temps et dans l'espace (IPCC, 2012). Les pressions précédemment mentionnées sont plus souvent qu'autrement de sources anthropiques. Les indicateurs de vulnérabilité environnementales sont, par exemple, l'utilisation de fertilisants, la déforestation, la dénudation des pentes, l'agriculture intensive, etc. (Barnet et al., 2008).

- (v) La dimension institutionnelle ou politique : elle réfère aux entités de gouvernance et en leur la capacité de mettre en place des actions de mitigation de manière formelle (légale) ou informelle (Birkmann et al., 2013).

La dimension culturelle est également mentionnée. Elle fait référence au potentiel de dommages immatériels, elle touche la signification attribuée aux objets et paysages urbains ou naturels (Birkmann et al., 2013). Le point commun de toutes ces approches réside dans le fait qu'elles font référence aux conditions préalables qui rendent un individu ou un système susceptible à subir un préjudice à la suite d'un aléa (choc externe). En revanche, chacune de ces approches et définitions de la vulnérabilité diffère les unes des autres, puisque l'explication de la susceptibilité dépend du type d'aléa, de l'échelle considérée, des facteurs de vulnérabilité et de la situation spécifique à l'emplacement (Müller et al., 2011).

Or, la définition qui semble être la plus inclusive est la suivante :

...la prédisposition des éléments exposés à l'aléa, tel que les êtres humains, leurs moyens de subsistance et leurs ressources, à subir des effets négatifs lorsqu'ils sont impactés par cet aléa (...). La vulnérabilité est liée aux prédispositions, susceptibilités, fragilités, faiblesses, lacunes ainsi qu'au manque de capacité

d'adaptation qui favorisent les effets néfastes sur les éléments exposés (IPCC, 2012; p.69).

La susceptibilité ou sensibilité est la prédisposition d'éléments à risque de subir des dommages (Birkmann et al., 2013). La capacité d'adaptation est l'aptitude d'un système à s'ajuster aux perturbations, à diminuer les dommages potentiels et à faire face aux conséquences des transformations qui se produisent (Gallopín, 2006). Elle se mesure avec « la somme ou la combinaison de toutes les forces et ressources disponibles au sein d'une collectivité, d'une société ou d'une organisation qui peuvent concourir à la réduction des risques ou des conséquences découlant de la manifestation d'un aléa » (MSP, 2008). Deux éléments également exposés mais avec des susceptibilité et des capacités d'adaptation différentes ne seront pas autant vulnérables. La vulnérabilité est préexistante à l'évènement qui induit le risque, mais également liée au relèvement post-catastrophe. En ce sens, elle devrait donc inclure la résilience qui est la capacité d'un individu, d'une communauté ou d'un système humain à absorber les changements dus à l'occurrence d'un aléa ou d'une perturbation, à se réorganiser et à retrouver son état social, structurel, économique, politique, etc., initial ou un état proche de sa configuration pré aléa (IPCC, 2018). La vulnérabilité se doit donc d'être étudiée de manière multidimensionnelle, multi-scalaire et dynamique.

- (i) Multidimensionnelle car toutes les dimensions (économiques, sociales, physiques, etc.) doivent être incluses et ce, de manière à représenter le plus adéquatement possible la réalité (Godfrey et al., 2015; IPCC, 2012).
- (ii) Multi-scalaire car la vulnérabilité d'un système ou d'une société n'est pas la même que celle de la région, du ménage ou de l'individu (Birkmann, 2007). La vulnérabilité est souvent augmentée par des événements non extrêmes, mais très récurrents qui sont rarement visibles au niveau national ou régional, mais qui le

sont au niveau local et individuel (Field et al., 2012). Certains auteurs mentionnent que l'échelle du bâtiment est celle qui offre une évaluation la plus précise du niveau de risque pour la population (Aubrecht et al., 2013; Balica et al., 2009; Fortin et al., 2020; Koks et al., 2014; Merz et al., 2007).

- (iii) Dynamique car la vulnérabilité change selon la temporalité considérée ou observée selon des facteurs physiques, sociaux, économiques et environnementaux (de Vries, 2007). À titre d'exemple, la vulnérabilité diffère grandement si les gens sont présents à leur domicile ou au travail, si la catastrophe survient le jour ou la nuit, à différents moments de l'année ou d'année en année selon la mobilité des personnes et la modification du cadre bâti (Aubrecht et al., 2013; Cutter & Finch, 2008). Elle change également selon le degré et la durée de l'exposition à l'aléa.

1.1.1 Les cadres théoriques

Plusieurs cadres théoriques existent dans l'étude de la vulnérabilité, dont le cadre théorique de la structure double de la vulnérabilité (*double structure of vulnerability*), le cadre théorique de la subsistance durable (*sustainable livelihood framework*), le modèle PAR « *pressure and release* » et l'approche BBC « *Bogardi, Birkmann & Cardona* ». Le cadre théorique de la structure double de la vulnérabilité divise le concept en vulnérabilité interne – la capacité à anticiper, gérer, résister et récupérer de l'impact d'un aléas – et vulnérabilité externe correspondant à l'exposition aux risques (Bohle, 2001). Le cadre théorique de la subsistance durable (*sustainable livelihood framework*) met l'emphase sur les moyens de subsistance (actifs matériels et immatériels) et la durabilité (capacité à faire face aux stress et aux chocs et de s'en remettre), qui peuvent s'apparenter à la résilience (définie plus tôt), pour mieux agir sur les structures sociétales (gouvernements, secteurs privés, groupes marginalisés)

afin de réduire la vulnérabilité (Birkmann, 2006; Chambers & Conway, 1992; UK DFID, 2001). Le modèle PAR considère le risque comme le produit de l'aléa et la vulnérabilité. Le risque est alors déterminé par les processus de gouvernance économique, démographique et politique, et tous les processus qui transforment les effets de cette gouvernance en conditions d'insécurité. Celles-ci représentent la vulnérabilité humaine exprimée dans le temps et l'espace (Wisner et al., 2003). Toutes ces approches proposent néanmoins une vision globale du risque. Plusieurs auteurs soulignent d'ailleurs l'importance d'inclure des caractéristiques générales comme la vulnérabilité structurelle (politique/institutionnel), les taux d'urbanisation (Cutter et al., 2003), la globalisation et les changements climatiques (O'Brien & Leichenko, 2000). L'approche BBC vise à lier la vulnérabilité, la sécurité et le développement durable en un seul cadre conceptuel (Birkmann, 2006; figure 1-1).

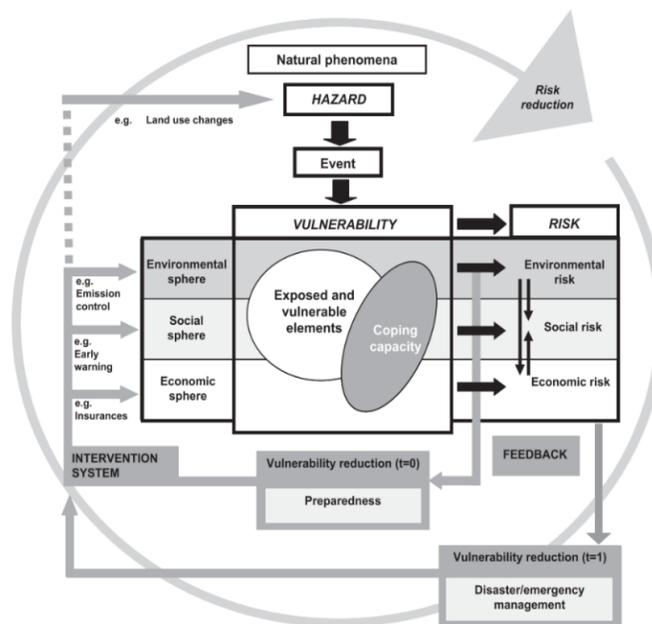


Figure 1-1. Cadre conceptuel BBC de Birkmann (2006)

Elle se veut moins abstraite et plus adaptée aux besoins réels de la sécurité civile en matière de réduction de la vulnérabilité. Selon ce cadre théorique, les conditions de vulnérabilité dépendent d'une part, de l'exposition et de la susceptibilité d'éléments physiques dans les zones à risque et, d'autre part, de la fragilité socio-économique et du manque de résilience sociale et de capacité à faire face au risque. Les auteurs considèrent alors le risque comme le couplage des dommages physiques potentiels, déterminés par la sensibilité des éléments du cadre bâti en fonction de l'intensité et l'occurrence d'un aléa, et du facteur d'impact correspondant aux fragilités socio-économiques et au manque de résilience. Enfin, on propose ici que la réduction de la vulnérabilité doit accorder une importance particulière à la préparation plutôt qu'à la gestion des urgences et autres interventions en cas de catastrophe (Birkmann, 2006).

1.1.2 La mesure de la vulnérabilité

La méthode la plus utilisée pour mesurer la vulnérabilité consiste à créer un indice à partir de plusieurs variables et indicateurs (i.e., Adger et al., 2004; Balica et al., 2009; Balica et al., 2012; Barnet et al., 2008; Brito & Evers, 2016; Brooks et al., 2005; Cutter et al., 2003; Cutter & Finch, 2008; Fekete, 2009, 2012; Godfrey et al., 2015; Haki et al., 2004; Kappes et al., 2012; Koks et al., 2014; Mitchel & Scott, 2000; Müller et al., 2011; Tate, 2012; Thomas et al., 2012; Rufat et al., 2015). Il s'agit de choisir les variables qui définissent et influencent les vulnérabilités spécifiques de la région d'étude puis de les transformer en indicateurs mesurables (Raghavan Sathyan et al., 2018). Pour Birkmann, un indicateur se définit comme : « *an operational representation of a characteristic or quality of a system able to provide information regarding the susceptibility, coping capacity and resilience of a system to an impact of an albeit ill-defined event linked with a hazard of natural* » (Birkmann, 2007; p.87).

Cette approche a l'avantage d'être facilement compréhensible par les décideurs (Ciurean et al., 2013; Godfrey et al., 2015), surtout quand le problème est multidimensionnel (Raghavan Sathyan et al., 2018). L'enjeu autour de cette approche est lié à la subjectivité du choix des indicateurs de même que leur importance relative. À cet égard, plusieurs auteurs utilisent la méthode de la pondération équivalente (Rufat et al., 2015), ce qui néglige les relations potentielles entre les indicateurs (De Brito et al., 2018; Tate, 2012) ou le fait que certains indicateurs puissent introduire une plus grande vulnérabilité que d'autres (Fekete, 2012; Tate, 2012). En plus, cette approche ne considère pas le fait que chaque territoire est unique et que l'importance des indicateurs est susceptible de varier selon les réalités locales (Müller et al., 2011). Enfin, il convient de mentionner que le choix des indicateurs et leur pondération respective influencent grandement les résultats (Tate, 2012), d'où l'importance de rappeler l'objectif ultime qui consiste à réduire la vulnérabilité (Birkmann, 2005). Pour mener à bien la méthode par indicateur, il faut (i) choisir une approche et (ii) effectuer l'analyse multicritère.

1.1.2.1 Les différentes approches

Il existe principalement deux types d'approches pour choisir les indicateurs et leur poids respectif : (i) les approches inductives et (ii) les approches déductives (Batista, 2014; Fernandez et al., 2016; Hinkel, 2011; Dewan, 2013; Niemeijer, 2002; Niemeijer & Groot, 2008; Tate, 2012).

Les approches inductives sont uniquement centrées sur le traitement statistique des données. Elles consistent à choisir un large éventail de variables initiales (généralement > 20) pour ensuite en réduire le nombre selon les corrélations entre elles (Adger et al., 2004; Tate, 2012). Elles sont dites inductives car l'on part du particulier pour en arriver à des conclusions générales. Par exemple, si des données montrent que la mortalité due

aux vagues de chaleur est plus élevée dans les quartiers à faible revenu, la variable faible revenu peut donc indiquer potentiellement une vulnérabilité aux vagues de chaleur (Hinkel, 2011). D'un point de vue statistique, l'analyse en composantes principales (ACP) ou l'analyse factorielle est habituellement utilisée. On sélectionne ainsi les variables de vulnérabilité ainsi que leur pondération en fonction de la variance expliquée dans les composantes ou les facteurs sélectionnés (Cutter et al., 2003). On peut ensuite créer des indices de vulnérabilité sociale à partir de méthodes inductives tel que l'indice de vulnérabilité sociale (Cutter et al., 2003). Les variables qui proviennent de sources différentes et qui sont composées de différents types de données (âge, salaire, taille du ménage, etc.) doivent être normalisées. Les approches inductives utilisent généralement une méthode de normalisation dont la valeur moyenne est nulle (0) et l'écart type de un (1), ce qui s'avère particulièrement utile en présence de valeurs extrêmes (Baptista, 2014).

L'approche déductive, par comparaison à l'approche inductive, est plus adaptée à des situations où le nombre de variables est faible (Baptista, 2014). Elle repose sur des connaissances préexistantes pour arriver à une conclusion spécifique. Par exemple, la littérature nous renseigne à l'effet que la participation à des activités politiques est importante pour réduire la pauvreté; il est alors possible d'en déduire que les variables mesurant la non-participation à la politique permettent d'estimer la pauvreté (Hinkel, 2011). Dans certains cas, le choix et la pondération des variables sont faits à partir d'un cadre théorique préexistant et issu de la littérature scientifique (Balica et al., 2012). Or, se fier uniquement à la littérature peut s'avérer inadéquat puisque la vulnérabilité est spécifique à un endroit précis et une population donnée. Ainsi, les jugements d'experts dans le domaine et la réalité géographique sont sollicités selon une approche participative pour identifier et sélectionner les variables pertinentes (Tate, 2012). Celles-ci sont aussi normalisées mais plutôt à travers une transformation basée sur le minimum et le maximum (entre 0 et 1) (Baptista, 2014).

1.1.2.2 L'approche déductive participative

L'approche participative ou la modélisation participative désigne la participation d'experts et décideurs dans une ou plusieurs étapes du processus de modélisation. Elle est d'ailleurs très utilisée et d'une grande importance dans l'évaluation des impacts environnementaux et les études reliées à la gestion des ressources en eau (Hare, 2011). Les principaux avantages de l'approche participative sont résumés ci-dessous :

- Elle comble le fossé entre les modélisateurs et les utilisateurs de même qu'entre la science et la politique (Barthel et al., 2017);
- Les praticiens sont impliqués dans le processus de création d'un indice de vulnérabilité et sont ainsi plus enclins à l'incorporer dans les décisions politiques (De Brito et al., 2018; Hare, 2011);
- Elle procure une compréhension plus approfondie des conditions à l'échelle locale (Müller et al., 2011) et permet d'aboutir à une évaluation fine de la vulnérabilité de la population. Les experts étant généralement sélectionnés pour leurs bonnes connaissances des caractéristiques du risque dans la zone étudiée (Tanguy, 2016);
- Elle est transdisciplinaire (Müller et al., 2011), ce qui va de pair avec le cadre théorique de l'approche holistique de l'appréhension du risque et de la vulnérabilité, selon lequel les variables doivent permettre de mesurer la vulnérabilité d'un point de vue global et multidisciplinaire (Birkman, 2006);
- Elle permet d'accroître la crédibilité et l'acceptabilité des résultats de la recherche (Brito et al., 2018; Müller et al., 2011);

- Elle considère les connaissances dépassant les limites d'une organisation et, par conséquent, favorise une compréhension plus large et systémique du problème ce qui permet à son tour de concevoir des modèles de vulnérabilité plus efficaces (Müller et al., 2011).

Dans le contexte du risque d'inondation, l'approche participative permet d'améliorer la transparence et la rigueur analytique car le choix des variables utilisées, leur pondération et agrégation ainsi que la normalisation des données sont explicitement exprimées, menant à des décisions justifiables et à des résultats reproductibles (Brito et al., 2018). L'approche participative vise souvent les experts de la sécurité civile pour le choix et la pondération des variables, et généralement la population touchée par les inondations pour l'étude de la perception et la préparation au risque.

L'agrégation des jugements d'experts peut se faire par groupe de discussion (focus group), par un processus analytique hiérarchique (PAH) ou par une méthode hybride. Les groupes de discussion ne donnent pas toujours des résultats robustes puisque les experts peuvent avoir des avis très différents (Brooks et al., 2005). La plupart des études de vulnérabilité avec une approche déductive et l'avis d'experts utilisent le PAH (Saaty, 1980). Il s'agit d'une méthode déductive qui permet de calculer le poids des différentes variables selon l'avis de plusieurs experts en considérant les interrelations entre les critères d'entrée afin de quantifier leur importance relative (Saaty, 2008).

1.1.2.3 L'analyse multicritère

L'agrégation est l'étape suivante où toutes les variables sélectionnées sont additionnées en fonction de leur poids relatif afin de créer un indice de vulnérabilité (Tate, 2012). Pour ce faire, les auteurs ont souvent recours à l'analyse multicritère (AMC). L'AMC est un outil d'aide à la décision qui permet de structurer formellement des problèmes à

facettes multiples (De Brito & Evers, 2016), c'est à dire avec différents types de données et des intérêts et objectifs variables selon les acteurs et les décideurs (De Brito & Evers, 2016; Tsoutsos et al., 2009). La principale lacune de cette méthode est sa subjectivité dans l'importance relative accordée aux critères (Tsoutsos et al., 2009), lacune qui est normalement comblée, en partie du moins, par l'approche participative avec l'avis d'experts (De Brito & Evers, 2016) ou par une approche inductive statistiquement robuste (Cutter et al., 2003). L'AMC est souvent utilisée dans la cartographie du risque d'inondation et de la vulnérabilité (Barczak & Grivault, 2007; Kubal et al., 2009; Lee et al., 2013; Scheuer et al., 2011) puisqu'elle permet, à l'aide d'un système d'information géographiques (SIG), de combiner toutes les variables et de visualiser les zones les plus vulnérables et ainsi produire un outil d'aide à la décision (Malczewski & Rinner, 2005).

1.1.3 L'échelle d'étude

L'importance de cartographier le risque et ses composantes à une échelle fine en préconisant, par exemple la parcelle ou le bâtiment (Merz et al., 2007; Tanguy, 2016), est reconnue (Dewals et al., 2011). Plusieurs auteurs ont appliqué ce type de maillage cartographique, mais plutôt dans le cadre d'analyses économiques (Aubrecht et al., 2013; Kreibich et al., 2002; Müller et al., 2011), de perte de vie humaine (Ramsbottom et al., 2003) ou d'exposition (Armenakis et al., 2017). À notre connaissance, Tanguy (2016) est l'une des seules à avoir créé un outil de cartographie à l'échelle du bâtiment destiné à une utilisation opérationnelle. Toutefois, dans les petites localités et les milieux ruraux, certaines limites existent en ce qui a trait à la précision spatiale des données démographiques disponibles (Koks et al., 2014).

La cartographie traditionnelle de la vulnérabilité utilise généralement les secteurs du recensement gouvernemental comme maillage d'étude (Tanguy, 2016). Au Canada, la

plus petite unité géographique de diffusion de l'information pour laquelle une large quantité de données socio-économiques est disponible est l'aire de diffusion (AD), accessible via Statistique Canada. Chaque AD regroupe entre 400 et 700 habitants. Cette large échelle d'analyse implique que la totalité de l'AD est exposée au même niveau de risque d'inondation, ce qui est d'autant plus problématique puisque les changements de vulnérabilité se font surtout à une échelle plus fine. Par exemple, les indicateurs d'exposition tels que le niveau d'eau et la vitesse d'écoulement diffèrent d'une manière significative dans l'AD, et sont même inexistantes en dehors des plaines inondables, lesquelles peuvent représenter des portions plus ou moins importantes dans certaines AD. La cartographie par AD suggère donc que tous les individus présents dans la zone sont vulnérables de manière équivalente, ce qui est erroné puisque les disparités socio-économiques changent à l'échelle des quartiers, voire des bâtiments. Dans une perspective multi-scalaire, il est possible d'étudier simultanément les disparités de vulnérabilité entre les quartiers à partir d'une cartographie à l'échelle du bâtiment, mais le contraire est impossible d'où l'intérêt de travailler à une échelle fine. De plus, la cartographie à l'échelle du bâtiment est avantageuse pour la sécurité civile afin de prioriser certaines populations et quartiers particulièrement vulnérables et ce, autant en phase de prévention, d'atténuation, d'intervention et de rétablissement (Tanguy, 2016).

1.2 L'aléa

L'aléa est l'évènement perturbateur. Il est utilisé pour décrire l'occurrence potentielle d'évènements (e.g. glissement de terrain, tremblement de terre, verglas, etc.) ou anthropiques (e.g. attentat terroriste, accident industriel majeur, etc.) pouvant avoir un impact physique, social, économique et environnemental dans une zone donnée au cours d'une période donnée. L'aléa peut être soudain (e.g. séisme, avalanche, crue

éclairé), progressif (e.g. sécheresse, érosion littorale) ou encore issus de conditions latentes évoluant lentement (e.g. pollution, hausse de niveau de la mer). Il est donc important d'identifier les caractéristiques de l'aléa, à savoir l'intensité, la probabilité d'occurrence, la localisation spatiale, la vitesse d'évolution (cinétique), la durée d'impact, le degré de soudaineté, la prévisibilité, le mécanisme physique, le potentiel destructif, le niveau de perturbation, la dimension temporelle et la possibilité de maîtrise ou de contrôle. L'aléa est considéré comme simple lorsqu'il n'est pas à l'origine d'un autre aléa (effet domino). On note généralement trois catégories d'aléas naturels selon l'origine: géologique, biologique et hydrométéorologique (MSP, 2008).

L'aléa considéré dans le cadre de ce travail est l'inondation. Selon l'IPCC (2012), l'inondation se définit comme « le débordement des limites normales d'une rivière ou d'un autre plan d'eau, ou l'accumulation d'eau sur des zones qui ne sont normalement pas submergées » (IPCC, 2012; p.529). Il sera question ici des inondations fluviales (ou intérieures) d'eau libre issues de la fonte rapide de la neige et de pluies abondantes faisant augmenter le débit et le niveau de l'eau jusqu'à ce qu'atteindre le lit majeur. Le niveau et la fréquence des inondations sont calculés statistiquement en fonction des données historiques en utilisant les termes « période de retour » et « récurrence ». Il s'agit de la durée moyenne de l'occurrence d'un événement d'une intensité donnée.

1.3 L'exposition

L'exposition est le degré ou la durée de contact du système (attributs physiques et humains d'un territoire) avec l'aléa (Birkmann et al., 2013; Gallopín, 2006). L'analyse de l'exposition permet donc de connaître ce qui est susceptible d'être affecté par l'inondation, dans le cas qui nous concerne, et à quel niveau (Merz et al., 2007). Dans une cartographie à l'échelle du bâtiment, chaque bâtiment exposé doit être considéré

comme un objet distinct. La hauteur d'eau, la vitesse d'écoulement et la durée de l'inondation sont tous des éléments d'exposition (Dewals et al., 2011). D'autres caractéristiques peuvent aussi influencer l'ampleur des dégâts comme la charge sédimentaire transportée, la taille des sédiments, la nature des matériaux (glace et bois) et la pollution de l'eau (Merz et al., 2007). Ces caractéristiques sont néanmoins difficiles à modéliser à cause de leur variabilité temporelle et spatiale. L'exposition comprend également les éléments exposés d'un système anthropique comme les infrastructures, les bâtiments et les installations critiques (réseaux routiers et ferroviaires, établissements de santé, établissements d'enseignement, ambulances, postes de pompiers et de police, aéroports, etc.) (Armenakis et al., 2017).

1.4 La perception du risque

Même si la perception du risque, en tant que composante issue du jugement collectif et du tissu social d'une société, est mentionnée comme une variable de la vulnérabilité (Kellens et al., 2011; Lechowska, 2018; Messner & Meyer, 2006), elle est encore très peu incluse dans l'analyse de la vulnérabilité puisque d'une part, elle est difficile à quantifier et, d'autre part, elle nécessite un contact direct avec la population (Lechowska, 2018; Müller et al., 2011; Terpstra et al., 2006). Paradoxalement, de nombreux auteurs (Becker et al., 2014; Bradford et al., 2012; Bubeck et al., 2012; Terpstra et al., 2006) ont étudié la perception du risque d'inondation, mais ne l'ont pas inclus dans la vulnérabilité. La perception représente donc :

« un processus relationnel primaire qui procède par l'action de nos sens, et donc en présence du phénomène, puis d'un décodage contigu et immédiat afférent à une signification basique en vertu d'un filtre cognitif dénotatif permettant de

traduire et structurer les données sensorielles pour identifier et nommer ledit phénomène, c'est-à-dire pour le (re)connaître » (Bédard, 2016; p.537).

Dans le cas de la perception du risque en particulier, nous nous intéressons non pas à un objet (inondation), mais plutôt à un concept (le risque). La recherche sur la perception du risque étudie donc les émotions et les comportements face aux aléas (Kellens et al., 2011) et l'évaluation de la probabilité perçue du danger et des impacts négatifs (Becker et al., 2014; Bubeck et al., 2012; Grothmann & Reusswig, 2006; Lechowska, 2018). Une perception accrue signifie généralement une sensibilisation élevée aux risques engendrés par l'aléa (Lechowska, 2018). D'un point de vue géographique, on ne s'intéresse pas aux mécanismes physiologiques de la perception, mais plutôt au traitement et à l'évaluation de l'information (Bédard, 2016).

1.4.1 Perception ou représentation ?

La représentation est « *un processus relationnel secondaire d'évocation et d'interprétation qui procède par le seul travail de notre esprit, cela, en vertu d'une opération connotative permettant de qualifier le sens qu'on prête audit phénomène et à la relation antécédente qu'on entretient à son égard, c'est-à-dire pour le comprendre* » (Bédard, 2016; p.538). Par la représentation, l'humain reconstruit et donne un sens plus étoffé à l'imaginaire évoqué par le phénomène ou l'objet, et ce en l'absence de ce dernier. Le phénomène ainsi représenté n'est pas réel, il s'agit d'une interprétation pourvue de sens et de valeur. La perception est donc plus directe et brute que la représentation (Bédard, 2016). La représentation est donc pertinente à l'étude du risque d'inondation puisque la vulnérabilité est influencée par l'imaginaire autour du risque (qu'il représente ou non un danger). Le plus grand nombre d'études sur la perception du risque d'inondation provient de la littérature scientifique anglo-saxonne (Villa & Bélanger, 2012) dans laquelle la représentation du risque ne semble pas être

un terme existant. Or, le terme perception semble englober ici celui de la représentation puisque bon nombre de ces études analysent l'interprétation du risque d'une population en faisant uniquement référence aux inondations passées ou futures (Armaş & Avram, 2009; Duží et al., 2014; Kaye & Johnston, 2010; Miceli et al., 2008; Terpstra et al., 2006). Dans la littérature francophone, les deux termes sont parfois confondus et interchangés. Dans ce mémoire, le terme perception sera utilisé au sens large, c'est à dire comme englobant la perception et la représentation, ceci par souci de simplification et par respect de la littérature anglo-saxonne dominante dans le domaine.

1.4.2 La perception influence-t-elle la vulnérabilité ?

Les divers acteurs concernés par l'aménagement du territoire ont des relations subjectives différentes par rapport au territoire en fonction de leurs tâches respectives. Ainsi, la perception du risque par les acteurs institutionnels (scientifiques et représentants de l'autorité publique) est différente de la perception des individus affectés ou susceptibles de l'être (Martin et al., 2016; Maidl & Buchecker, 2015). Une gestion dite descendante (top-down) des catastrophes ignore généralement les connaissances locales, la dynamique sociale, la culture et la participation des personnes les plus à risque à travers une vision paternaliste. Les capacités de prévision et d'intervention les plus avancées ont une efficacité limitée lorsque les personnes à risque ne sont pas considérées dans la planification des mesures d'urgence et la prise de décision (Weichselgartner & Breviere, 2011). Il est donc important de comprendre comment les gens touchés voient leur propre situation afin d'améliorer la coordination entre les autorités et la population (Baggio & Rouquette, 2006; Harvatt et al., 2011). La connaissance des perceptions de la population permet alors d'améliorer sensiblement l'application de mesures adaptées pour la gestion des risques (Kellens et al., 2011), notamment en communiquant de manière plus efficace et en ciblant les informations pertinentes pour la population (Bradford et al., 2012; Kammerbauer &

Minnery, 2019). Certains auteurs placent même la perception du risque au centre des préoccupations, puisque le manque de connaissance quant aux perceptions du risque par la population serait la principale raison de l'échec des politiques publiques de gestion des inondations (Bradford et al., 2012; Messner & Meyer, 2006). En effet, celle-ci permet de pallier d'une part, le manque de données quantitatives pour mesurer la vulnérabilité et, d'autre part, d'adopter des mesures adaptées aux conditions locales (Thong, 2019).

La perception sert également à l'élaboration et la mise en place de mesures préparatoires qui, elles, peuvent réduire de manière significative la vulnérabilité (Harvatt et al., 2011; Thong, 2019). Les individus et les ménages peuvent donc influencer leur degré de vulnérabilité (Müller et al., 2011). L'image ou la perception d'un risque permet de faire une évaluation de la menace, des choix à concrétiser et des actions à entreprendre (Becerra et al., 2013). Selon la théorie de la motivation à la protection (Maddux & Rogers, 1983), l'individu fait une évaluation basée sur des processus cognitifs ainsi que sur la perception du risque. Cela signifie qu'un individu choisi des mesures non protectrices, comme le déni, la pensée magique et le fatalisme, s'il considère que le risque est élevé, mais que sa capacité à le gérer est faible. À l'inverse, un individu choisi des mesures de protection si le risque et la capacité à y faire face sont élevés (Grothmann et Reuswig, 2006; Villa et Bélanger, 2012). La perception permet donc d'étudier comment les individus évaluent les ressources et les stratégies pour faire face au risque (Colbeau-Justin & Weiss, 2004). Il est donc essentiel de comprendre les facteurs qui influencent cette décision (Harvatt et al., 2011).

Les mesures de préparation sont diverses, elles peuvent consister à la relocalisation, la surélévation d'une maison, l'utilisation de matériaux imperméables, l'installation de systèmes de drainage, de pompes ou de clapets anti-refoulement, l'aménagement des prises électriques en hauteur, l'installation temporaire de sacs de sable ou de barrière

étanches, etc. Ces mesures de préparation individuelle pourraient réduire les coûts de 50 à 80% (Owasu et al., 2015). On estime que ces installations seraient même rentables dans les cas où le risque annuel d'inondation est supérieur à 2% (Thurston et al., 2008). Bien que certaines mesures préparatoires puissent s'avérer onéreuses, d'autres peuvent être réalisées sans un investissement monétaire important comme l'installation des objets de valeur aux étages supérieurs, la présence d'une trousse d'urgence en lieu sûr, l'action de s'informer sur les risques et les mesures de protection, etc. (Bubeck et al., 2012; Paton & Johnston, 2001).

La sécurité civile doit être une responsabilité partagée (Gouvernement du Québec, 2002; Henstra et al., 2018; Maidl & Buchecker, 2015). L'action publique doit être combinée à une action individuelle pour une meilleure efficacité. Ultimement, le but de l'étude de la perception du risque étant de sensibiliser et d'amener le citoyen à se préparer davantage sur une base individuelle (Thong, 2019) pour ainsi réduire la vulnérabilité et le risque.

1.4.3 Les bases théoriques de la perception du risque

Les deux paradigmes dominants dans l'étude de la perception du risque sont le paradigme psychométrique et le « *risk-as-feeling* » (Villa et Bélanger, 2012). Bien que distincts, les deux modèles théoriques partagent néanmoins certaines similitudes.

La majorité des études sur la perception du risque d'inondation est fondée sur le paradigme psychométrique (Villa et Bélanger, 2012). Celui-ci propose que le risque est un concept subjectif, puisqu'il n'existe pas indépendamment de nos esprits et de nos cultures (Slovic, 2000a). Différentes caractéristiques de la perception et leurs interrelations peuvent ainsi être mesurées et modélisées pour décrire ce phénomène social d'une manière statistique et quantitative (Bodemer & Gaissmaier, 2015;

Lewoska, 2018). Ce paradigme est axé sur l'identification des mécanismes psychologiques qui influencent la perception du risque comme la crainte liée au risque et ses conséquences, le manque de contrôle et le potentiel catastrophique perçu par l'individu, la nouveauté du risque et la méconnaissance de la science et de la société par rapport au risque (Bodemer & Gaissmaier, 2015; Slovic, 2000b; Terpstra et al., 2006). La nouveauté du risque est la mesure dans laquelle les impacts négatifs d'un danger sont jugés comme étant inobservables, inconnus, nouveaux ou retardés (Loewenstein et al., 2001).

Le *risk-as-feeling* stipule que les comportements issus des situations à risque sont dictés par deux processus qui s'influencent simultanément (Loewenstein et al., 2001) : le processus émotionnel et le processus cognitif. Le processus émotionnel concerne les émotions telles que la peur, l'inquiétude et l'anxiété, lesquelles influencent les comportements de l'individu. Le processus cognitif est une évaluation des probabilités des conséquences et, par conséquent, tend à être plus objectif. Il s'agit en fait d'une évaluation de la gravité des résultats potentiels. Le *risk-as-feeling* supporte donc la complémentarité de ces deux processus mais n'exclue pas la possibilité que les réactions émotionnelles puissent être différentes des réactions cognitives. Il est alors tout à fait possible qu'un individu adopte des approches qui s'éloignent de ce qu'il considère, sur les plans pragmatique et cognitif, comme la meilleure ligne de conduite (Loewenstein et al., 2001).

1.4.4 Mesure de la perception du risque

La mesure de la perception du risque se fait généralement à l'aide de questionnaires (Villa & Bélanger, 2012). Ceux-ci sont généralement composés d'énoncés élaborés à partir des différentes dimensions du risque, et sont ensuite divisés en sous-sections selon les différents aspects recherchés de la perception. La plupart des auteurs évaluent

les aspects suivants : les connaissances, les émotions et la capacité d’agir, lesquels peuvent toutefois être mentionnés sous d’autres terminologies (Raue et al., 2018).

1.4.4.1 Les connaissances

Les connaissances affectent directement la vulnérabilité (Müller et al., 2011). Les individus généralement bien informés sur l’aléa ont souvent une meilleure perception du risque (Botzen et al., 2009; Raaijmakers et al. 2008; Działek et al. 2013b) et sont plus enclins à entreprendre des mesures de protection (Grothmann & Reusswig, 2006; Ruin et al., 2007; Thielen & Gocht, 2007). La composante cognitive, elle, est directement reliée aux connaissances de l’aléa et de ses conséquences réelles ou potentielles (Loewenstein et al., 2001).

1.4.4.2 Les émotions

Selon le paradigme Risk-as-feeling, les décisions des personnes à risque sont motivées non seulement par les connaissances reliées aux conséquences probables du risque, mais surtout par les émotions et les inquiétudes générées par le risque (Loewenstein et al., 2001). Les composantes affectives issues d’un sentiment d’inquiétude associé à un scénario probable sont moins réfléchies que les composantes cognitives (Bodemer & Gaissmaier, 2015; Loewenstein et al., 2001; Peters et al., 2006). Les émotions peuvent alors servir d’indices pour le jugement de probabilité. Par exemple, lorsque les personnes évaluent la probabilité qu’un évènement dangereux se produise, elles se fient habituellement aux expériences affectives antérieures, aux sentiments actuels et aux images associées à l’évènement (Slovic et al., 2004). Les émotions sont donc souvent liées aux inquiétudes (Peters et al., 2006; Sjöberg, 1998).

1.4.4.3 La capacité d'agir et le locus de contrôle

La perception est également mesurable selon le contrôle que l'individu croit avoir sur la situation (Lopez-Vazquez & Marvan, 2012). Selon le modèle transactionnel du stress de Lazarus et Folkman (1984), l'individu fait simultanément une évaluation de la menace et de sa capacité à y faire face afin de déterminer s'il adopte des stratégies de protection. Si l'évènement est considéré comme très menaçant et que la capacité à y faire face est faible, l'anxiété et le stress engendrés empêcheront l'adoption de mesures de préparation. Les niveaux de protection sont élevés lorsque l'évènement est jugé menaçant, mais que les capacités à y faire face sont aussi élevées (Lazarus et Folkman, 1984). En ce qui concerne les capacités, on note une différence si elles relèvent des personnes touchées ou uniquement des autorités. C'est la notion de locus de contrôle interne et externe. Le locus de contrôle tire son origine de la théorie de l'apprentissage social de Rotter (1966), où les expériences mènent les individus à se questionner sur le contrôle qu'ils ont sur une situation (López-Vázquez & Marván, 2012). Par exemple, si la responsabilité est décrite ou pensée comme le résultat d'actions entreprises par les personnes elles-mêmes, on parle alors de locus de contrôle interne. À l'inverse, si les forces externes sont perçues comme étant responsables d'une situation, on parle alors d'un locus de contrôle externe (Rose et al., 2010).

Les chercheurs s'intéressent donc à la confiance qu'ont les individus envers les autorités publiques quant à leur protection contre les inondations (Becerra et al., 2013; Grothmann & Reusswig, 2006; Harvatt et al., 2011; Villa & Bélanger, 2012). Une forte dépendance envers les autorités publiques pour faire face aux inondations peut affaiblir la motivation des individus (Maidl & Buchecker, 2015). Or, il est généralement admis qu'un fort locus de contrôle interne, et donc une confiance en soi-même pour surmonter une catastrophe, mène à des comportements préventifs (Rose et al., 2010; Sattler et al., 2000). La signification qu'un individu donne à un évènement ainsi qu'aux dommages

associés va influencer sa confiance quant à la maîtrise de son environnement et les stratégies pour y faire face (Colbeau-Justin & Weiss, 2004). Une acceptation de la situation et la réduction du stress causée par cette situation à travers le partage d'expériences et le soutien par la communauté et des professionnels de la santé sont considérés comme des stratégies cognitives qui permettent de surmonter des épreuves. C'est donc l'interaction entre une forte confiance et un support social externe qu'un individu peut facilement faire face à une catastrophe au niveau psychologique (Sattler et al., 2002).

1.5 Retour sur les considérations théoriques

Il existe des lacunes quant à l'analyse du risque d'inondation puisque la priorité a toujours été d'étudier les caractéristiques physiques de l'aléa en omettant les deux autres composantes du risque, soit l'exposition et la vulnérabilité. L'étude de la vulnérabilité est sans contredit plus complexe de par les différentes dimensions qui la composent, puisqu'elle concerne l'interaction de l'humain avec l'environnement. La définition la plus adéquate semble être celle qui induit que la vulnérabilité soit multidimensionnelle, multidisciplinaire, multiscalaire et dynamique dans le temps et l'espace. La vulnérabilité mesurée et cartographiée à l'échelle du bâtiment semble être une approche utile, pertinente et adéquate pour l'application de mesures d'atténuation, de préparation, d'intervention et de rétablissement. Cette approche à haute résolution permet en plus de visualiser spatialement les disparités territoriales. Enfin, la perception du risque, vecteur important de la vulnérabilité, est rarement incluse dans les études de vulnérabilité mais aurait tout intérêt à être considérée en vertu de ses implications dans la mise en place de mesures de préparation et d'atténuation.

CHAPITRE II

RÉGION D'ÉTUDE

La région à l'étude concerne les localités de Sussex et de Sussex Corner situées au Nouveau-Brunswick dans le bassin versant de la rivière Kennebecasis (figures 2-1 et 2-2). Ces communautés voisines sont traversées par la rivière Trout Creek, l'un des principaux affluents de la rivière Kennebecasis, elle-même affluent du fleuve Saint-Jean qui représente le principal cours d'eau de la province. En effet, ce fleuve d'une longueur de 673 km parcourt le Nouveau-Brunswick du nord au sud, drainant un bassin versant d'une superficie de 54 989 km², et dont l'exutoire se jette dans la baie de Fundy.

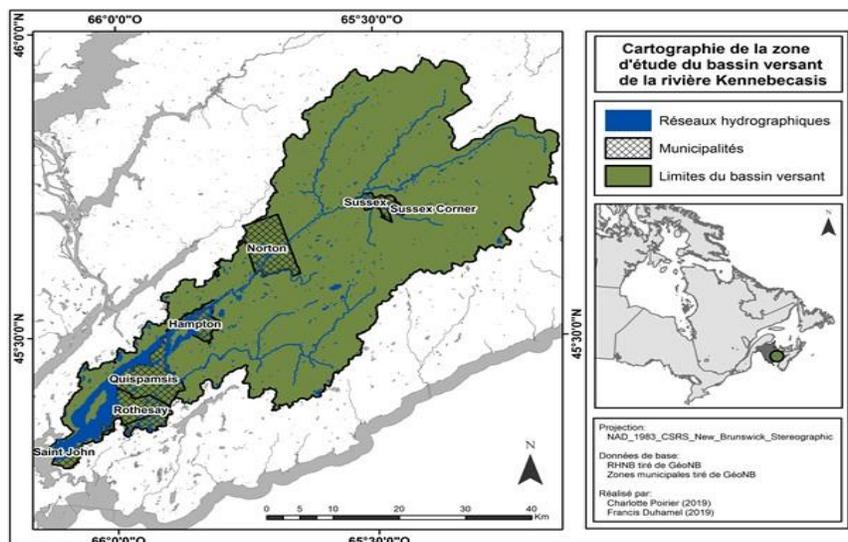


Figure 2-1. Bassin versant de la rivière Kennebecasis

Les rivières Trout Creek et Kennebecasis prennent toutes deux leur source dans les collines calédoniennes, une sous-région de l'écorégion des Hautes-terres du Nouveau-Brunswick (Zelany, 2007). La lithologie du secteur est composée de différents groupes de roches sédimentaires datant du Carbonifère inférieur (GNB, 2008a), lesquelles sont recouvertes par des dépôts meubles quaternaires d'origine glaciaire et fluvio-glaciaire dans lesquels le réseau hydrographique actuel s'incise (GNB, 2008b).

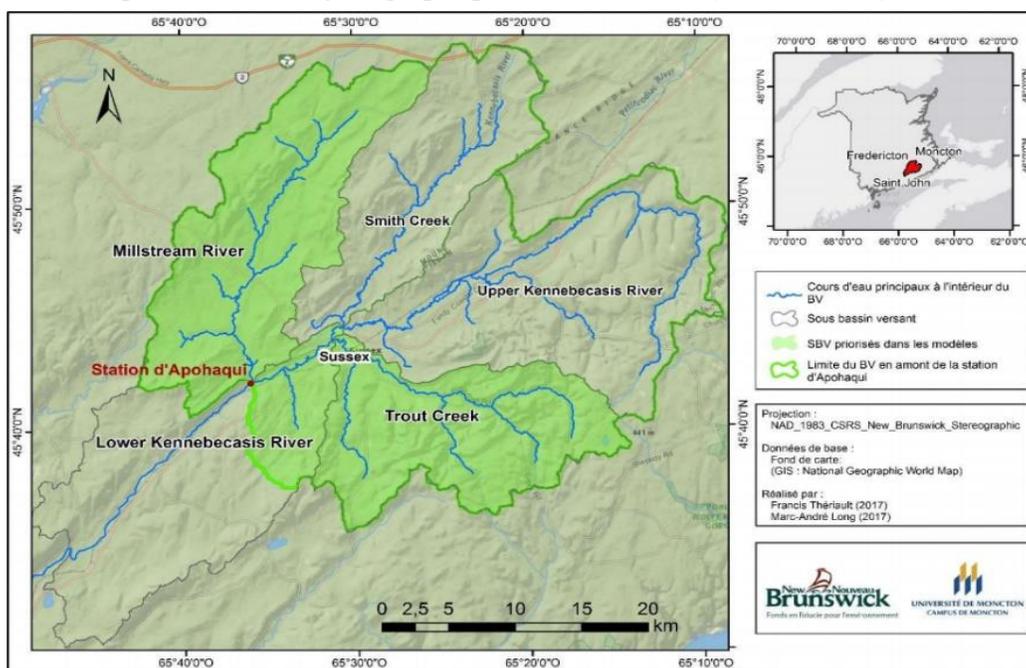


Figure 2-2. Limites du bassin versant de la haute rivière Kennebecasis et des cinq sous-bassins (Fortin et al., 2019)

En bordure de ces rivières, on note des dépôts alluviaux atteignant parfois plus de deux mètres d'épaisseur. Il s'agit de terrasses fluviales, de dépôts liés aux inondations récurrentes et de chenaux et méandres abandonnés (figure 2-3). La Trout Creek est une petite rivière à forte pente et l'exhumation partielle du système racinaire ainsi que la scarification de nombreux arbres riverains du côté amont témoignent d'une activité glacielle récurrente. Le cours d'eau est aussi capable d'un fort charriage sédimentaire, particulièrement lors de fortes crues.



Figure 2-3. Vue de la rivière Trout Creek à partir du pont de Post Rd, Sussex Corner

Le sud du Nouveau-Brunswick bénéficie d'un climat tempéré et les caractéristiques pluvio-thermiques sont principalement affectées par les apports d'air humide en provenance de l'océan Atlantique (El-Jabi et al., 2016). La station météorologique de Sussex se situe au centre du bassin versant ($45^{\circ}43'00$ N, $65^{\circ}32'00$ O) et les données climatiques sont disponibles à un intervalle quotidien pour la période de 1962 à 2009 (Environnement et Changement Climatiques Canada, 2019a). Depuis 2006, la station de Mechanic Settlement ($45^{\circ}41'37''$ N, $65^{\circ}09'54''$ O) permet de fournir les données météorologiques avec un intervalle horaire.

Les précipitations sont plutôt bien réparties annuellement. Or, certains événements de précipitations extrêmes (>50 mm de pluie en 24 heures) peuvent survenir à cause des tempêtes (GNB, 2019). L'hydrogramme de crue est de type nivo-pluvial, avec un fort débit au printemps à cause de la fonte de la neige et l'apport de précipitations liquides. On note un second maximum, plus modeste, en automne relié uniquement aux

précipitations liquides (figure 2-4) (Collins et al., 2014). L'été survient pendant les mois d'été, c'est à dire de juillet au début septembre (ECC, 2019b).

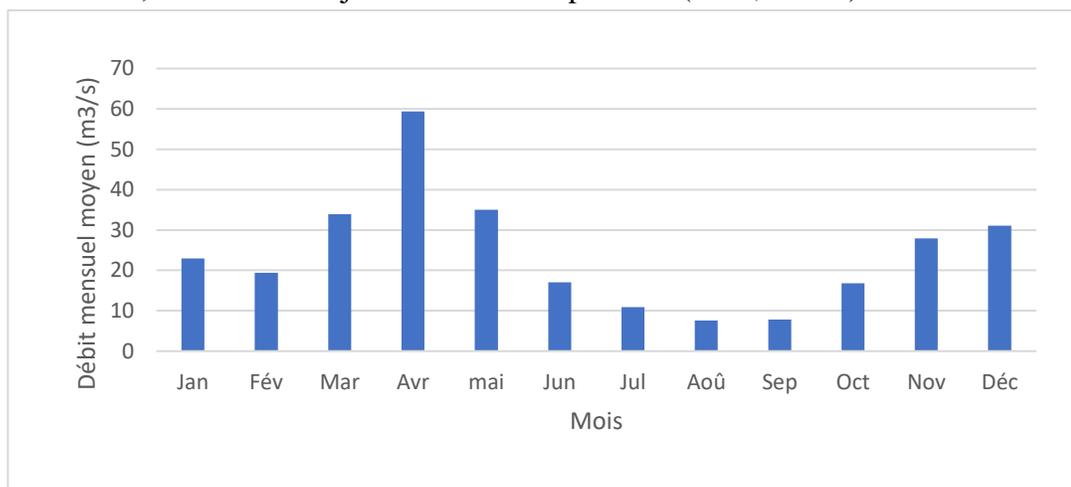


Figure 2-4. Hydrogramme pour la station hydrométrique d'Apohaqui (rivière Kennebecasis) couvrant la période de 1961 à 2016

La crue principale survient généralement entre les mois de mars et de mai, avec un maximum en avril. Des événements extrêmes peuvent toutefois survenir à l'occasion en hiver, de janvier à mars, lors de périodes de redoux et de fortes pluies. Les débits élevés en hiver sont toutefois associés à des événements de courte durée et de forte intensité, alors que les débits printaniers sont plus étendus dans le temps (Fortin et al., 2019). Le bassin versant s'urbanise de plus en plus alors que la forêt et les zones agricoles sont transformées en zone urbaines. De 1971 à 2010, la superficie des zones urbaines a augmenté de 13,2% au profit de la forêt (-4,0%) et des zones agricoles (-9,2%). L'analyse des images satellites pour les deux dates montrent une légère augmentation des zones d'exploitation forestière (coupes à blanc). L'augmentation des zones imperméables issues de l'urbanisation ainsi que les coupes forestières contribuent à l'augmentation du risque d'inondation surtout pour le « Parson Brook », un petit affluent de la rivière Trout Creek et qui déborde régulièrement lors de fortes précipitations (R.V. Anderson Associates Limited, 2016).

2.1 Les inondations à Sussex et Sussex Corner

La ville de Sussex a été fondée dans la vallée de la rivière Kennebecasis sur les terres fertiles situées en plaine inondable. Au total, 51 inondations ont été répertoriées entre 1854 et 2014 dans la base de données historiques sur les inondations du Nouveau-Brunswick (GNB, 2015; figure 2-5). La fréquence des inondations semble augmenter depuis 2008, puisqu'une inondation survient aux deux ans, les plus dommageables étant celles d'avril 2014 et de janvier 2018. L'inondation de 2018 a causé 1,4 million de dollars de dommages aux infrastructures. Ce montant est difficile à assumer pour une petite municipalité et ses citoyens, surtout lorsque ce type d'évènement survient à une fréquence élevée. Ces inondations ont d'ailleurs motivé l'étude technique « Sussex Region Flood Risk Mitigation Plan (RVA, 2019) » qui propose une série d'intervention technique dont l'appel au Programme national d'atténuation des catastrophes du Gouvernement du Canada (Gouvernement du Canada, 2017) afin de construire une digue derrière le Gateway Mall (Ville de Sussex, 2019b; Ville de Sussex, 2020), laquelle est censée protéger les commerces.



Figure 2-5. Inondations historiques à Sussex. L'année de l'inondation sur la photo de gauche est inconnue alors que l'image de droite montre l'inondation de 2014

Or, les dommages sont en grande partie assumés par les propriétaires privés dans les quartiers résidentiels de Sussex et Sussex Corner, dommages évalués à plus de 17 millions de dollars pour l'inondation de 2014 (Ville de Sussex, 2019b).

Comme mentionné préalablement, les changements climatiques induiront un réchauffement général du sud du Nouveau-Brunswick avec une augmentation des précipitation liquides annuelles, notamment en hiver et en automne (Beltaos & Burrell, 2003; Fortin et al., 2019; El-Jabi et al., 2016; Il Jeong & Sushama, 2018), ce qui devrait favoriser une réduction des évènements liés à la glace, mais une augmentation probable des inondations fluviales futures (voir tableau 2-1). Les inondations anticipées seront surtout issues de tempêtes (ouragans et dépressions tropicales), ce qui risque d'avoir une incidence hydrologique majeure sur les petits bassins versants à pente forte comme celui de la rivière Trout Creek où l'eau s'accumule rapidement à l'embouche, soit près du Gateway Mall (R.V. Anderson Associates Limited, 2016). On estime que la région de la rivière Trout Creek pourrait connaître jusqu'à 30% d'augmentation des précipitations dans le futur (Ville de Sussex, 2020).

Tableau 2-1. Augmentation prévue des débits de crue due aux changements climatiques pour trois petits affluents de la rivière Kennebecasis. Source : R.V. Anderson Associates Limited, 2016

Bassin versant	Crues 1 :20 ans	Crues 1 :100 ans
Trout Creek	16.1%	16.2%
Wards Creek	14.4%	15.2%
Parsons Brooks	14.9%	15.3%

Dépendamment de la zone géographique, le type et la provenance de l'inondation peuvent varier. La pointe ouest de Sussex par exemple, c'est-à-dire du centre-ville jusqu'au Gateway Mall, est principalement frappée par les inondations fluviales et les embâcles de glace liés aux rivières Trout Creek et Kennebecasis. Ces inondations durent généralement quelques jours. Les inondations de la partie est de Sussex, soit du centre-ville jusqu'à Sussex Corner, ne durent que quelques heures et sont dues à des débordements localisés des affluents de la rivière Trout Creek (Wards et Parson Creek). Il s'agit habituellement d'obstructions du passage de l'eau et de débordements du chenal (R.V. Anderson Associates Limited, 2016).

2.2 Portrait sociodémographique

Sussex et Sussex Corner ont une population respective de 5 298 et 1 461 habitants selon les données de recensement en date de 2016 (Statistique Canada, 2016a, b). La population est majoritairement féminine (54,49% et 52,05%) et vieillissante, puisque plus de 25% des populations de Sussex et Sussex Corner ont plus de 65 ans. À cet égard, si la population de la ville de Sussex a décliné légèrement de 2001 à 2016, notamment la proportion des jeunes de moins de 20 ans, on note en revanche une augmentation significative des aînés dont le nombre a presque doublé, correspondant aussi à la hausse de l'âge médian qui est passé de 46,7 à près de 50 ans (Conseil Multiculturel du Nouveau-Brunswick, 2018).

La région n'a pas attiré de nombreux immigrants ces dernières années. Entre 2011 et 2016, seulement 20 personnes provenant d'un autre pays ont déménagé à Sussex. Les nouveaux habitants proviennent surtout du Nouveau-Brunswick. Environ 86% de la population de Sussex et Sussex Corner parle uniquement l'anglais, alors que 13% parlent les deux langues officielles. Pour ce qui est de l'éducation, 28% des habitants

ayant plus de 15 ans n'ont aucun certificat, diplôme ou grade, 29% ont un diplôme d'études secondaires ou l'équivalent et 43% détiennent un certificat, diplôme ou un grade postsecondaire par comparaison aux valeurs moyennes provinciales (29%, 26% et 45%) (Statistique Canada, 2016a, b).

Depuis que Potash Corporation of Saskatchewan Inc. (PotashCorp) a annoncé la fermeture de sa mine Picadilly près de Sussex en 2016 (NuFocus Strategic Group, 2017), l'économie de la région tourne autour de l'agriculture, la construction, le transport et le tourisme (Conseil Multiculturel du Nouveau-Brunswick, 2018). Le centre économique de la région correspond à la ville de Sussex où sont concentrés les commerces et les plus importantes institutions (300 entreprises, dont 52 dans le commerce de détail, 22 en construction, 32 dans les soins de santé, 27 dans les services d'hébergement et de restauration et 39 dans d'autres services) (NuFocus Strategic Group, 2017).

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Le risque étant multidimensionnel, il a été analysé à travers le couplage de l'aléa (exposition) avec les trois dimensions principales de la vulnérabilité; c'est-à-dire la vulnérabilité individuelle, la vulnérabilité socio-économique et la vulnérabilité structurelle (des bâtiments). La figure 3-1 présente les dimensions du risque d'inondation et les variables associées à chacune d'entre elles. L'acquisition de données portant sur l'aléa, l'exposition et la vulnérabilité fait généralement de l'analyse du risque un processus long et relativement complexe sur le plan méthodologique. En effet, la nature des données et leur résolution spatiotemporelle différente ajoute généralement une difficulté supplémentaire aux traitements de celles-ci. Les différentes étapes méthodologiques sont donc décrites dans les sections suivantes et différents compléments ont été ajoutés en annexe.

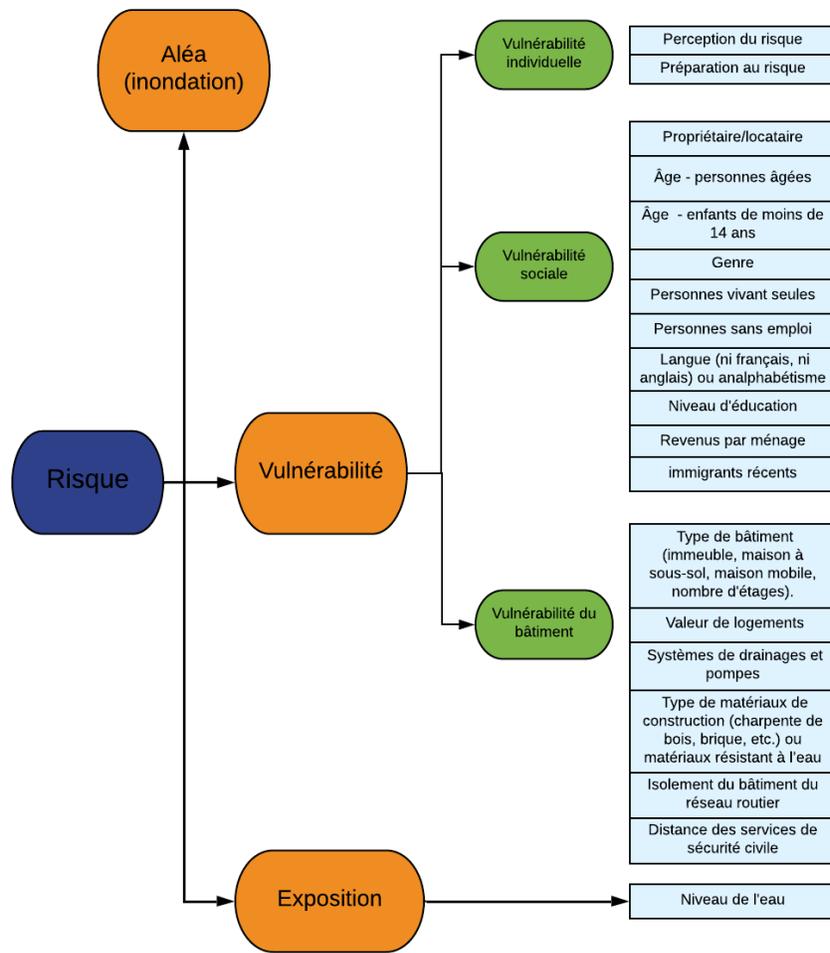


Figure 3-1. Les différentes composantes du risque et les variables associées

3.1 L'exposition à l'aléa

La délimitation de l'aléa inondation pour déterminer le niveau d'exposition repose d'une part, sur les modélisations hydrauliques (HEC-RAS) récentes effectuées par Fortin et al. (2017) pour la mise à jour des cartes des zones inondables et, d'autre part, sur les données géographiques disponibles via le catalogue de données de GéoNB (GNB, 2019). En effet, la zone cartographiée par Fortin et al. (2017) ne couvrant pas en totalité la zone à l'étude, la carte des zones inondables du secteur de Sussex « *Flood*

Risk Map Sussex Area, New Brunswick » et publiée originalement en 1985 par le gouvernement (Environment Canada Inland Waters and New Brunswick Department of the Environment Water Resources Branch, 1985), a été utilisée avec les données LiDAR (GéoNB, 2020) pour calculer les niveaux d'eau au terme d'un traitement géomatique et ce pour différentes périodes de retour.

3.2 La vulnérabilité

3.2.1 La vulnérabilité individuelle

Dans la perspective de quantifier et cartographier la perception et la préparation citoyenne des agglomérations de Sussex et Sussex Corner face au risque d'inondation, cette recherche s'est appuyée sur les paradigmes psychométrique (Slovic, 2000a) et Risk-as-feeling (Loewenstein et al., 2001) (voir chapitre 1) afin d'élaborer un questionnaire permettant l'obtention de jugements quantitatifs et qualitatifs des participants face au risque d'inondation. Le questionnaire utilisé (*voir Annexe C*) s'appuie sur une revue de la littérature (Armaş & Avram, 2009; Duží et al., 2014; Miceli et al., 2008; Hansson et al., 1982; Tepstra et al., 2006).

Celui-ci est divisé en trois sections principales. La première section concerne les informations générales de nature sociodémographique du répondant. Il s'agit d'informations utiles pour connaître quelles sont les composantes susceptibles d'influencer le niveau et le type de perception et de préparation face au risque.

La deuxième section concerne la perception du risque. Elle est composée de nombreuses questions où les participants doivent évaluer, sur une échelle de Likert numérotée de 1 (totalement en désaccord) à 5 (totalement en accord), leur perception par rapport à différents énoncés. Le choix d'utiliser l'échelle Likert repose sur sa

validation méthodologique dans la communauté scientifique (Bradford et al., 2012; Henstra et al., 2018; Maidl & Buchecker, 2015; Maddux & Roger, 1983; Tepstra et al., 2008), sur son objectivité pour mesurer les opinions et les attitudes (Hartley, 2014; Likert, 1932) et sur son exploitation statistique facilitée des comportements humains (Likert, 1932). Les énoncés auxquels sont soumis les répondants concernent les connaissances du risque d'inondation, les composantes cognitives et affectives, ainsi que la conscience et le contrôle perçu de la situation. Certains énoncés sont inversés, de manière à valider la saisie cohérente de tous les autres éléments afin de réduire les biais en forçant les répondants à être attentifs et ainsi ne pas répondre machinalement (Weijters et al., 2013).

La troisième section du questionnaire s'attarde aux mesures de préparation et de prévention. À cet égard, on cherche à connaître les mesures adoptées ou déployées par les citoyens pour faire face aux inondations, mais aussi leur perception quant à la faisabilité et la mise en place de différentes mesures potentielles.

Avant la passation du questionnaire au sein de la population, les autorités des villes de Sussex et Sussex Corner ont été avisées de l'étude. Les données ont été récoltées du 16 au 21 juillet 2019. L'échantillonnage réalisé est de type « *drop-off and pick-up* », qui consiste à la livraison du questionnaire directement à la maison ou en main propre, puis de revenir plus tard pour recueillir les questionnaires complétés, le cas échéant (Riley & Kiger's, 2002). Cette méthode est bien adaptée aux petites zones géographiques comme celle de la communauté ou du comté (Trentelman et al., 2016), et permet généralement d'augmenter le nombre de réponses par comparaison à des envois postaux et des appels téléphoniques (Riley and Kiger's, 2002). Le questionnaire a été remis à la porte des participants dans un portfolio avec des instructions simples et précises, et la procédure de collecte à venir dans les deux jours subséquents. Chaque

portfolio comprenait un document d'information, deux formulaires de consentement et le questionnaire.

Les questionnaires ont été déposés à une maison sur deux pour chacune des zones présélectionnées (zones A à F décrites ci-après). Aucun contact direct n'a été fait lors de la distribution, à l'exception de quelques résidents présents et qui ont manifesté un intérêt pour en savoir davantage sur la recherche en cours. La première distribution de 200 portfolios a eu lieu le mardi 16 juillet 2019. Une deuxième distribution a eu lieu le vendredi 19 et le dimanche 21 juillet. Un message a aussi été publié préalablement à la deuxième collecte sur la page Facebook du Comité de restauration du bassin versant de la rivière Kennebecasis (<https://www.facebook.com/kennebecasisriver>) de manière à informer davantage la population de l'étude en cours et ainsi favoriser l'obtention d'un plus grand nombre de réponses. La distribution et la collecte des questionnaires se sont déroulées entre 8h00 et 19h00. Chacun des questionnaires a été codifié et un point GPS a été noté pour chaque questionnaire complété. Les participants à l'étude sont les résidents de Sussex et Sussex Corner situés dans une zone inondable, telle que cartographiée et récemment mise à jour (Fortin et al., 2017; GNB, 2019). Six zones (A, B, C, D, E et F; figure 3-2) composées de bâtiments résidentiels et particulièrement affectées par les inondations au cours des dernières années ont été sélectionnées en vertu de leur forte exposition aux inondations (GNB, 2015).

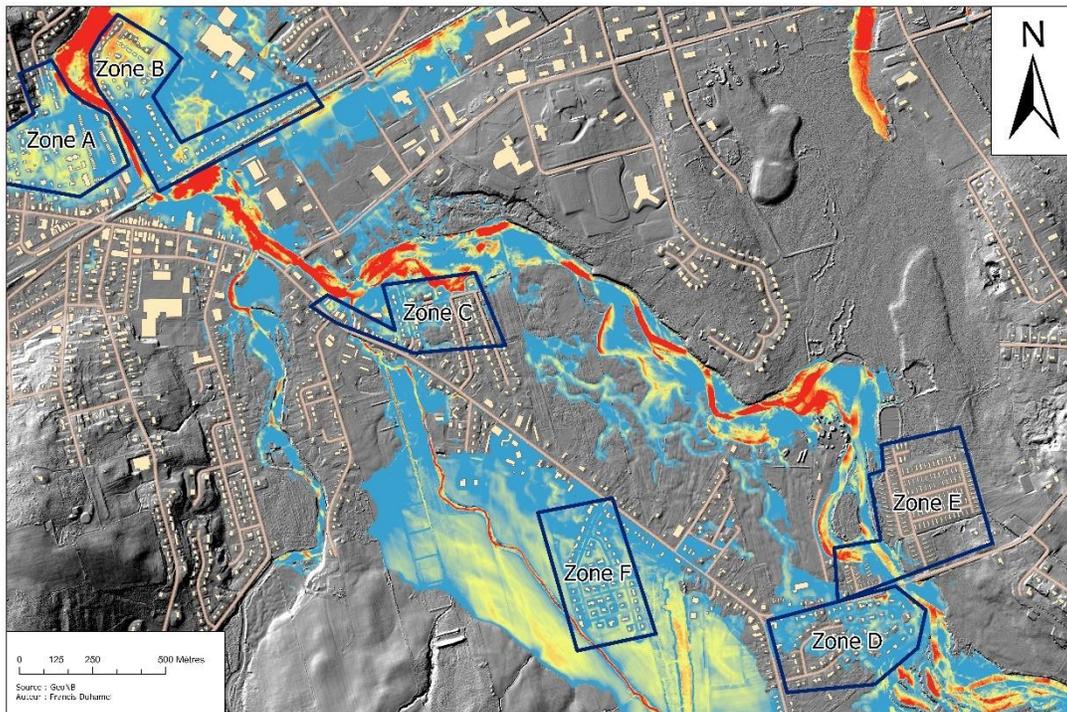


Figure 3-2. Localisation des six zones géographiques (A à F) visitées lors de la passation des questionnaires

Les zones A, B et C sont situées dans la ville de Sussex alors que les zones D, E et F sont situées dans la ville de Sussex Corner. Les zones A et B sont au centre-ville de Sussex, respectivement au sud et au nord de la rivière Trout Creek. La zone A comprend les rues Queen, Pine, Wallace, Maxwell, Golding et Arnold alors que la zone B comprend les rues Holman, Stewart, McLean, Mills et l'avenue Maple. La zone C est située au sud de la ville de Sussex (les rues Willow, Birch, Clover et Oak) sur la rive sud de la rivière Trout Creek. La zone D, située à Sussex Corner comprend les rues Meadows Crescent, Cunningham Ave, et Allison Dr.

La zone E représente un parc de maisons mobiles appelé Brookview Community qui est situé sur la rive est de la Trout Creek. Les rues sélectionnées pour l'étude sont

Brookview, Park, Nature Trail et 5th. Une autre partie de la zone E est située sur la rive ouest de la rivière et comprend les rues Lee, Front et Lynn Crescent. La zone F est à la limite entre Sussex et Sussex Corner. Elle est longée par le ruisseau Pearson Creek, un affluent de la rivière Trout Creek. La zone échantillonnée inclut les rues Creighton, Stockton, Phillips et Skyline .

Les réponses ont été comptabilisées de manière binaire et catégorielle pour les informations générales de nature sociodémographique et de manière ordinale lorsque les réponses utilisaient l'échelle de Likert. C'était le cas pour les énoncés destinés à la perception. Pour quantifier la préparation, trois indices ont été créés. Le premier est la préparation personnelle faisant référence à des mesures considérées comme faciles à établir et peu onéreuses. Le second indice est la préparation structurelle avec des mesures de modification du domicile qui sont plus complexes et onéreuses à implanter. Finalement, le troisième indice correspond à la préparation générale qui est l'addition des deux indices précédents. Les indices sont créés par l'addition de mesures préparatoires pour chacune des catégories, puis leur classification de 1 à 5 pour la préparation personnelle et de 1 à 6 pour la préparation structurelle.

Le coefficient alpha de Cronbach (α) a été utilisé pour mesurer la fiabilité des données, telles que suggéré pour les tests psychométriques (Altman & Bland, 1997). L'analyse factorielle exploratoire (AFE) a ensuite permis de regrouper et d'identifier les différents facteurs qui expliquent la majeure partie de la variance et ce, de manière à réduire le nombre de variables à analyser (Cutter et al., 2003; Durand, 2003; Revelle, 2019). L'AFE permet donc de réduire la redondance des informations colligées (Baillargeon, 2003) et de créer une typologie de la perception. Les variables similaires entres-elles se combinent en facteurs et chaque facteur représente un type de perception.

Tableau 3-1. Justification, source et variables utilisées pour la vulnérabilité individuelle

Variables	Justification	Référence	Source
Perception	Meilleure compréhension du risque = participation accrue à la gestion, à la mise en place de mesures adaptées aux conditions locales et meilleure communication du risque.	Baggio & Rouquette, 2006 Bradford et al., 2012 Harvatt et al., 2011 Kammerbauer & Minnery, 2019 Kellens et al., 2011 Messner & Meyer, 2006	Questionnaire
	Meilleure évaluation de la menace, des stratégies à préconiser. Meilleure résilience émotionnelle.	Becerra et al., 2013 Colbeau-Justin & Weiss, 2004 Grothmann & Reusswig, 2006 Lazarus & Folkman, 1984 Loewenstein et al., 2001 Maddux & Rogers, 1983 Villa & Bélanger, 2012	
Préparation	Réduit le coût des dommages.	Bubeck et al., 2015 Harvatt et al., 2011 Owasu et al., 2015 Paton, 2001 Thong, 2019 Thurston et al., 2008	

Les indices de perception et de préparation ont ensuite été intégrés dans l'analyse de la vulnérabilité individuelle selon les résultats de l'AFE. Celle-ci permet d'associer un poids ou un niveau d'importance à chaque variable. Il s'agit de combiner les coefficients de saturation en fonction de la contribution de chaque élément à son indice de perception et de l'importance qu'il représente dans le résultat de l'EFA. Les indices de perception sont alors considérés comme des moyennes pondérées normalisées. Les indices des sous-groupes (cognitif, affectif, locus de contrôle) sont calculés en multipliant les valeurs sur l'échelle Likert par leurs coefficients de saturation respectifs puis en additionnant la valeur standardisée (entre 0 et 1) obtenue pour chaque item ensemble.

L'indice de perception est calculé en multipliant les indices des sous-groupes par leur variance expliquée et par addition des valeurs pondérées et standardisées obtenues. Chaque individu se voit donc attribuer un indice général de perception et des indices de perception affective, cognitive et de locus de contrôle qui seront utilisés dans les étapes suivantes, après avoir été discrétisés.

Puisque toutes les variables sont catégorielles, binaires et ordinales, les tests non paramétriques utilisés sont les suivants : le Khi-carré (X^2) pour identifier les relations statistiquement significatives ($p < 0.05$) (Cohen, 1988; Pearson, 1900) et le Gamma de Goodman-Kruskal (G) pour mesurer la force de cette dépendance, le cas échéant (Brown & Benedetti, 1977; Goodman & Kruskal, 1954). L'interprétation du test de Goodman-Kruskal repose sur l'échelle proposée par Rea et Parker (1992). Enfin, la régression logistique ordinale a permis d'explorer le sens de la relation (Hébert, 1988), et l'AIC d'identifier le modèle le plus performant (Akaike, 1973). Finalement, le test d'analyse de variance ANOVA a été effectué pour les corrélations spatiales afin d'identifier les zones géographiques (A à F) qui sont les mieux préparées et celles ayant la meilleure perception du risque.

3.2.2 La vulnérabilité socio-économique

Les variables utilisées pour la vulnérabilité socio-économique proviennent, pour l'essentiel, de Statistique Canada avec une résolution spatiale limitée à l'aire de diffusion (AD) pour le recensement de 2016 (Statistique Canada, 2016a, b). Ces données ont été spatialisées mais la valeur de vulnérabilité socio-économique attribuée est cependant équivalente pour chaque bâtiment à l'intérieur d'une zone géographique donnée (A à F), compte tenu de la résolution limitée des données issues de Statistique Canada à l'aire de diffusion (Fortin et al., 2020).

Tableau 3-2. Justification, source et format des variables de la vulnérabilité socio-économique

Variables	Justification	Référence	Source
Propriétaire/ locataire	Propriétaires : génèrent du capital pour l'adoption de mesures préparatoires	Ahmad & Muhammad, 2019 Cutter & Finch, 2008 Cutter et al., 2003; Grothmann & Reusswig, 2006 Harvatt et al., 2011 Rincón et al., 2018 Takao et al., 2011 Thieken & Kreibich, 2002 Villa & Bélanger, 2012	Questionnaire + Statistique Canada
	Propriétaires : meilleure perception du risque liée aux événements antérieurs	Harvatt et al., 2011 Rufat et al., 2015 Villa & Bélanger, 2012	
	Locataires : occupent moins longtemps le logement, ce qui réduit l'expérience et la préparation	Tanguy, 2016	
Âge	Limitations physiques pour l'évacuation. Manque de ressources financières pour la préparation et le rétablissement	Armas & Avram, 2009 Cutter et al., 2003, 2013 Cutter & Finch, 2008 Fekete, 2009 Koks et al., 2014 Rincón et al., 2018 Tanguy, 2016	Statistique Canada
	Réticence accrue à quitter le logement	Armas & Avram, 2009 Rincón et al., 2018 Tanguy, 2016	
	Réticence aux changements de mode de vie et lieu de résidence (mesures d'adaptation)	Thomas et al., 2012	
	Stress psychologique post-catastrophe entravant le rétablissement. Déclin des capacités cognitives à pour gérer les dangers	Cutter & Finch, 2008 Koks et al., 2014 Tanguy, 2016	
Genre	Homme : confiance à faire face au risque	Armaş & Avram, 2009 Cutter et al., 2003 Miceli, 2008	Statistique Canada
	Femme : plus de réactions négatives post-catastrophes (symptômes de	Colbeau-Justin & Weiss, 2004	

	détresse psychologique malgré une perception généralement plus élevée)	Lechowska et al., 2018 Maltais et al., 2000 Villa & Bélanger, 2012	
Personnes vivant seules	Préparation individuelle Moins d'option de relogement Réticence à quitter le logement	Tanguy, 2016	Questionnaire + Statistique Canada
	Aucun soutien social : pas de partage de connaissances et de conseils	Ahmad & Muhammad, 2019 Colbeau & Weiss, 2004 Harvatt et al., 2011 Thomas et al., 2012	
Personnes sans emplois, Revenu par ménage & Niveau d'éducation	Capacités financières restreintes afin d'adopter des mesures d'atténuation ou de préparation	Ahmad & Muhammad, 2019 Cutter et al., 2003 Harvatt et al., 2011 Müller et al., 2011 Rincón et al., 2018 Stojanov et al., 2015 Thomas et al., 2012 Wisner et al., 2005	Questionnaire + Statistique Canada
	Perception fataliste et déni du risque par manque de perception, de contrôle et d'incapacité d'adaptation	Armas et al., 2018	
	Vivent souvent dans les zones les plus exposées	Cutter et al., 2003 Rufat et al., 2015 Rincón et al., 2018 Stojanov et al., 2015	
Langues parlées & immigration récente	Faible compréhension du risque Accès difficile aux ressources d'aide au rétablissement et préparation	Cutter et al., 2003 Khan & Armenakis, 2018 Rufat et al., 2015 Rincón et al., 2018 Thomas et al., 2012	Statistique Canada

3.2.3 La vulnérabilité structurelle

Bien que les caractéristiques physiques d'un bâtiment soient souvent appréhendées en fonction d'une courbe des dommages et d'une approche d'ingénierie structurale (Englhardt et al., 2019; McGrath et al., 2019; Schwarz & Maiwald, 2008; Thieken & Gotch, 2007), l'information utilisée ici relève plutôt du type de bâtiment résidentiel et de la nature des matériaux (voir figure 4-1). Pour la variable « type de bâtiment », quatre catégories ont été utilisées à savoir s'il s'agit d'une maison mobile, une maison d'un étage sans sous-sol, une maison d'un étage avec sous-sol, ou encore d'une maison

à plusieurs étages. La nature des matériaux fait référence au revêtement extérieur selon les catégories suivantes : bois, vinyle, béton et maçonnerie. Ces informations ont été acquises lors de la campagne de terrain. La valeur du bâtiment a été évaluée à partir de la carte d'évaluation foncière (GNB, 2019). La distance du bâtiment par rapport aux services d'urgence et son accessibilité par le réseau routier ont été calculées à l'aide d'un SIG. Le service incendie a servi de point de référence, étant donné qu'il s'agit du quartier général de gestion d'urgence de la région. L'accessibilité au réseau routier a été analysé avec un niveau d'eau de 30 cm ou plus, soit la limite pour le déplacement des véhicules d'urgence (GNB, 2017) et ce, en fonction de scénarios d'inondation avec des récurrences de 20 et 100 ans. À noter qu'aucune restriction de circulation, comme la présence d'un sens unique, n'a été considérée. Dans le cas où aucun chemin alternatif n'a été identifié, le bâtiment était considéré comme très vulnérable.

Tableau 3-3. Justification, source et variables utilisées pour la vulnérabilité structurelle

Variables	Justification	Référence	Source
Type de bâtiment	Maison mobile : très vulnérable car absence de fondation	Cutter et al., 2003 Tanguy, 2012	Observation terrain + geoNB
	Maison d'un étage sans sous-sol : aucune possibilité de fuite aux étages supérieurs	Müller et al., 2011 Tanguy, 2007	
	Maison avec sous-sol : premier élément inondé, risque d'incendie, etc.	Müller et al., 2011 Tanguy, 2007	
	Maisons à plusieurs étages : possibilité de déplacer les items de valeurs ailleurs dans la maison	Englhardt et al., 2019 Godfrey et al., 2015	
Valeur du logement	Indice général du nombre de mesures d'adaptation, statut socio-économique du propriétaire, fragilité du bâti	Cutter et al., 2003	geoNB
Systèmes de drainage, etc.	Équipements de préparation aux inondations du bâtiment les plus souvent cités dans la littérature	Duži et al., 2017; Grothmann & Reusswig, 2006 Henstra et al., 2018 Kreibich et al., 2002 Müller et al., 2011 Owasu et al., 2015	Questionnaire

		Stojanov et al., 2015 Thurston et al., 2008	
Types de matériaux	Bois mouillé doit être remplacés ou retirée pour le séchage	Englhardt et al., 2019; FEMA, 2008; Müller et al., 2011; Spence, 2004 ; Tanguy, 2012	Observation terrain
	Maçonnerie et béton, plus résistants aux inondations	Englhardt et al., 2019; Godfrey et al., 2015; FEMA, 2008	
	Revêtement de fibres de plastique et de vinyle : performances variables mais moins vulnérables que le bois	FEMA, 2008	
Accessibilité au réseau routier et sécurité civile	Complique l'évacuation des résidents	Tanguy, 2016	geoNB + Microsoft + SIG

3.3 Le risque: une approche participative pour la pondération des indicateurs

L'approche déductive a été utilisée à partir de l'avis d'experts de la sécurité civile et de la gestion des inondations à l'échelle locale, provinciale et nationale (Brito et al., 2018). À travers un questionnaire (*voir annexe E*), les réponses des experts devaient permettre de vérifier s'il existe des avis différents selon le domaine d'expertise, le genre, la discipline de formation, etc. Le rôle des experts consistait à ordonnancer l'importance relative de plusieurs indicateurs associés aux vulnérabilités selon le PAH qui permet de considérer l'avis de plusieurs experts (Forman & Peniwati, 1998; Saaty, 1980, 2008). Le poids pour chacun des indicateurs et pour chacun des experts a été comptabilisé puis une pondération a ensuite été calculée pour déterminer leur importance relative en fonction de l'ensemble des réponses en provenance de tous les experts consultés. La démarche du PAH est détaillée dans Saaty (2008).

3.4 Quantification et cartographie du risque

L'analyse multicritère permet de combiner tous les indicateurs en fonction de leur poids respectif et ainsi produire une carte du risque d'inondation (de Brito & Evers, 2016; Mateo, 2012). Pour ce faire, et compte tenu que plusieurs indicateurs sont de nature ordinale ou binaire, tous les indicateurs ont été normalisés avec des valeurs comprises entre 0 et 1. Par la suite, un indice de risque (IR) a été calculé à partir des valeurs pondérées de l'exposition (VE) et de la somme des indices des vulnérabilités (VI = vulnérabilité individuelle; VS = vulnérabilité socio-économique; VB = vulnérabilité structurelle). Afin de spatialiser les indices, ces derniers furent finalement joints à la couche de l'empreinte du bâtiment qui provient de Microsoft (2018).

Enfin, comme certains indicateurs peuvent varier en fonction de l'intensité de l'aléa (p.ex. le niveau d'eau, l'accessibilité du réseau routier, etc.), les cartes produites correspondent donc à des inondations avec des récurrences de 20 et 100 ans.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

4.1 La vulnérabilité individuelle

Au total, 62 portfolios ont été complétés, mais seulement deux en provenance des zones E et F, ces dernières ont donc été exclues de l'étude. Trois autres questionnaires ont été exclus pour des raisons de consentement et de plusieurs sections incomplètes. Le tableau 4-1 montre le profil des 57 répondants.

La figure 4-1 présente toutes les réponses incluses dans l'EFA avec une variance cumulée de 61%. En sciences sociales, une variance cumulative de 60% est nécessaire pour que les résultats soient considérés comme satisfaisants (Hinkin, 1998; Peterson, 2000). Cette analyse a permis d'identifier trois types de perception : la perception affective, la perception du locus de contrôle et la perception cognitive. La perception affective du risque d'inondation comprend les énoncés qui sont tous reliés à l'inquiétude et aux émotions.

Tableau 4-1. Profil des répondants pour les zones inondables à Sussex et Sussex Corner

	Nb	%		Nb	%
Nb de participants	57		Statut		
			Propriétaire	50	87.7
			Locataire	7	12.3
Zone géographique			Occupation		
A	14	24.6	Sans emploi	1	1.8
B	14	24.6	Travailleurs	17	29.8
C	16	28.1	Retraités	32	56.1
D	13	22.8	Autre	7	12.2
Genre			Nombre d'inondations vécues		
Femme	33	57.9	0	15	26.3
Homme	24	42.1	1	11	19.3
Âge			2	15	26.3
18 – 25 ans	0	0	3	4	7
26 – 40 ans	7	12.2	4	1	1.8
41 – 64 ans	26	45.6	5 et plus	11	19.3
65 et plus	24	42.1	Expérience d'inondation		
Scolarité			Oui	42	73.7
Secondaire	18	31.6	Non	15	26.3
Diplôme professionnel ou autres	18	31.6	Résident depuis :		
Études universitaires	21	36.8	2 ans et moins		
Composition du ménage			3 à 5 ans	8	14.0
1 personne	16	28.1	6 à 10 ans	5	8.8
2 personnes	25	43.9	11 à 20 ans	9	15.8
3 personnes	6	10.5	21 à 30 ans	14	24.6
4 personnes et plus	10	17.5	31 ans et plus	8	14.0
				13	22.0

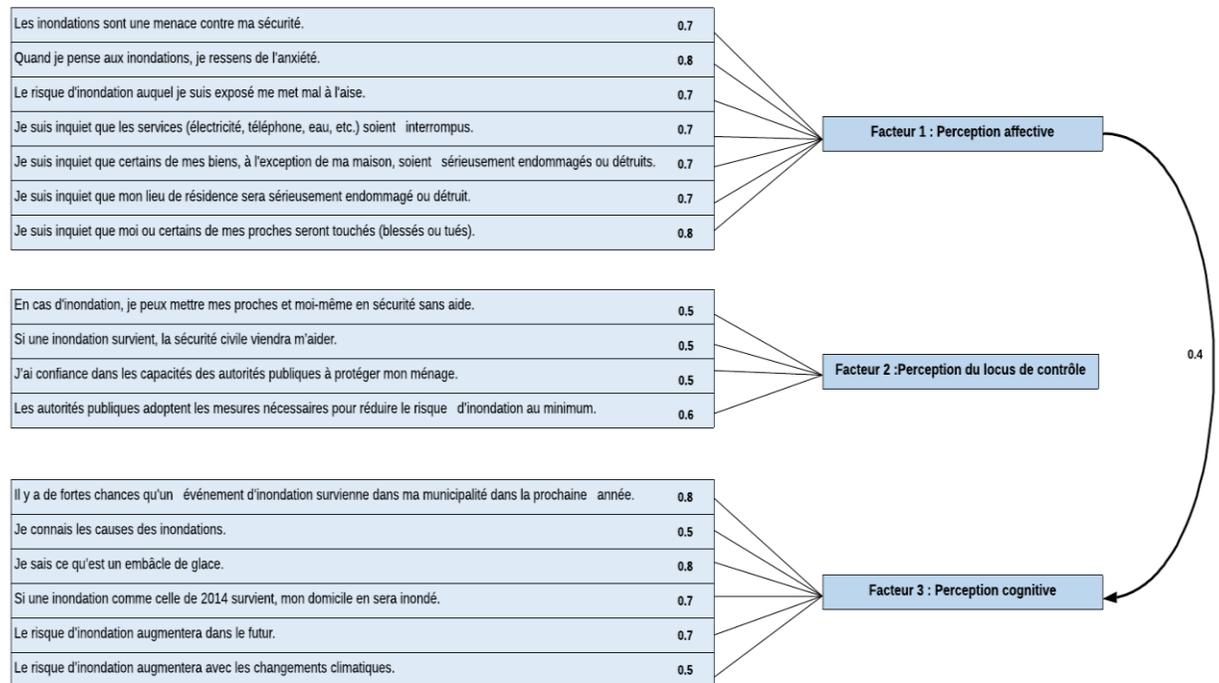


Figure 4-1. Facteurs en sortie de l'analyse factorielle et leurs items

La perception du locus de contrôle met en exergue la confiance du participant pour faire face au risque ou, au contraire, favorise une confiance accrue envers la sécurité civile et les autorités. Enfin, la perception cognitive est plutôt reliée aux connaissances du risque d'inondation. Notons que la perception affective et cognitive sont corrélées l'une avec l'autre (0,4).

Les analyse statistiques (Khi-carré et Goodman-Kruskal) ont ensuite permis d'identifier les facteurs qui influencent la perception du risque et l'adoption de mesures de préparation. En ce sens, les résultats les plus significatifs issus de ces deux tests sont présentés dans le tableau 4-2.

Tableau 4-2. Résultats du test de Goodman-Kruskal

Force de l'association selon l'échelle proposée par Pea et Parker, (1992)				
Résultat	Force d'association	Code de couleur		
0,00 < 0,10	Négligeable		<i>Finance*</i>	Impression que les mesures pour réduire le risque d'inondation d'une manière durable son financièrement difficiles à atteindre
0,10 < 0,2	Faible		<i>Public finance**</i>	Impression que les mesures pour réduire le risque d'inondations sont supportées par un engagement public suffisant
0,2 < 0,4	Modérée		<i>Prep simple***</i>	Impression que les mesures de prépratin aux inondations sont faciles à implémenter
0,40 < 0,60	Relativement forte			
0,60 et plus	Forte			

	Perception	Perception affective	Perception cognitive	Perception du locus de contrôle	Préparation	Préparation personnelle	Préparation structurelle
<i>Zone</i>							
<i>Âge</i>							
<i>Genre</i>							
<i>Statut</i>							
<i>Composition du ménage</i>							
<i>Occupation</i>							
<i>Expérience d'inondation</i>							
<i>Nb d'inondation</i>							
<i>Ancienneté</i>							
<i>Finance*</i>							
<i>Public finance**</i>							
<i>Prep simple***</i>							
<i>Perception</i>							
<i>Perception affective</i>							
<i>Perception cognitive</i>							
<i>Perception du locus de contrôle</i>							
<i>Préparation</i>							
<i>Préparation personnelle</i>							
<i>Préparation structurelle</i>							

Notons que toutes les combinaisons de variables ayant une valeur négligeable d'association selon le test de Goodman-Kruskal étaient considérées comme indépendantes dans le test du Khi-carré. Les autres combinaisons ont été considérées comme non-indépendantes par le Khi-carré. Le genre n'a pas été identifié comme une variable significative à la perception et la préparation face au risque d'inondation.

4.1.1 Régressions logistiques ordinales

Après avoir discrédité les indices de perception et de préparation en six classes (cinq classes pour la préparation personnelle et structurelle), des régressions logistiques ordinales ont été effectués avec la perception affective, la perception du locus de contrôle, la perception cognitive, la perception générale, la préparation personnelle, la préparation structurelle et la préparation générale comme variables indépendantes. Les résultats les plus significatifs sont décrits ci-après.

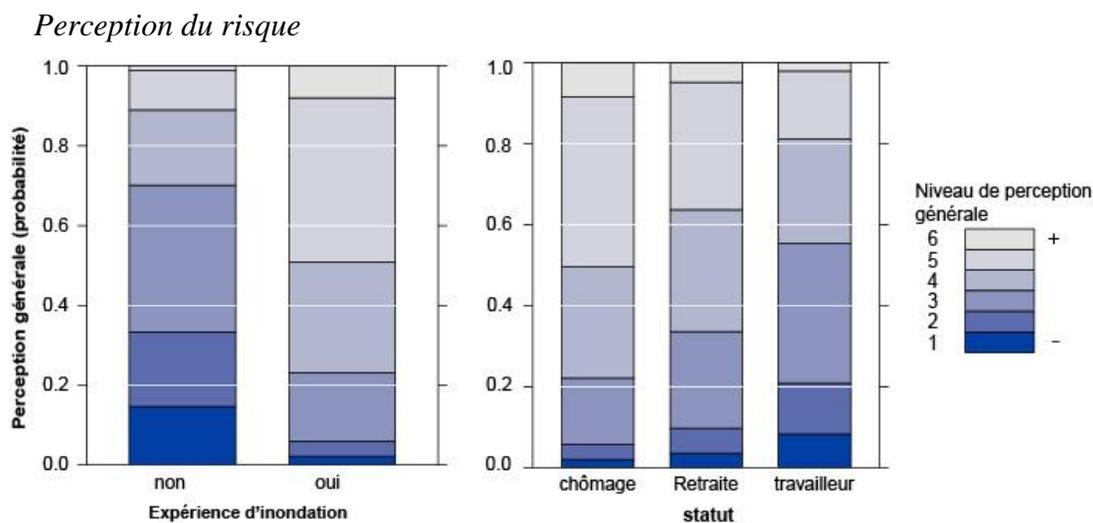


Figure 4-2. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la perception sur les variables « statut » et « expérience d'inondation »

Les variables qui influent sur la perception sont l'occupation et l'expérience d'inondation. Les retraités et les chômeurs ont de manière générale, une meilleure perception du risque que les travailleurs. Les habitants ayant vécu une inondation ont une perception du risque plus élevée que les gens qui n'ont pas vécu d'inondation (figure 4-2).

Perception du locus de contrôle par rapport au risque

Les variables pertinentes sont la zone géographique, la préparation personnelle, la préparation structurelle et la préparation. Plus un individu est préparé, plus il aura confiance en ses capacités pour faire face aux inondations.

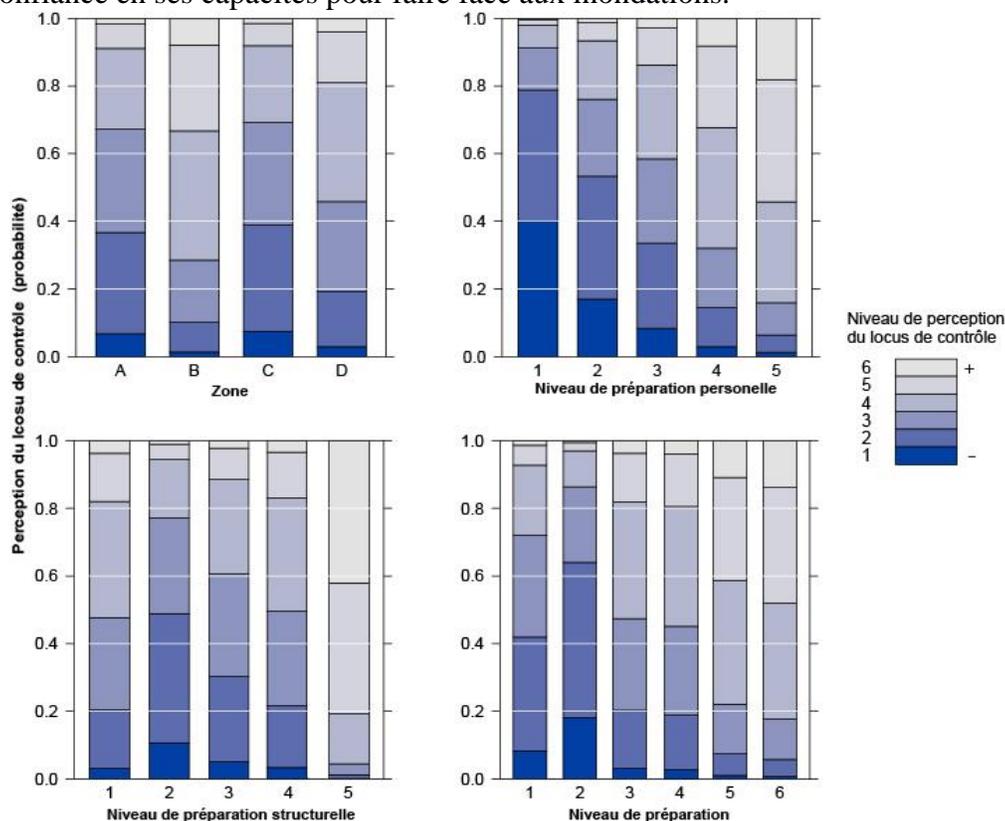


Figure 4-3. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la perception du locus de contrôle sur les variables « zone », « préparation personnelle », « préparation structurelle » et « préparation »

Perception affective

Le modèle comprend les variables expérience d'inondation, ancienneté et préparation. Les habitants ayant vécu une inondation ont une perception affective plus élevée. Un résident habitant son foyer depuis 3 à 10 ans a une perception affective jusqu'à six fois plus élevée que les nouveaux arrivants et les plus anciens habitants.

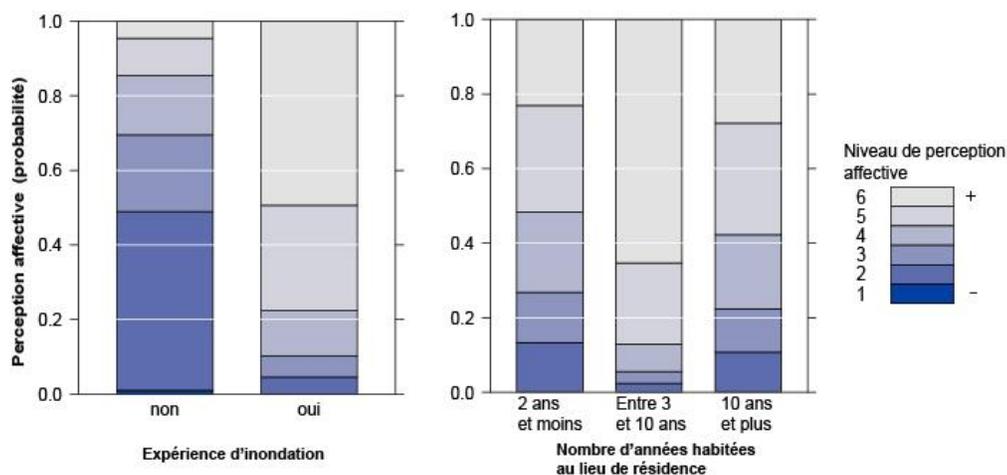


Figure 4-4. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la perception affective selon les variables « expérience d'inondation », « ancienneté » et « préparation »

Perception cognitive du risque

Les variables significatives sont l'expérience d'inondation, l'ancienneté et la préparation. Une personne ayant vécu une inondation est beaucoup plus susceptible d'avoir une perception cognitive élevée des inondations. De manière semblable à la perception affective, un répondant qui habite sa résidence depuis 3 à 10 ans a une perception cognitive jusqu'à quatre fois plus élevée que les nouveaux et les plus anciens habitants. La relation positive entre la perception cognitive et la préparation est également à considérer mais avec prudence puisque la dépendance n'a pas été démontrée par le test du Khi-carré.

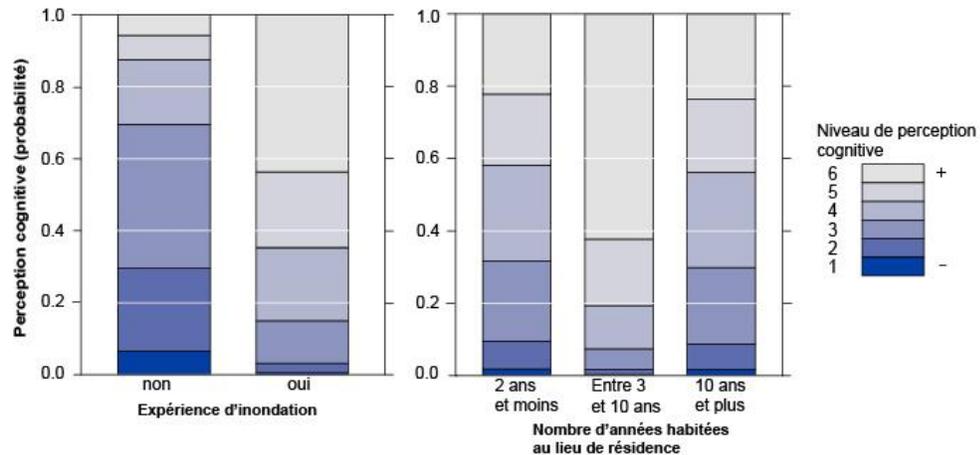


Figure 4-5. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la perception cognitive selon les variables « expérience d'inondation », « ancienneté » et « préparation »

Préparation au risque

Les variables significatives sont la zone géographique, l'âge, les ressources financières et l'expérience d'inondation. L'âge semble être déterminant pour l'absence de mesures de préparation, dans la mesure où les personnes âgées (65 ans et plus) ont adopté très peu de mesures). Les ressources financières sont directement corrélées avec la mise en place de mesures de préparation. À l'inverse, l'expérience d'inondation vécue conduit très souvent à l'adoption de mesures de préparation. Cette conclusion est d'ailleurs corroborée par l'ANOVA avec une différence significative (figure 4-7). Les habitants

de la zone géographique D ont 13 fois plus de chances d'avoir adopté beaucoup de mesures de préparation que dans les autres zones (figure 4-8).

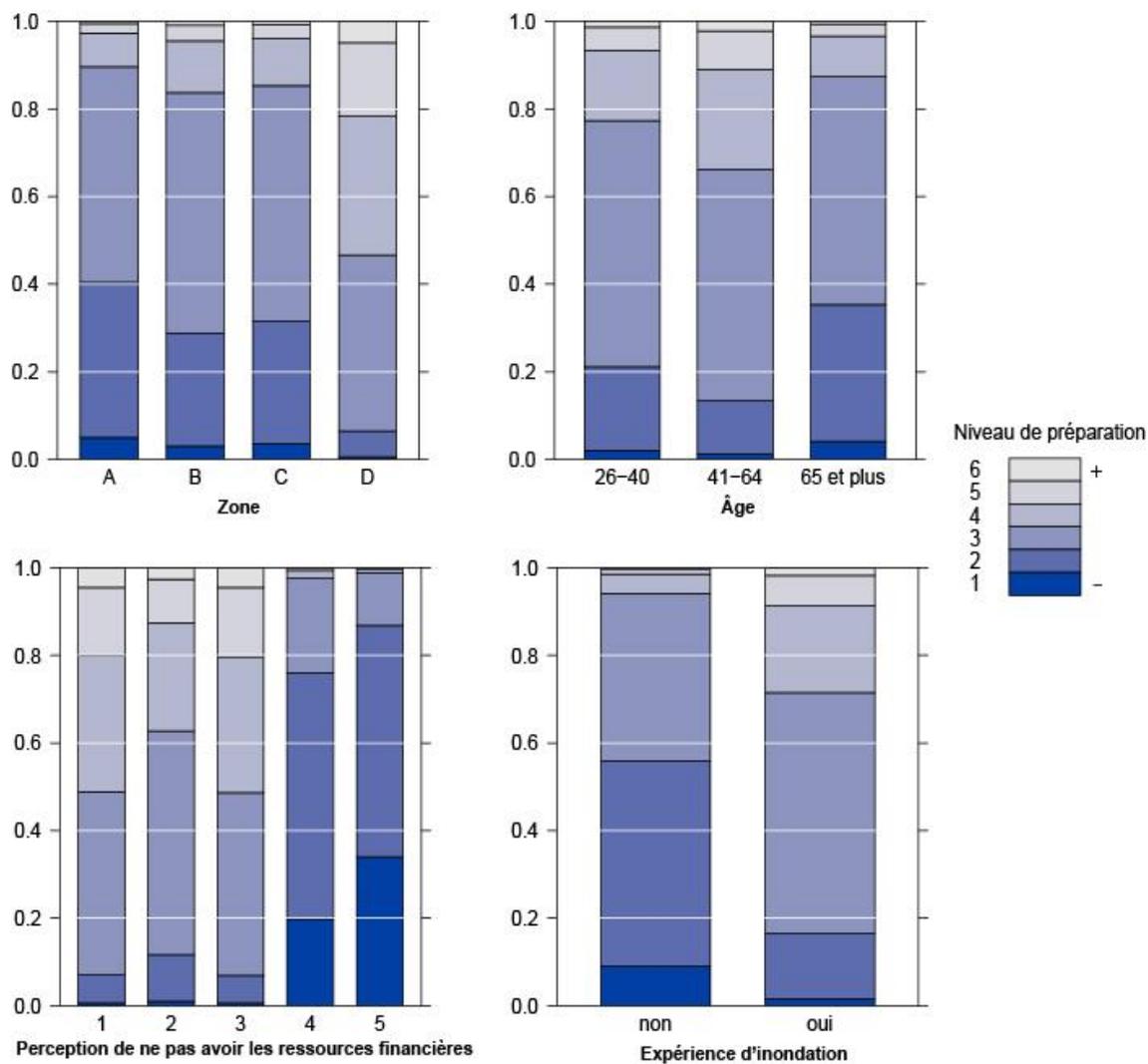


Figure 4-6. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la préparation au risque selon les variables « zone », « âge », « finance » et « expérience d'inondation »

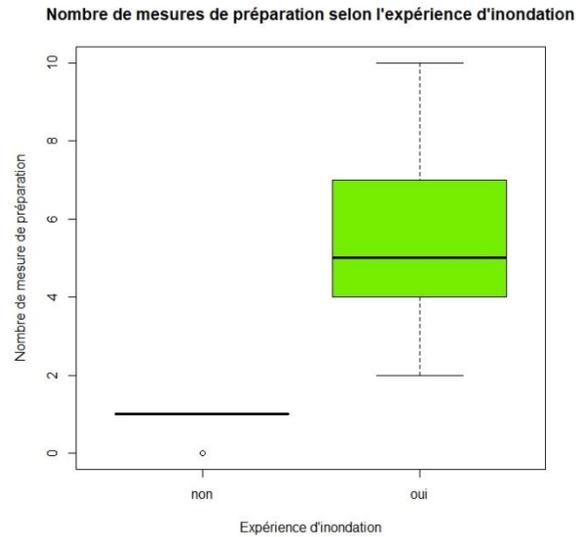


Figure 4-7. Diagramme à boîte à moustache du nombre de mesures préparatoires adoptées selon l'expérience d'inondation

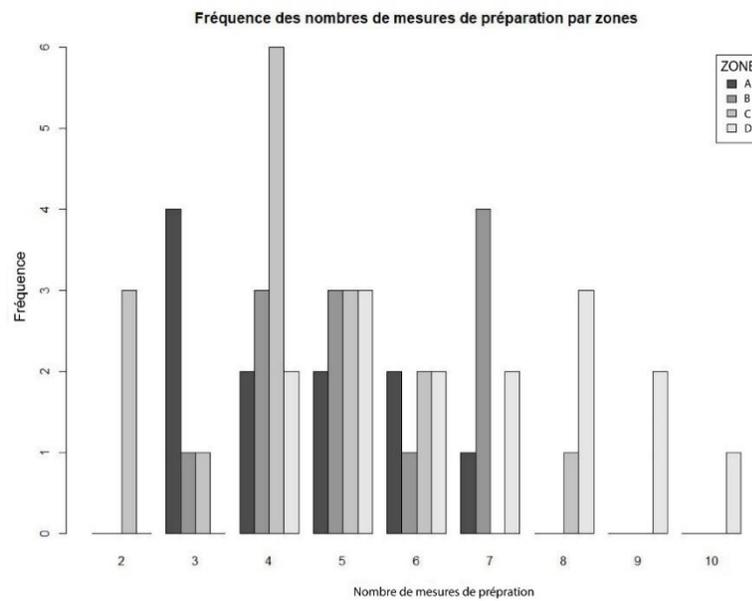


Figure 4-8. Histogramme de fréquence du nombre de mesures de préparation adoptées par le répondant selon la zone géographique

Préparation personnelle au risque

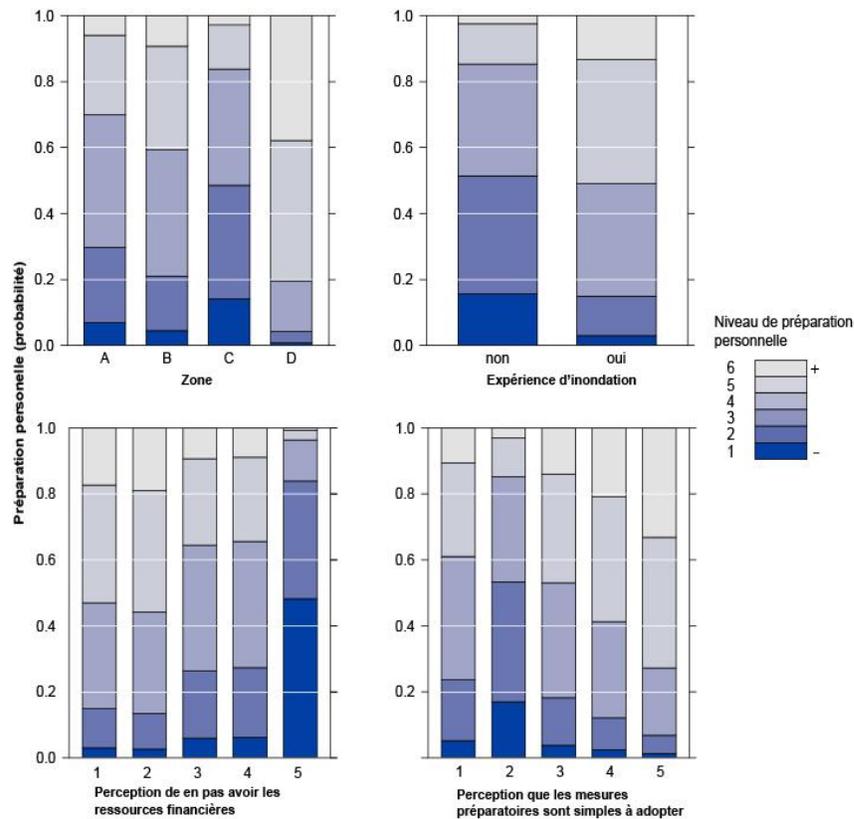


Figure 4-9. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinaire de la préparation personnelle au risque selon les variables « zone », « expérience d'inondation », « finance » et « préparation simple »

Le modèle retenu pour la préparation personnelle comprend les variables de la zone géographique, l'expérience d'inondation, les ressources financières et la préparation simple. De manière similaire à la préparation générale, les répondants ayant expérimentés des inondations et les habitants de la zone géographique D adoptent beaucoup plus de mesures de préparation personnelle que les autres. La perception de ne pas avoir les ressources financières est encore une fois corrélé négativement avec l'adoption de mesures de préparation. Rappelons pourtant que plusieurs mesures sont

très peu onéreuses (ex. lampe de poche, trousse de 72h, etc.). Plus les gens ont la perception que les mesures de préparation personnelle sont simples et faciles à adopter, plus ils en adopteront. Finalement, plus le locus de contrôle interne est élevé, plus le répondant adoptera de mesure préparatoires personnelles, à l'inverse, une confiance accrue envers les autorités mènent à peu de préparation personnelle.

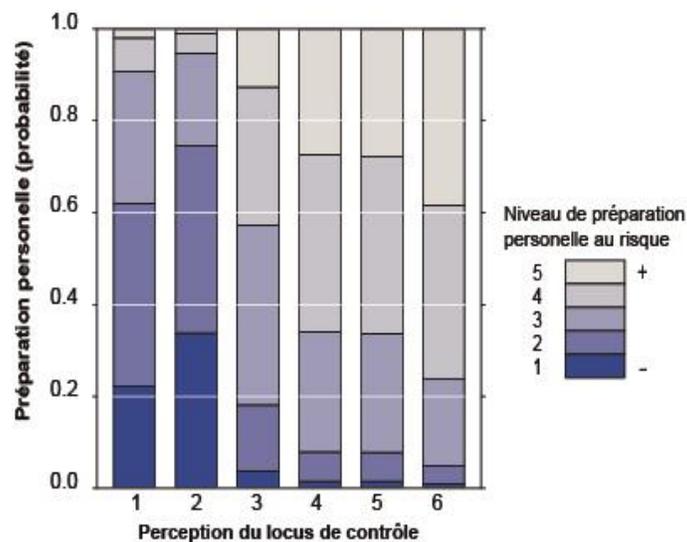


Figure 4-10. Effet prédictif pour le modèle de régression logistique ordinal de la préparation personnelle au risque selon la variable « perception du locus de contrôle »

Préparation structurelle au risque

Les variables significatives sont les ressources financières, la zone géographique, l'âge, l'occupation et le statut. À un degré encore plus élevé qu'avec la préparation et la préparation personnelle, la perception de ne pas avoir de ressources financières pour adopter des mesures de préparation est évidente.

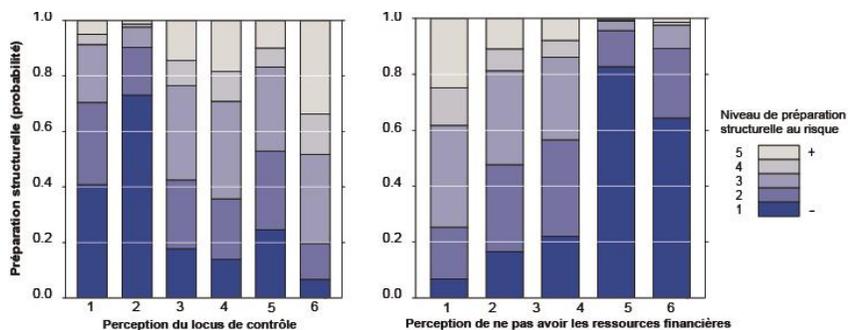


Figure 4-11. Effet prédictif du modèle de régression logistique ordinaire de la préparation structurelle selon les variables « finance » et « perception du locus de contrôle »

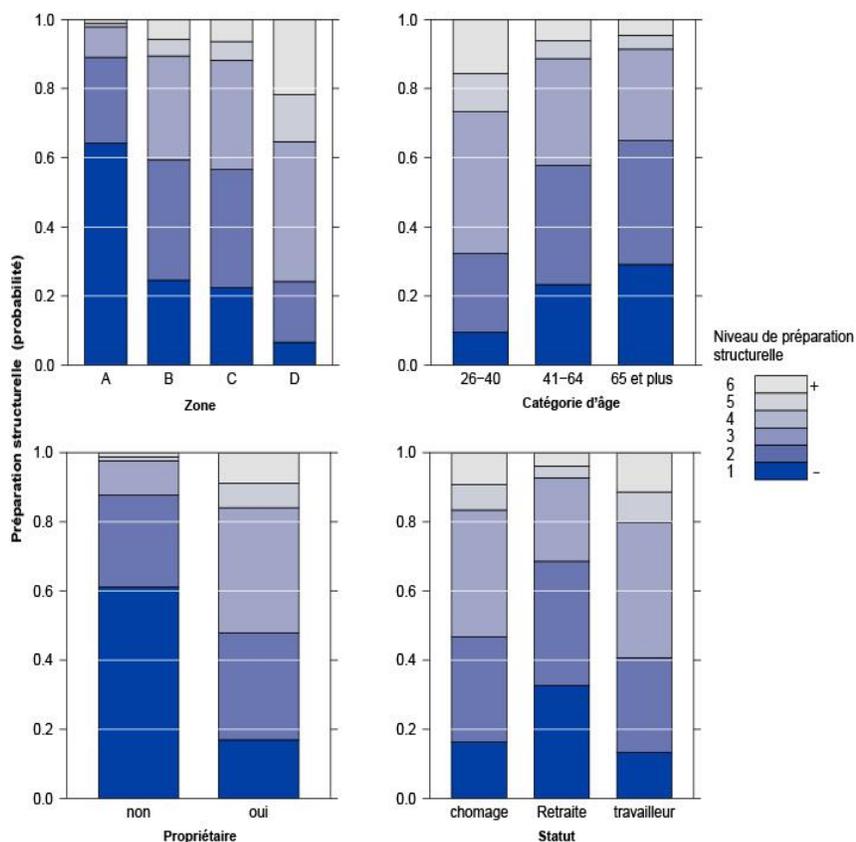


Figure 4-12. Effet prédictif du modèle de régression logistique ordinaire de la préparation structurelle selon les variables «zone», «âge», «Occupation» et «Statut»

4.2 Pondération des indicateurs et cartographie des dimensions du risque

Le tableau 4-3 récapitule les renseignements issus du questionnaire présenté aux experts et le tableau 4-4 montre la pondération des indicateurs du risque issus du PAH.

Tableau 4-3. Renseignement des experts ayant répondu au questionnaire

	Nb	%		Nb	%
Nb de participants	6		Connaissance de la vulnérabilité aux inondations		
Niveau d'éducation			Très bon	3	50
Doctorat	1	16.7	Raisonnable	2	33.3
Maîtrise	2	33.3	Limité	1	16.7
Baccalauréat	1	16.7	Affiliation professionnelle		
Formation professionnelle	2	33.3	Gouvernement/Municipalités	2	33.3
Genre			Académique	3	50
Femme	1	16.7	Sécurité publique	1	16.7
Homme	5	83.3	Discipline de formation		
			Géographie	2	33.3
			Gestion	1	16.7
			Ingénierie	2	33.3
			Chimie	1	16.7

Tableau 4-4. Pondération issue du PAH des dimensions et indicateurs de la vulnérabilité

AHP - Pondération finale des dimensions et indicateurs du risque				
Dimension du risque	Poids	Indicateurs	Poids	Pondération finale
Vulnérabilité individuelle	37,37%	Perception du risque	52,4%	19,57%
		Préparation au risque	47,6%	17,80%
Vulnérabilité socio-économique	16,27%	Propriétaire/locataire	7,6%	1,24%
		Âge - jeunes enfants	25,8%	4,20%
		Âge - jeunes enfants	11,0%	1,79%
		Revenu par ménage	10,3%	1,68%
		Genre	0,3%	0,05%
		Personnes vivant seule	9,3%	1,51%
		Personnes sans emplois	9,2%	1,49%
		Langue	8,5%	1,38%
		Niveau d'éducation	7,8%	1,27%
		Immigration	10,3%	1,67%
Vulnérabilité du bâtiment	16,49%	Type de bâtiment	30,9%	5,10%
		Valeur du bâtiment	13,2%	2,18%
		Type de matériaux de construction	17,2%	2,83%
		Systèmes de drainage et pompes	17,4%	2,87%
		Isolation du réseau routier	14,7%	2,42%
		Distance des services de sécurité civ	6,5%	1,07%
Exposition	29,87%	Niveau d'eau	100%	29,87%

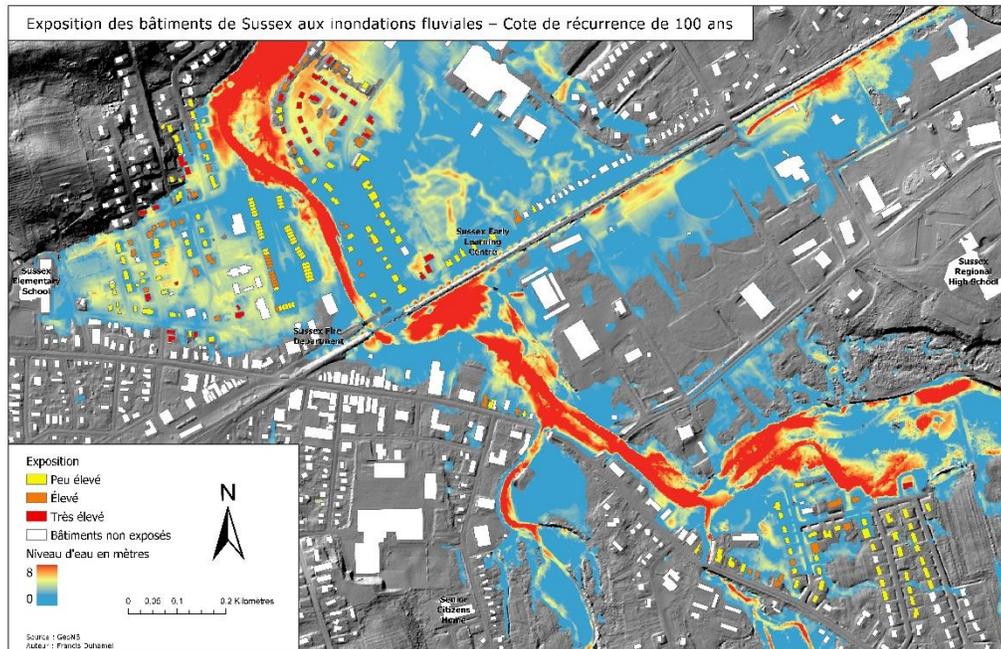


Figure 4-14. Exposition des bâtiments de Sussex aux inondations fluviales - Cote de récurrence de 100 ans

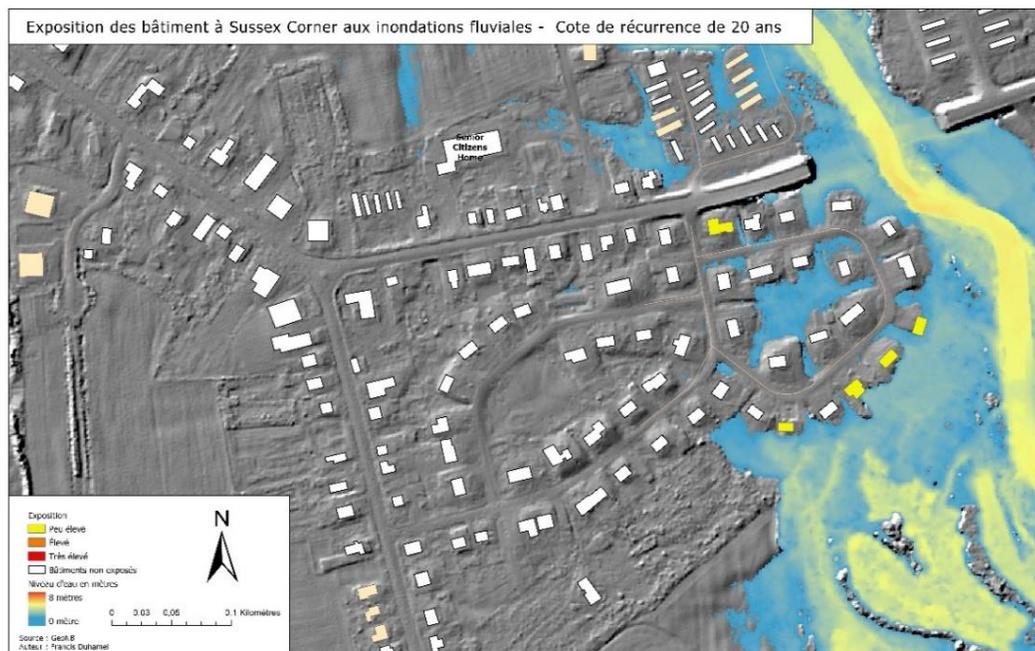


Figure 4-15. Exposition des bâtiments de Sussex Corner aux inondations fluviales - Cote de récurrence de 20 ans

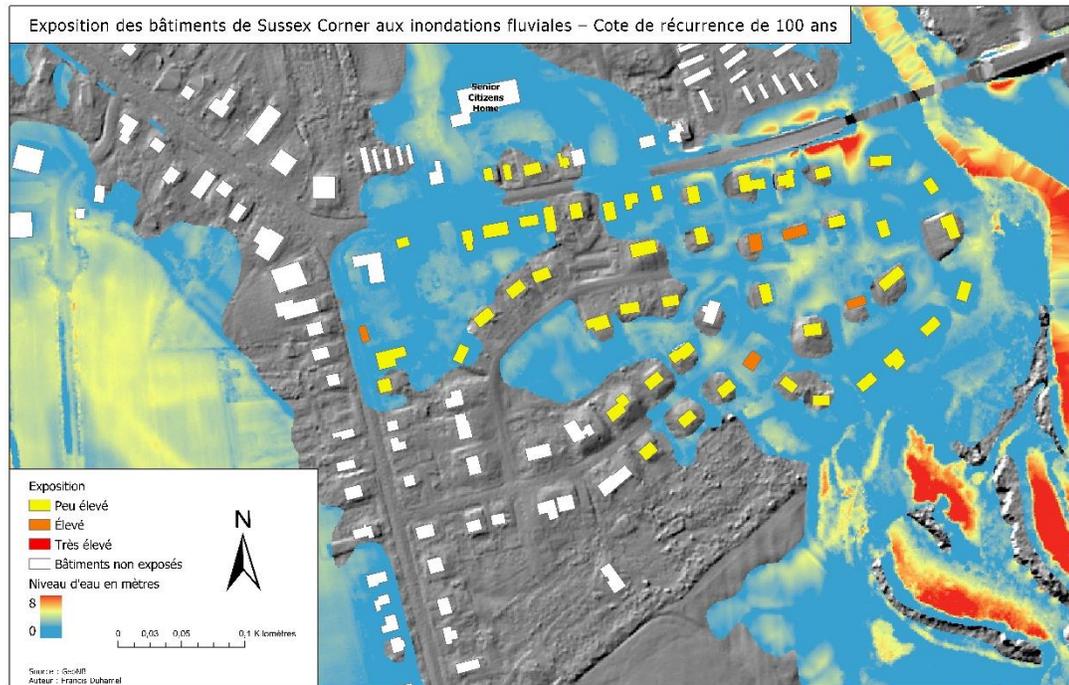


Figure 4-16. Exposition des bâtiments de Sussex Corner aux inondations fluviales - Cote de récurrence de 100 ans

4.2.2 La dimension individuelle de la vulnérabilité

37% de l'indice du risque est attribué à la vulnérabilité individuelle, c'est-à-dire la perception et la préparation face au risque d'inondation. Selon les experts, la perception et la préparation au risque sont les deuxième et troisième variables les plus importantes à considérer avec des valeurs respectives de 19,57% et 17,80%. On note cependant une certaine variabilité dans les réponses : deux ingénieurs ont jugé ces deux indicateurs d'importance égale (50%), deux autres experts ont jugé que la préparation était nettement plus importante que la perception (80% vs 20%) alors que deux autres ont affirmé le contraire (10% vs 90%). L'indice de perception et de préparation issu de l'analyse factorielle a été utilisé dans l'élaboration de l'indice final du risque.

Toutefois, à cause de considérations éthiques de confidentialité, la carte de la vulnérabilité individuelle ne peut être visualisée dans ce mémoire.

4.2.3 La dimension socio-économique de la vulnérabilité

La vulnérabilité socio-économique compte pour 16,27% selon les experts. Les variables les plus importantes sont l'âge – les personnes âgées et les jeunes enfants, s'ajoutent ensuite à ces variables le revenu par ménage et l'immigration récente. Notons également l'importance des personnes seules. Les académiciens évaluent en moyenne les variables purement économiques de manière plus élevée que les employés de la fonction publique. À titre d'exemples le revenu par ménage (13,8% vs 6,7%) et les personnes sans emplois (12,1% vs 6,27%). Pour ce qui du genre, tous nos experts sont unanimes, il s'agit d'une variable très peu influente (0,3%) dans l'évaluation du risque. Les figures 4-17 et 4-18 représentent l'indice de vulnérabilité socio-économique dans les deux quartiers à l'étude.

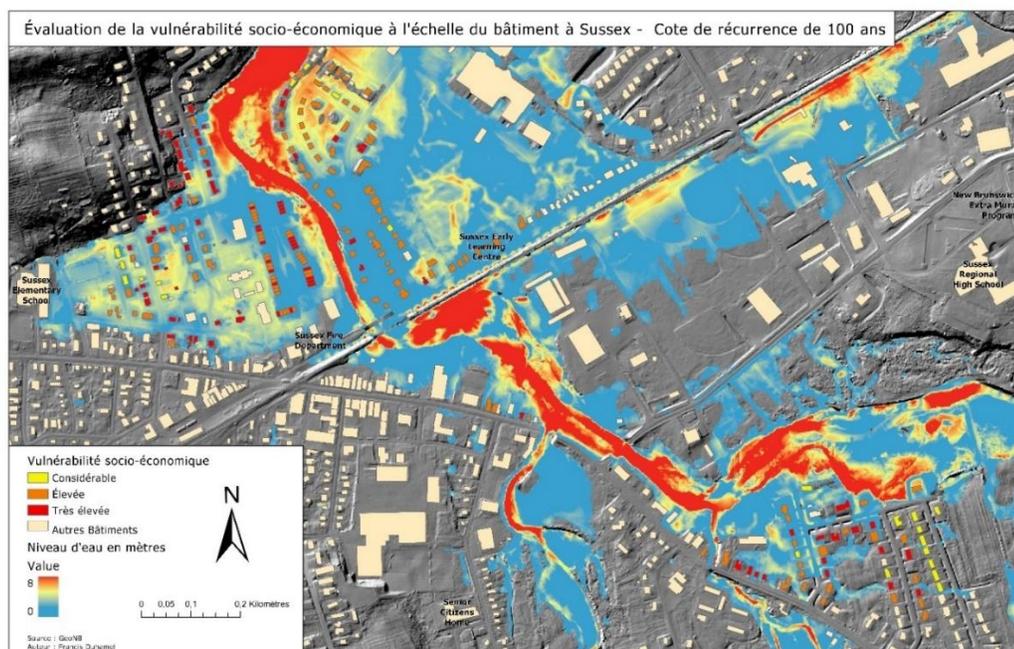


Figure 4-17. Évaluation de la vulnérabilité socio-économique à l'échelle du bâtiment à Sussex - Cote de récurrence de 100 ans

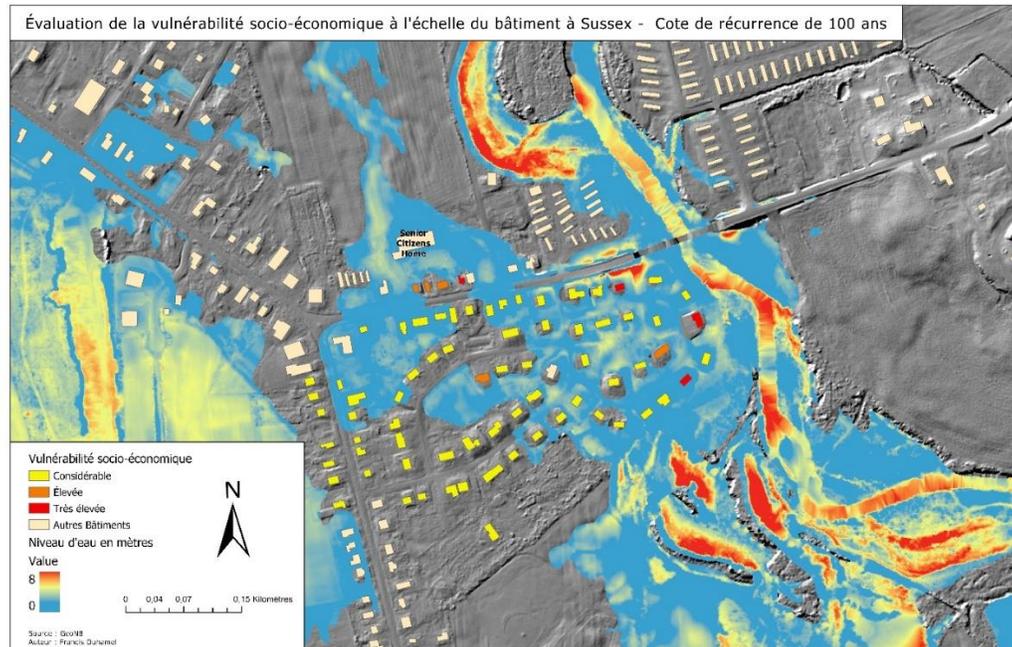


Figure 4-18. Évaluation de la vulnérabilité socio-économique à l'échelle du bâtiment à Sussex Corner - Cote de récurrence de 100 ans

4.2.4 La dimension structurelle de la vulnérabilité

La vulnérabilité structurelle a été pondérée par les experts à 16,49%. Le type de bâtiment est de manière quasi unanime la variable la plus importante avec une valeur de 30,9%. Les autres variables, en ordre décroissant sont les systèmes de drainage et les pompes (17,4%), les types de matériaux de construction (17,2%), l'accessibilité du réseau routier (14,7%) et la distance des services de sécurité publique (6,5%). Considérant les deux dernières variables, les experts jugent que l'enjeu consiste plutôt à la possibilité de se rendre et de pouvoir quitter sa résidence ensuite plutôt que le temps nécessaire pour l'atteindre. Les figures 4-19 et 4-20 montrent les résultats de l'analyse de réseau effectuée pour obtenir des informations sur la distance des services d'urgence et l'accessibilité du réseau routier. Celle-ci permet d'une part, d'identifier les restrictions de passage liées à des niveaux d'eau de 30 cm et plus et, d'autre part,

d'identifier des routes alternatives. La carte indique que la totalité des bâtiments des zones A et B sont isolés, accentuant leur vulnérabilité.

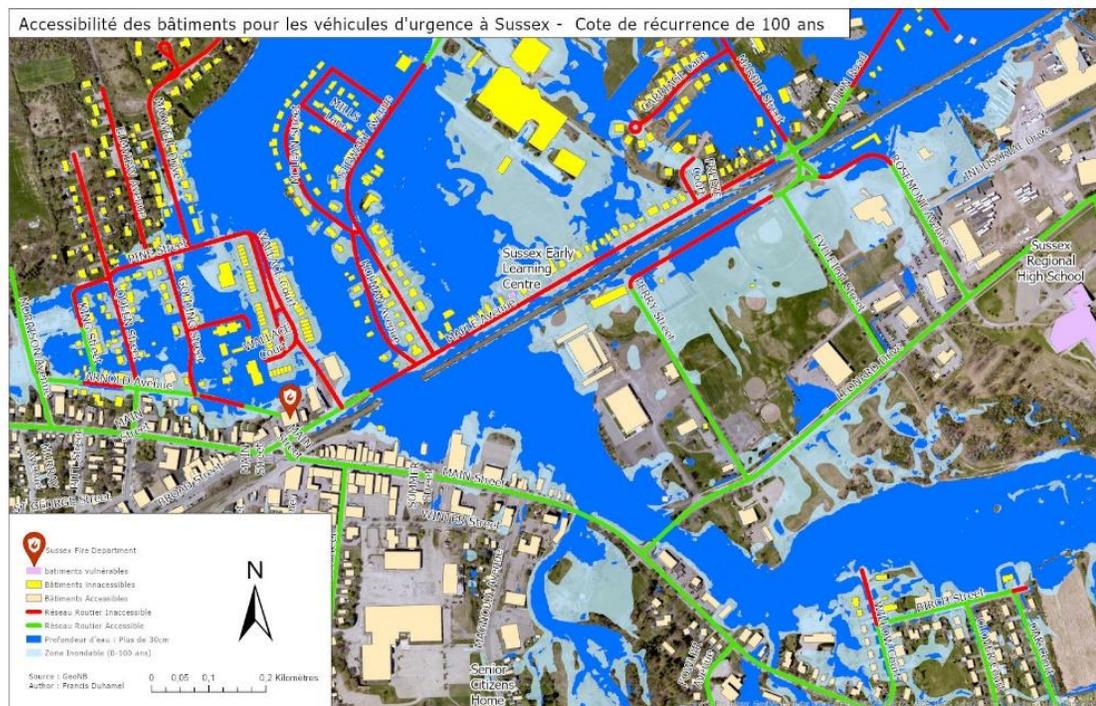


Figure 4-19. Accessibilité des bâtiments pour les véhicules d'urgence à Sussex - Cote de récurrence de 100 ans

Les résultats précédents ont été standardisés comptabilisés aux données des autres variables de vulnérabilité structurelle selon leur pondération pour créer l'indice pour chaque bâtiment. Les figures 4-21 à 4-24 affichent l'indice de vulnérabilité structurelle pour tous les bâtiments à différents niveaux d'exposition.

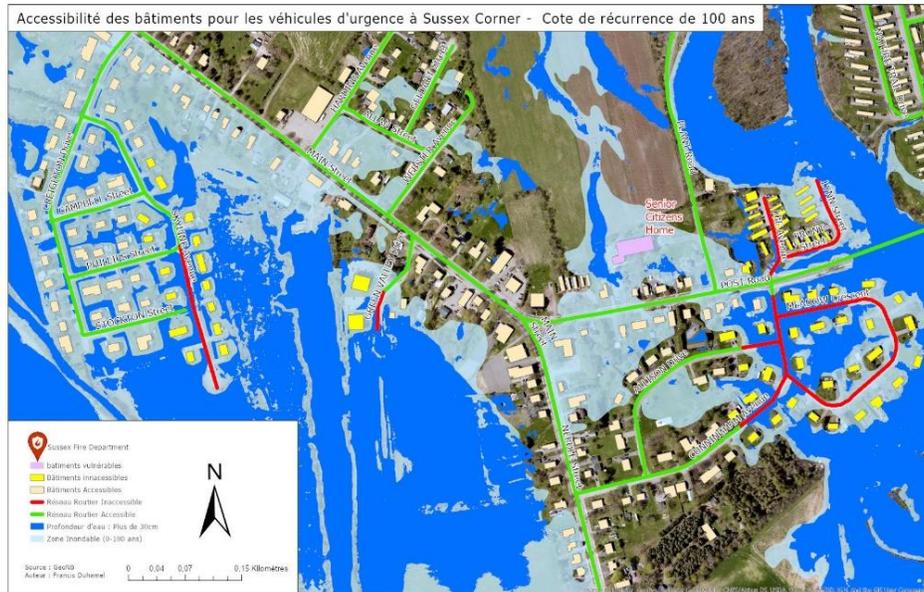


Figure 4-20. Accessibilité des bâtiments pour les véhicules d'urgence à Sussex Corner - Cote de récurrence de 100 ans

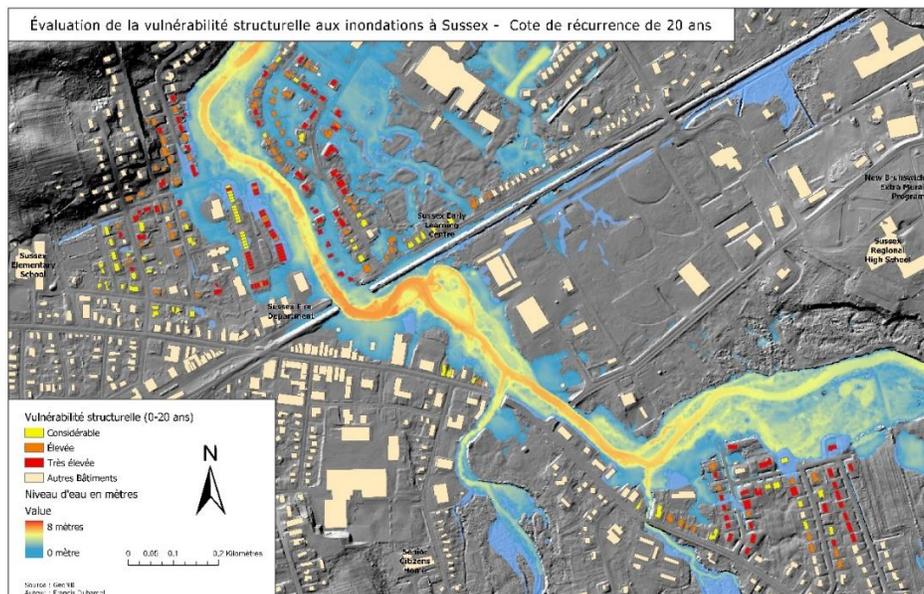
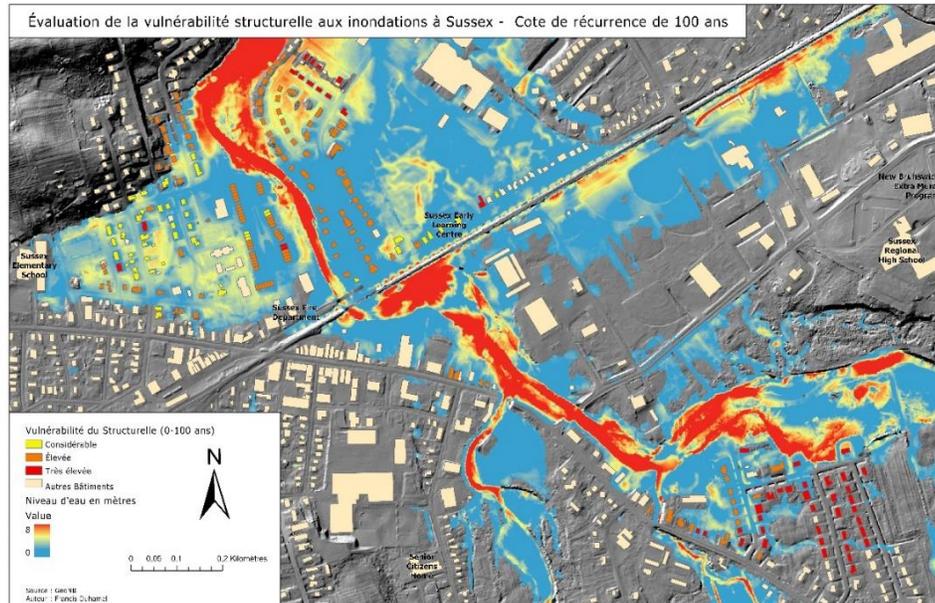


Figure 4-21. Évaluation de la vulnérabilité structurelle aux inondations à Sussex - Cote de récurrence de 20 ans



4-22. Évaluation de la vulnérabilité structurelle aux inondations à Sussex - Cote de récurrence de 100 ans

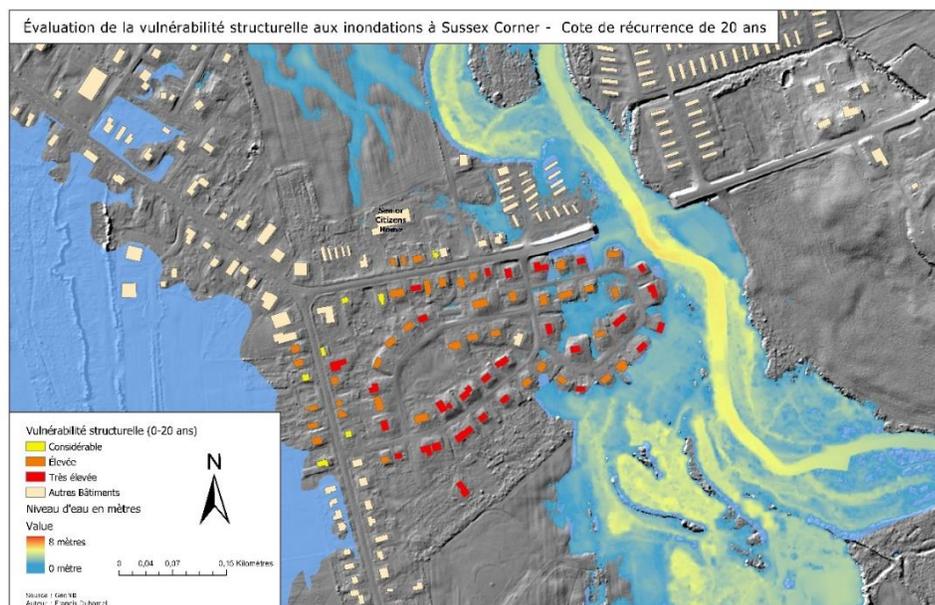


Figure 4-23. Évaluation de la vulnérabilité structurelle aux inondation à Sussex Corner - Cote de récurrence de 20 ans

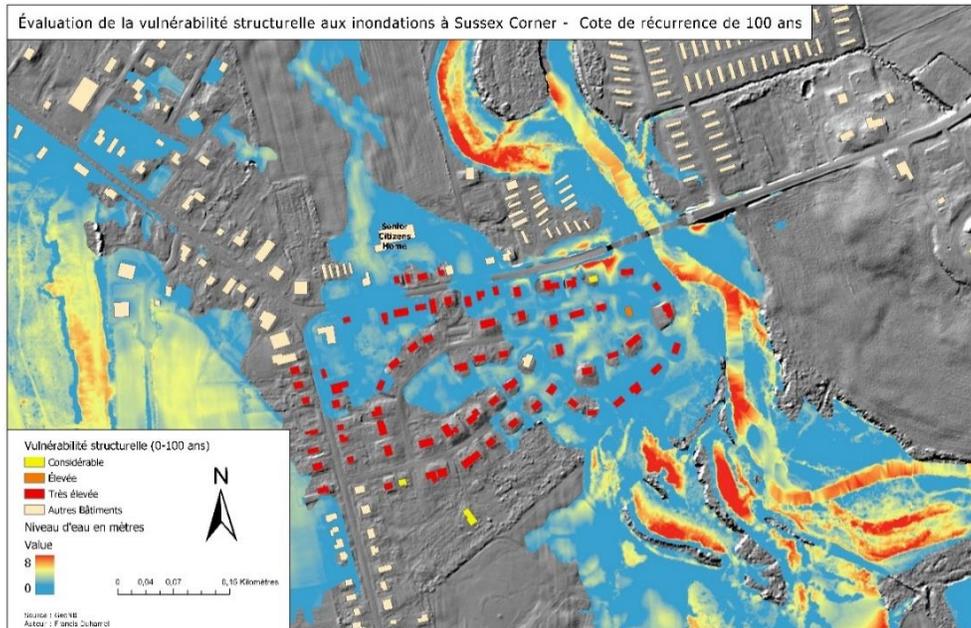


Figure 4-24. Évaluation de la vulnérabilité structurelle aux inondation à Sussex Corner - Cote de récurrence de 100 ans

4.3 L'indice global du risque

Les figures 4-25 à 4-28 présentent les cartographies finales du risque, qui comprennent toutes les dimensions avec leur valeur pondérée.

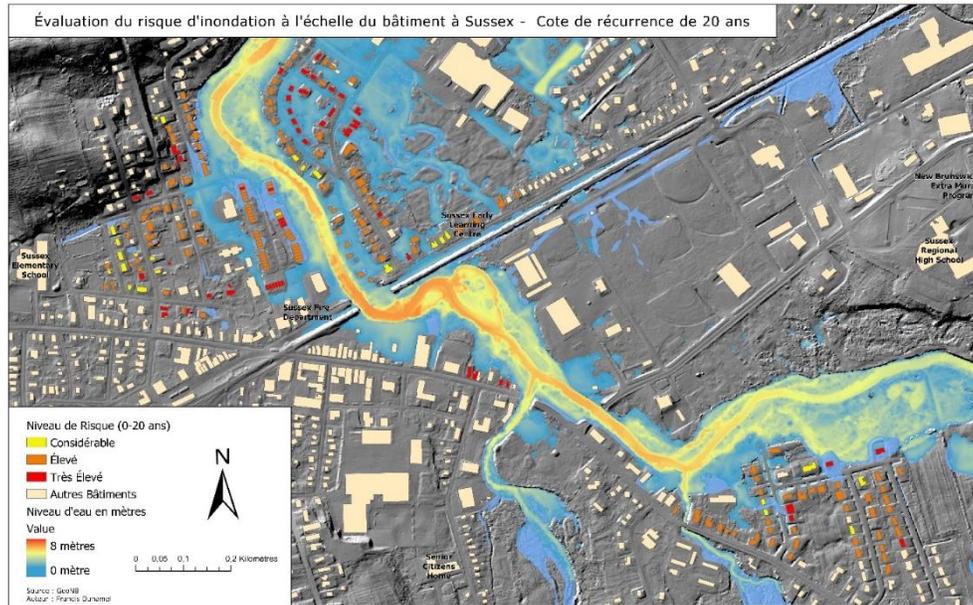


Figure 4-25. Évaluation du risque à l'échelle du bâtiment à Sussex - Cote de récurrence de 20 ans

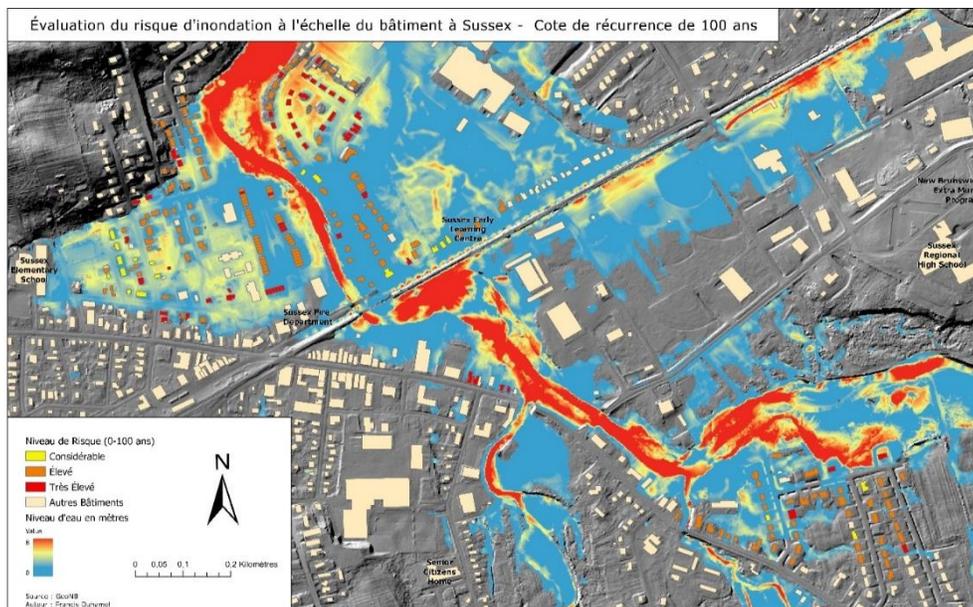


Figure 4-26. Évaluation du risque à l'échelle du bâtiment à Sussex - Cote de récurrence de 100 ans

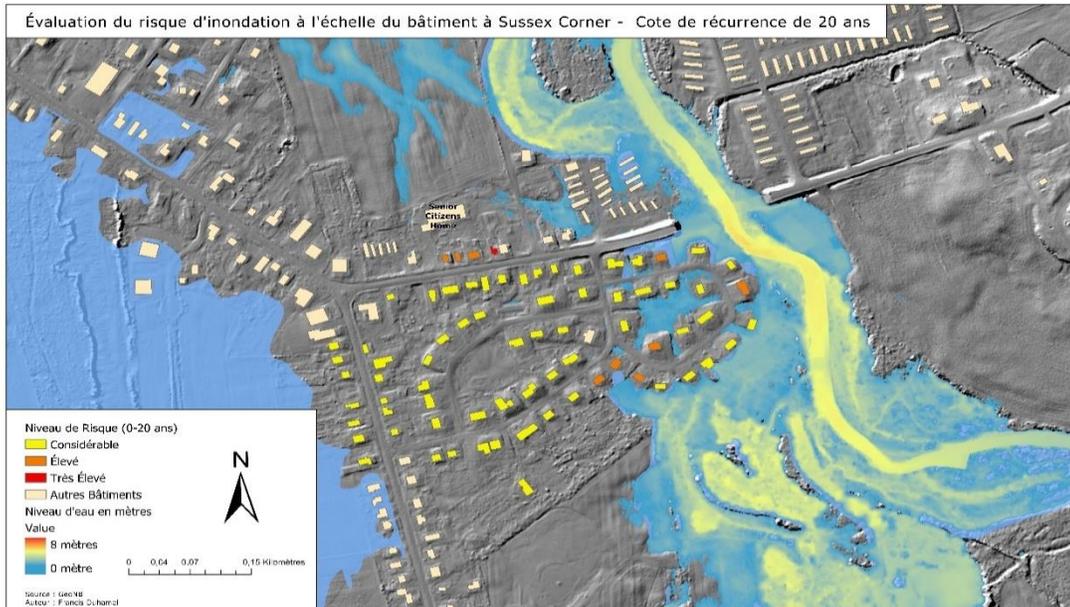


Figure 4-27. Évaluation du risque à l'échelle du bâtiment à Sussex Corner - Cote de récurrence de 20 ans

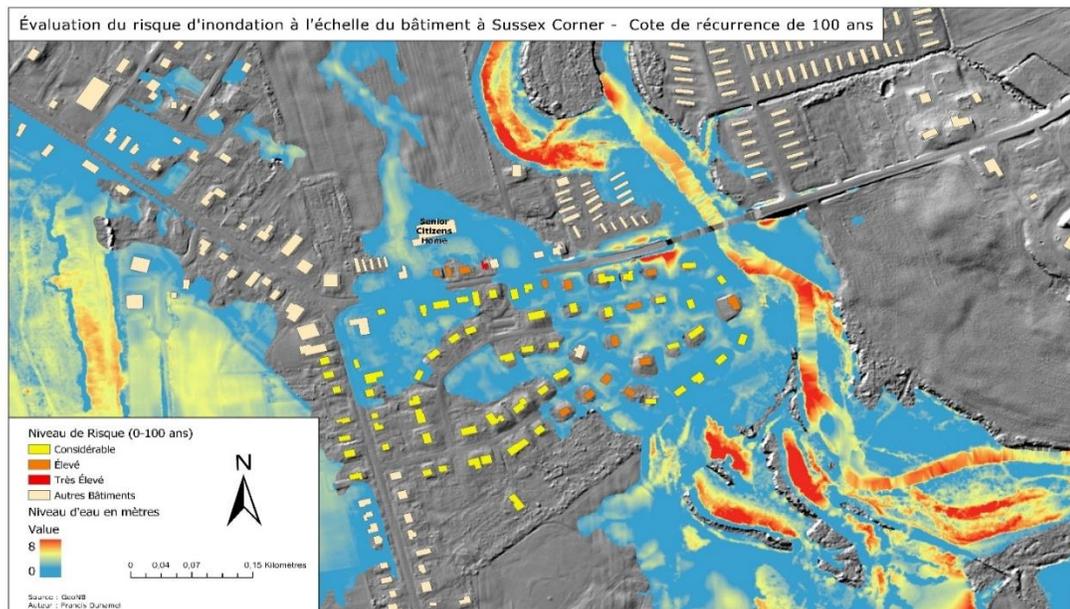


Figure 4-28. Évaluation du risque à l'échelle du bâtiment à Sussex Corner - Cote de récurrence de 100 ans

CHAPITRE V

DISCUSSION

5.1 Analyse du risque d'inondation fluviale à Sussex et Sussex Corner

En tout, 428 bâtiments résidentiels sont considérés comme exposés à l'aléa inondation selon la cartographie réalisée pour une cote de récurrence de 100 ans (figure 25 et 26). Cela ne comprend pas les bâtiments affectés par l'eau souterraine, laquelle touche et endommage de nombreuses autres résidences à Sussex. Certains bâtiments sont très sévèrement exposés, avec des niveaux d'eau de plus d'un mètre dans certains cas. La zone avec la plus forte exposition est la zone B, sur la rue Mclean notamment. Cette forte exposition rend d'ailleurs le quartier inaccessible advenant une inondation centennale. Il en est de même pour l'intégralité de la zone A puisque les seuls accès sont les rues King et Golding, ainsi que le passage derrière la caserne de pompier, lesquels sont tous inondés par plus de 30 cm d'eau. À Sussex Corner, toutes les résidences de la rue Meadow Crescent ainsi que le parc de maisons mobiles au nord de la Post Rd seraient aussi inaccessibles lors d'une inondation centennale. Des bâtiments publics hautement vulnérables se trouvent aussi dans cette zone. Lors d'une inondation centennale, le « Sussex Lions Villa » et le « Sussex early learning center » seraient isolés et inaccessibles. Le premier est un complexe d'appartements et d'unités d'habitation pour les 60 ans et plus et le deuxième est une garderie et une école maternelle.

La vulnérabilité socio-économique est beaucoup plus sévère dans les zones A et B ainsi que dans la portion plus exposée de la zone C. Dans la zone A, 43% des bâtiments sont considérés comme ayant une vulnérabilité socio-économique très élevée et seulement cinq d'entre eux ont une vulnérabilité considérable. Ceci est principalement dû au faible revenu des ménages et le faible niveau de scolarité dans ces zones, ainsi que le nombre de résidents âgés de plus de 65 ans. Ces zones sont aussi celles qui accueillent le plus grand nombre de locataires, tandis que les résidents des autres zones sont plus souvent propriétaires.

La majorité des bâtiments à l'étude ont deux étages et un sous-sol et sont constitués d'un revêtement de vinyle. La différence de vulnérabilité structurelle entre les bâtiments est plutôt liée à la valeur foncière, la possession de pompes ou autres systèmes de drainage, l'accessibilité du réseau routier et la distance des services de sécurité civile. La dernière variable est probablement la raison pourquoi la vulnérabilité structurelle est plus élevée dans la zone D que dans les autres zones pour une inondation d'une récurrence de 100 ans versus 20 ans, étant plus éloignée et plus isolée.

Au total 75 bâtiments résidentiels ont un niveau de risque très élevé, un peu plus de 75% de ces derniers se trouvent à Sussex, dans les zones A et B. Ce risque élevé s'explique par leur vulnérabilité socio-économique forte comme mentionné préalablement. Les autorités devraient donc leur attribuer une attention particulière étant donné qu'ils sont à la fois très exposés et très vulnérables. Le niveau de risque semble être plus élevé, de manière générale, dans les zones A et B. La zone D est celle où l'on observe le nombre le plus élevé de bâtiments considérés comme considérablement à risque. Ceci est principalement due à leur vulnérabilité individuelle, plus élevée que dans les autres zones.

La figure 5-1 illustre deux bâtiments situés à proximité, avec la même exposition et des matériaux similaires de construction, mais un risque différent lié à des vulnérabilités socio-économique et individuelle variables.

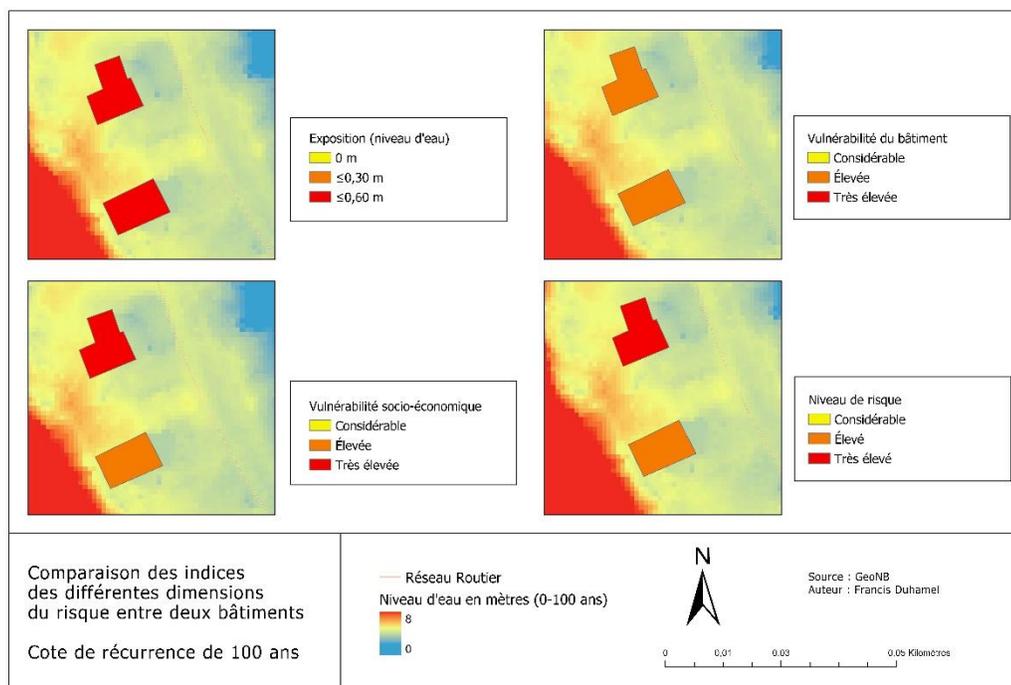


Figure 5-1. Comparaison des indices des différentes dimensions du risque entre deux bâtiments – Cote de récurrence de 100 ans

Cet exemple permet d'illustrer l'intérêt de ne pas se fier exclusivement sur les hauteurs d'eau dans la zone inondée pour estimer le risque, mais aussi de prendre en compte toutes les dimensions de la vulnérabilité. Cela montre également l'utilité d'étudier le risque à l'échelle du bâtiment. L'approche multidimensionnelle a donc une plus-value dans l'analyse du risque. Le PAH a par contre révélé que ce ne sont pas toutes les variables qui contribuent de manière significative au risque. Le genre a été unanimement considéré comme peu significatif pour le risque d'inondation. L'utilisation d'un nombre élevé de variables, 19 dans le cadre de cette étude, a pour

effet de minimiser l'importance de certaines variables au détriment d'autres variables. L'approche PAH a toutefois confirmé l'importance de considérer l'exposition à l'aléa de manière précise et la pertinence d'inclure la vulnérabilité individuelle comme dimension du risque.

5.2 Les facteurs de vulnérabilité individuelle

5.2.1 Les facteurs influençant la perception du risque

Le facteur issu de l'analyse factorielle expliquant le plus grand pourcentage de variance est celui que nous avons désigné comme perception affective, donc les énoncés qui expriment un sentiment d'inquiétude associé à ce scénario futur. Ce sentiment était d'ailleurs très présent dans les commentaires qualitatifs des répondants.

My apt is next to a river, so flooding is always on my mind. I have a child with disability and myself also (amputated leg).

The anxiety and stress is toll taking.

Constant worry about flooding (...)

Le deuxième facteur concerne la perception cognitive, soit le jugement de probabilité de l'occurrence d'une future inondation et ses conséquences.

The 100 years floods happen every 3-4 years in Sussex.

From 2000-2010 we had no flooding on my street. 2010 started a string of flooding that progressively have worsened. Each spring and fall we anticipate flooding. For the last few years we now worry in December/January as well.

I never was flooded before 2014. My house is over 34 year old and never had need for sump pumps.

Ces deux facteurs sont corrélés (figure 5-2) et la perception affective émerge automatiquement et rapidement, souvent avant qu'une évaluation cognitive et consciente de la situation n'ait lieu (Peters et al., 2006). Il est donc intéressant de voir que les personnes ayant une perception cognitive élevée, et donc qui ont une

connaissance élevée de la sévérité du danger, sont les mêmes qui ont une perception affective et donc une inquiétude du risque. Ces mêmes personnes ont généralement déjà vécu des inondations et habitent de manière générale à leur domicile depuis au moins 3 ans. Ces résultats permettent de conclure qu'il y a un certain nombre de personnes éparpillées dans Sussex et Sussex Corner (aucune corrélation avec la zone géographique) et qui habitent depuis peu dans leur quartier (moins de 3 ans) qui ne sont pas conscients des impacts potentiels d'une inondation en vertu de leur exposition et ne sont pas informés et/ou préoccupés par la situation. Ils ne bénéficient pas de la perception collective du risque et des contacts favorisant la diffusion communautaire de l'information sur le risque (Perry et al., 1980) et le soutien moral après un futur événement d'inondation (Colbeau-Justin & Weiss, 2004; Seeauer & Babicky, 2017). Le portrait socio-démographique de la région nous indique en plus que la majorité des nouveaux arrivants sont des aînés.

5.2.2 Les facteurs influençant la préparation au risque

De manière similaire à d'autres recherches (Bin & Polasky, 2003; Braford et al., 2012; Bubeck et al., 2012, 2013; Grothmann & Reusswig, 2006; De Marchi et al., 2007; Harvatt et al., 2011; Ho & Shaw, 2008; Harries & Penning-Rowsell, 2011; Lawrence, 2014; Heller et al., 2005; Mileti, 1999; Miceli et al., 2008; Motoyoshi, 2009; Norris & Murrell, 1988; Lawrence, 2014; Piskorz & Borkowska, 2002; Poussin et al., 2014; Siegrist & Gutscher, 2006, 2008; Thieken et al., 2007; Tierney et al., 2001; Zaalberg et al., 2009), nos résultats montrent que l'expérience de l'aléa est déterminante pour la perception et la préparation. Les personnes ayant expérimentées une inondation perçoivent les conséquences plus sévèrement et leur vulnérabilité plus élevée. Plus du quart des répondants dans cette étude ont mentionné n'avoir jamais vécu d'inondation. Ceux-ci sont donc plus enclin à sous-estimer le risque et ses conséquences en termes de dommages financiers, matériels et émotionnels. La littérature nous apprend d'ailleurs que la mémoire du risque vient avec l'expérience du vécu (Fuchs, 2017) et

que la fréquence élevée des inondations rend la perception du risque plus près de la réalité, d'où la nécessité de s'y préparer (Kates, 1962; Bubeck et al., 2012; Kreibich & Bubeck, 2012; Buckland & Rahman, 1999).

L'âge semble également être déterminant dans l'adoption de mesures préventives. Plus les habitants sont âgés, moins il y a de chance qu'ils se préparent aux inondations, surtout en ce qui concerne les mesures préparatoires structurelles.

The older I get, the harder it will be to clean up after a flood.

(...) Also now that we are older, we are not able to deal with tending the sump pumps around the clock and clean up (...)

My children, 2 grown young adults, must be on stand by for every time we have heavy rainfall for several days because they know their parents cannot raise the furniture off the floor in the basement without help.

I am sure I have mold in places I cannot see. After 29 floods, I know I will never be able to sell my house. The older I get, the harder it will be to clean up after a flood have had more floods than anyone in the street. I am 69, single and live on a small pension so it is difficult to do anything to the house to help with flood.

Les commentaires reçus de la part de plusieurs résidents vont également en ce sens. Ils démontrent également une difficulté à gérer les inondations de la part des personnes à mobilité réduite.

I am a disabled individual who depends on the care of others. I live in a apartment with 24 hours care. So I am at great risk in the case of a flood.

My husband has a disability and most of the preparedness falls on me.

De plus, les propriétaires et les travailleurs, versus les locataires, les chômeurs et les retraités, ont plus de chance d'adopter des mesures préventives structurelles (Grothmann & Reusswig, 2006; Harries & Penning-Rowsell, 2011; Thistlethwaite et al., 2018). Finalement une forte perception du locus de contrôle interne mène à des mesures préventives.

5.2.3 En quoi la perception du risque influence-t-elle l'adoption de mesures de préparation ?

La majorité des études sur le sujet concluent qu'il est hasardeux de lier la perception et la préparation (Bubeck et al., 2012; Kreibich et al., 2002; Lechowska, 2018; Miceli et al., 2008; Milne et al., 2000; Scolobig et al., 2012; Siegrist & Gutscher, 2006; Thieken & Gocht, 2007; Villa & Bélanger, 2012). En effet, nos résultats montrent que ce ne sont pas tous les types de perception qui conduisent à la mise en place de mesures de préparation. Le fait d'être inquiet et conscient des conséquences du risque ne mène pas nécessairement à l'adoption de ces mesures. En effet, la perception affective et cognitive sont indépendantes et ne font office de prédicteur dans aucun modèle de régression logistique ordinaire.

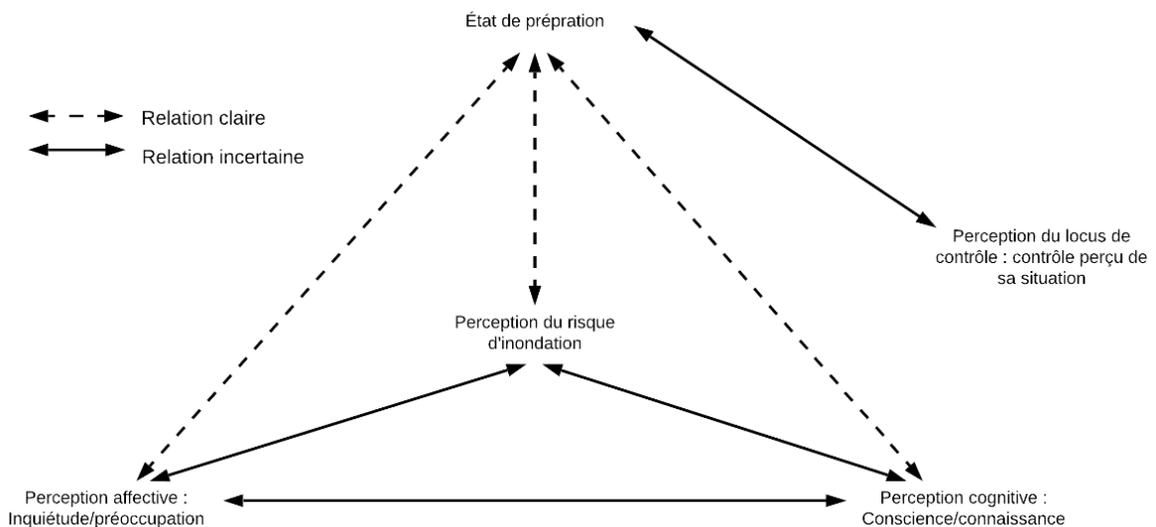


Figure 5-2. Relation entre la perception et la préparation au risque d'inondation - adaptation du « Triangle of flood risk perception » de Lechowska (2018)

La perception du locus de contrôle est la seule ayant une relation claire avec les différents types de préparation. Lorsque la responsabilité de préparation est pensée comme étant le rôle de l'individu, contrairement aux autorités, la personne aura un fort locus de contrôle interne et sera enclin à adopter davantage de mesures de préparation

qu'un individu ayant un fort locus de contrôle externe et une perception de dépendance envers une aide publique externe. À l'instar d'autres chercheurs (Colbeau-Justin & Weiss, 2004; Fancès, 2018; Grothmann & Reusswig, 2006; Sattler et al., 2002; Terpstra & Gutteling, 2008; Tepstra, 2011), un haut niveau de confiance envers les autorités et une perception faible de contrôle de la situation réduit l'intention de se préparer aux inondations. Cette faible confiance en soi semble être liée chez les répondants à un sentiment d'impuissance et de fatalisme. Les zones C et D sont les mieux préparées et celles où ont été comptabilisées le plus fort locus de contrôle interne et donc le plus faible locus de contrôle externe.

Des participants et différents acteurs locaux nous ont mentionné que le « Sussex Fire Department » est très efficace dans la prévention, l'atténuation, l'intervention et le rétablissement dans les quartiers riverains de Sussex mais pas ceux de Sussex Corner. Plusieurs commentaires issus du quartier D faisaient état d'un manque de confiance, et même d'une méfiance qu'en à la gestion des inondations de la part du conseil municipal de Sussex.

After consecutive flooding there has been nothing done by municipal, provincial or federal government to mitigate flooding in Sussex/ Sussex Corner.

No one from town listens to us.

The hardest part of flooding is the perception of government help. First, I don't blame the government for my purchase but in the 2014 flood we sustained over 60 000.00 ton damages and we got no aid because we had a 25 000 insurance policy. Our neighbours with no insurance had full payment for damages. We have worked to prepare the property but feels penalized because we had small insurance policy. It is the speeches about all they do that is frustrating.

Il semble que le scepticisme de la population de la zone D envers les autorités et leur maigre présence dans ce quartier les aient convaincus qu'ils ne pouvaient compter que sur eux-mêmes. C'est d'ailleurs dans ce quartier que l'on nous a présenté les méthodes

les plus innovantes pour faire face aux inondations : puits avec jauge pour suivre l'évolution du niveau de la nappe phréatique, observation de la faune (lorsque les cerfs sortent de la forêt, ils fuient l'inondation), le reboisement de terrain afin que les arbres absorbent l'eau et stabilisent les berges, etc.).

5.3 La responsabilité du risque

Lalwani & Duval (2000), Lindell & Perry (2004) et Terpstra & Gutteling (2008) ont montré que lorsqu'il n'y a pas de responsabilité personnelle évidente, les sujets se désresponsabilisent dans des conditions de menace élevée et de ressources insuffisantes pour y faire face. Leur étude a également montré que lorsque la responsabilité personnelle de préparation face aux catastrophes était plus évidente, cette responsabilité n'était acceptée que lorsque les ressources individuelles pour s'adapter étaient jugées suffisantes par rapport à la menace perçue (Lalwani & Duval, 2000). Le locus de contrôle est par conséquent lié à la perception de ne pas avoir les ressources financières pour faire face de manière durable et convenable aux inondations (Grothmann & Reusswig, 2006). Nos résultats montrent que si l'individu juge ne pas avoir les ressources financières suffisantes, il jugera que sa capacité d'adaptation est désavantagée et que des mesures préventives ne peuvent-êtres mises en place. La perception du locus de contrôle est faible dans les zones A et B; soit les secteurs vulnérables car désavantagés sur le plan socio-économique. De nombreux résidents ont assumés de lourdes pertes financières liés aux inondations par le passé.

I believe that homeowners on flood zones need significant financial support from the province to allow them to either move to a new location or take mitigation measures to their properties.

Property value has decreased 30 000\$ (min) in the last 5 years alone.

Certains répondants se sentent même punis d'avoir adopté des mesures préparatoires ou d'avoir contracté une assurance, ne pouvant plus recevoir d'aide financière le cas

échéant. Une étude faite en Angleterre a montré que les propriétaires accepteraient de payer pour des mesures de protection lorsque les investissements seraient inférieurs à 1 000£ (environ 1720\$ canadiens) (Owusu et al., 2015), ce qui est loin d'être suffisant pour adapter adéquatement une maison pour faire face aux inondations. Selon Thistlethwaite (2018), les propriétaires canadiens ne sont pas prêts à accepter une plus grande responsabilité dans le risque d'inondation. L'évaluation coût-bénéfice du à la perception de l'aide gouvernementale et des compagnies d'assurances semble peu avantageuse pour les habitants touchés. Or, il semble qu'une moindre adoption de mesures de préparation ne relève pas seulement de nature économique puisque même les mesures personnelles de préparation qui, comme mentionné plus tôt, sont peu onéreuses et considérées comme facile à implanter, sont corrélées négativement avec l'impression de ne pas voir les ressources financières. Le manque d'argent ne semble donc pas être la seule raison pour l'absence de mesures de préparation.

Ces résultats montrent en fait une culture du risque déficiente et un partage flou de responsabilité quant à la préparation et la sécurité entre les acteurs à Sussex et Sussex Corner. Alors que des habitants cherchent à se préparer eux-mêmes, par impression de manque d'aide externe, d'autres placent ce rôle dans les bras de la sécurité civile, jusqu'à en créer une dépendance, ce qui restreint leur intention de se préparer.

This (preparation mesures) is not homeowner's responsibility.

Les autorités publiques sont-elles responsables de protéger les citoyens des inondations ou la responsabilité devrait-elle être attribuée à ces derniers ? Si nos répondants les plus préparés sont les moins aidés par les autorités et que les moins préparés sont les plus aidés, alors comment la sécurité civile doit-elle orienter son aide ? L'adoption de mesures préventives relèvent aujourd'hui entièrement de la volonté des individus sans aucune réglementation contraignante, elle est donc totalement volontaire (Baan & Klijn, 2004; Francès, 2018; Terpstra & Gutteling, 2008; Kuhlicke et al., 2011; Burns & Slovic, 2012).

Il semblerait qu'un certain transfert de la responsabilité devrait être opéré vers le citoyen afin que les responsabilités collectives et individuelles deviennent claires et égales partout sur le territoire. Les citoyens devraient se faire guider pour, du moins, être mieux préparés au niveau personnel (renseignements sur les inondations et les mesures à prendre pour les prévenir et réduire leurs conséquences) et se faire diriger vers les ressources appropriées pour l'adoption de mesures préventives structurelles et, le cas échéant, vers une éventuelle relocalisation (Francès, 2018). Des chercheurs ont découvert que la motivation individuelle à la prévention/protection est en attente d'informations sur l'opportunité, le coût et l'efficacité de mesures de protection (Becerra et al., 2013; Grothmann & Reusswig, 2006; Thieken et al. 2007).

Nos résultats montrent finalement que plus les gens ont la perception que les mesures préparatoires personnelles sont simples à adopter, plus ils en adopteront. Les autorités devraient convaincre les résidents que la préparation est accessible, afin d'augmenter leur locus de contrôle interne. Cela peut se faire par le biais de la communauté, par le partage d'expérience entre voisins et par la communication du risque. Si les voisins, amis, et famille adoptent des mesures de préparation, le ménage aura plus de chance d'en adopter également (Perry et al., 1980; Sim & Bauman, 1963) en plus de procurer un soutien émotionnel pendant et après les événements d'inondations (Seeauer & Babicky, 2017). Les autorités publiques pourraient trouver des correspondants volontaires chargés de relayer l'information ou créer un comité rivière chargé de trouver et de partager les connaissances et les expériences dans chaque quartier inondable et entre les quartiers.

5.4 La communication du risque

Plusieurs habitants n'ont jamais expérimentés les inondations, par conséquent, ils ne s'y préparent pas et ont une perception erronée. La communication des risques peut

donc agir comme substitut nécessaire à l'expérience personnelle (Perry, 2004). L'abondante littérature sur la communication du risque suggère plusieurs moyens pour qu'elle soit efficace :

- (i) Elle doit être ciblée (Francès, 2018; Maidl & Buchecker, 2015). Dans ce cas-ci on vise principalement les résidents exposés ayant effectués peu de mesures de préparation, notamment les retraités et les habitants de plus de 65 ans.
- (ii) Elle doit aborder les croyances sous-jacentes, toucher les attitudes des gens et prendre en compte leurs responsabilités personnelles (Slovic et al., 2004; Keller et al., 2006; Zaalberg et al., 2009; Terpstra, 2011).
- (iii) Elle doit évoquer les conséquences potentielles du risque d'inondation, mais surtout la possibilité, l'efficacité et les coûts des mesures de précaution privées (Francès, 2018; Grothmann & Reusswig, 2006).
- (iv) Nous avons vu que la perception affective n'est pas corrélée à la préparation, la peur ne devrait donc pas être utilisée dans la communication du risque (Bradford & al., 2012).
- (v) Finalement, la communication bidirectionnelle est plus efficace que la communication unidirectionnelle. Elle limite par contre l'accès à l'information du grand public car de nombreuses personnes ne sont pas prêtes à assister aux réunions et ateliers d'information (Höppner et al., 2008; Junker et al., 2007). Or, pour des petites communautés comme Sussex et Sussex Corner, la communication bidirectionnelle est accessible et même souhaitable. Dans ces campagnes de communication, les autorités devraient fournir une liste de méthodes simples et accessibles pour la préparation personnelle comme celles énumérées dans la première page sur la préparation du questionnaire à la population (*voir Annexe C*), une liste de méthodes de préparation structurelles les plus faciles à implanter (pompes, électricité, outils de base, batteries, éclairage, sacs de sable, fermeture des ouvertures vulnérables, scellant pour le pourtour), une liste de mesures de

protections structurelles plus coûteuse et les mesures d'incitations financières pour leur mise en place (surélever le bâtiment, condamner le sous-sol, installation d'une dalle imperméable sous la maison, changer les matériaux de construction, relocalisation, etc.)

Un dernier élément à considérer est la communication des mesures publiques contre les inondations. Les habitants sont conscients que les impacts anthropiques augmentent le risque d'inondation, notamment au niveau des changements climatiques et de la déforestation. Or, ils croient qu'un problème engendré par l'homme se doit d'être réglé par des interventions humaines.

Another solution to berm the river not just in business areas but in residential areas as well. These suggestions are not, if implemented without cost. But my believe is it would be less expensive in the long run than having to pay out thousands of dollards for flooded homes (...) not even thinking to the traumatic affect on people.

I believe that if they dug out the river bed like they did for many years it would help in lowering the amount of flooding. I wonder what they think happens to the fish when it floods. Creating a deeper stream for them to line in makes much more sence.

My greatest concern is the builtup of gravel in the river. I feel the environment is a higher priority than individuals.

Lived here 40 years and Trout Creek used to be dredged. Never had flood issues first 20 years. River dredging stopped to protect fish habitat lol! Seems fish are more important than tax payers. Yes dredging has a financial cost to the community but seems to me would be less expensive then what incurred now on a regular basis.

Plusieurs commentaires illustrent un sentiment de frustration qui se ressent sous forme d'injustice et d'impuissance face à une impression d'abandon provenant de la municipalité, du gouvernement et des compagnies d'assurance en plus d'une

incertitude face aux mesures entreprises par la municipalité et des intérêts divergents entre les différents acteurs (environnementaux, publics et citoyens). Cela est exacerbé par le fait qu'une digue est en construction pour protéger les commerces mais rien n'est actuellement en construction pour protéger les résidences privées. La municipalité se doit d'être plus transparente dans ses décisions. Lors des activités de communications bidirectionnelles, les décideurs devront proposer un réel débat sur le dragage de la rivière. Quel est l'effet du dragage sur la géomorphologie fluviale, la déstabilisation des berges et la vitesse du courant ? Le transport sédimentaire important de la Trout Creek nécessitera un dragage constant, combien coûteront ces opérations ? Est-ce réellement une option viable à long terme ?

Les inondations récurrentes au sein de ces deux communautés sont révélatrice d'une dynamique sociale et psychologique complexe. Les habitants potentiellement exposés à Sussex et Sussex Corner sont conscients du risque, ce qui mène à certaines inquiétudes. Or, cela ne mène pas toujours à des mesures préventives puisque certains perçoivent qu'ils n'ont pas de contrôle sur la situation. D'autres placent le rôle de la sécurité civile dans les bras des autorités uniquement, car ils se considèrent trop pauvres, trop vieux et trop seuls et donc dépassés par les événements. La sécurité civile doit trouver des moyens de créer une culture du risque pour tous les habitants qui doivent devenir conscients d'être des acteurs responsables dans la gestion des risques. Cette opération doit se faire de manière participative par le biais de la communauté, avec le partage d'expérience entre les quartiers les mieux préparés et moins à risque et les autres plus vulnérables. Le processus participatif pourrait être encouragé via la création d'un comité rivière citoyen chargé de faire le pont entre les résidents, les décideurs et les autres acteurs du territoire (commerçants, Kennebecasis Watershed Restoration Committee, etc.). Cela permettrait par le fait même d'accroître l'entraide citoyenne et donc la résilience de la communauté.

CONCLUSION

L'approche participative utilisée dans la pondération des indicateurs du risque, par l'intermédiaire du PAH, s'avère particulièrement pertinente puisque l'importance de ces indicateurs était différente selon les experts, leur discipline et donc leur façon personnelle de voir et appréhender le risque. Cela met aussi en exergue la nécessité d'appréhender le risque de manière interdisciplinaire, compte tenu notamment de l'importance accordée à l'exposition et la vulnérabilité individuelle en considérant autant la préparation que la perception du risque. En effet, la considération du locus de contrôle à l'étude de la perception fournit un cadre explicatif plus élaboré pour comprendre le comportement humain, surmontant ainsi de nombreux problèmes théoriques utilisés en géographie qui conduisent à de faibles corrélations entre les variables perceptuelles et les comportements de préparation (Grothmann & Reusswig, 2006). Enfin, la cartographie du risque à l'échelle du bâtiment s'est avérée un apport important de cette recherche, puisque des différences notables existent d'un bâtiment à l'autre, ce qui permet d'identifier avec précision les foyers les plus vulnérables.

Si l'étude multidisciplinaire du risque est de plus en plus utilisée avec le croisement des sciences naturelles et des sciences sociales, aucune ne semble cependant avoir utilisée la vulnérabilité individuelle dans l'élaboration d'un indice de risque. L'approche utilisée dans cette étude est concluante et tout à fait reproductible mais certaines limites méthodologiques devraient être considérées :

Les variables socio-économiques ont été spatialisées à l'échelle de l'AD, ce qui ne permet pas d'avoir des informations individualisées pour chacun des bâtiments. En

effet, des considérations éthiques empêchent d'utiliser les informations du questionnaire afin de créer l'indice puisque ces informations synthétisées dans un indice de vulnérabilité socio-économique permettrait potentiellement une identification indirecte des participants une fois cartographiées. Ces considérations éthiques devront être surmontées lors de futures recherches afin d'intégrer les variables socio-économiques à une échelle plus fine que celle de l'aire de diffusion.

Il convient de s'interroger sur l'exactitude et la perception réelle du risque d'inondation obtenue à partir de réponses à un questionnaire. L'approche préconisée dans cette recherche semble être la méthode la plus utilisée dans les études de perception et de préparation, mais l'approche qualitative aurait intérêt à être explorée davantage. L'approche quantitative a été ici privilégiée avec pour objectif de créer un indice chiffré du risque d'inondation. Or, les commentaires qualitatifs des répondants représentent des informations pertinentes et montrent que les résidents de Sussex et Sussex Corner ont besoin d'être écoutés et que leur contribution est essentielle à la réduction du risque d'inondation. Une considération plus importante à leurs propos, à l'aide d'entretiens et des groupes de discussions, aurait sans doute permis de nuancer certains résultats quantitatifs et ainsi mieux saisir la dynamique personnelle et sociale des communautés étudiées.

Les zones E et F ont été exclues à cause d'un trop faible nombre de réponses au questionnaire. Pourtant, les cartes d'exposition désignent ces zones comme étant des secteurs touchés par les inondations passées. La zone E, soit un parc de maisons mobiles, est pourtant plus à risque en raison des conditions socio-économiques des habitants et la forte vulnérabilité structurelle des bâtiments. La faible participation des habitants de ce secteur pourrait-elle être redevable à un déni du risque causé par l'anxiété liée aux conséquences désastreuses qui pourraient survenir en cas d'inondation ?

Pourrait-elle, sinon, être due à un analphabétisme rendant la réponse au questionnaire ardue ? Faute de données suffisantes, cette zone a été exclue de l'étude.

La vulnérabilité est dynamique et variable dans le temps. Cela implique que l'étude produite demeure valable jusqu'à ce que les gens déménagent et que leurs conditions de vulnérabilité socio-économique et structurelle changent. Il y a donc une nécessité de développer un outil dynamique, par exemple une cartographie web, et de la mettre à jour à travers une participation citoyenne. Ce type d'outil a été proposé aux décideurs des différents paliers (ville de Sussex et le District de services locaux (DSL) de Sussex). Or, son implantation nécessiterait des collaborations et du financement, des conditions à mettre en place dans le cadre de futurs projets.

Enfin, si aucune intervention technique n'est possible et envisageable par les communautés et ce, avec ou sans l'aide des différents gouvernements, il reste l'adaptation et la relocalisation. À cet égard, aucune question n'a toutefois abordé ces aspects auprès des populations visées. Il serait néanmoins intéressant et souhaitable de s'intéresser à l'attachement des gens à leur milieu de vie dans la perspective répétée des inondations. Les gens sont-ils prêts à déménager avec un soutien financier ? Une analyse coûts-bénéfices selon plusieurs scénarios futurs de relocalisation et d'adaptation par comparaison à la situation actuelle est aussi à envisager, tout en considérant les impacts économiques, certes, mais aussi psychologiques. Les premiers pourraient être étudiés avec l'élaboration d'une courbe des dommages versus les dommages évités et les coûts de relocalisation. Les seconds pourraient être étudiés en regard des bénéfices non-marchands, donc l'attachement à la résidence et au quartier et autres avantages sociaux et environnementaux, versus le soulagement et le sentiment de sécurité de ne plus être exposé à l'aléa inondation.

Les futures recherches pourraient aussi explorer les questions de recherche suivantes : Pourquoi les inondations sont-elles plus fréquentes dans les quinze dernières années ? Quel est le rôle des changements climatiques sur le régime hydrologique du bassin versant de la rivière Kennebecasis ? Quel est le rôle de la déforestation en amont du bassin versant de la rivière Trout Creek sur le régime hydrologique ? Les réponses à ces questions permettraient sans doute une meilleure compréhension du fonctionnement hydrologique du bassin versant.

En somme de l'analyse multicritère participative, l'exposition et la vulnérabilité individuelle sont les dimensions qui contribuent le plus à l'élaboration d'un indice global du risque. Celui-ci a été cartographié à l'échelle du bâtiment. Les cartes produites présentent de manière précise le risque et ses différentes dimensions dans les quartiers les plus à risques de Sussex et Sussex Corner. Ces cartes devraient être incluses dans le « *Emergency Response Plan* » de la ville de Sussex (Ville de Sussex, 2019a). Certaines zones sont plus à risque à cause de leur exposition, alors que d'autres le sont en raison de leur importante vulnérabilité socio-économique. Au total, 75 bâtiments résidentiels considérés dans cette étude ont un niveau de risque très élevé, et dont plus de 75% de ceux-ci se trouvent à Sussex dans les zones A et B. La zone D est moins à risque puisque ses habitants ont adoptés considérablement plus de mesures de préparation face aux inondations.

Les principaux obstacles à l'adoption de mesures de préparation sont l'âge, la retraite, le statut de locataire, l'impression de ne pas avoir les ressources financières nécessaires, l'impression que les mesures préventives ne sont pas simples à adopter, le manque d'expérience avec les inondations et une confiance réduite en ses capacités à se préparer. Face à ces constats, certains éléments encourageant une gestion locale, communautaire et ascendante du risque pourraient être mis en place afin d'agir sur la résilience communautaire de la zone d'étude. Dans la résilience communautaire, la

gestion du risque dans toutes ses phases est assumée par la communauté (Frankenberger et al, 2013; Rajib,2016). L'individu y joue un rôle crucial par son niveau de préparation personnel mais surtout dans l'éventualité où il partage ses expérience avec d'autres individus (Frankenberger et al, 2013). Le support social encourage notamment le relèvement après catastrophe (Meng, Li & Fang, 2018; Norris et al., 2008; Patel et al., 2017). Dans notre cas, il devrait également prendre forme de partage d'expertise concernant les méthodes de prévention.

Nous avons vu qu'à Sussex et Sussex Corner, certains résidents bénéficiaient d'un beaucoup plus haut degré de préparation que d'autres. Le partage d'expérience entre les premiers et les seconds nous semblent être un moyen non couteux et efficace de réduire le risque. Un engagement actif de tous les acteurs d'une communauté, dont les individus exposés est nécessaire à l'augmentation de la résilience commuantaire (Bahadur et al., 2013). Cela se fait par renforcement de la cohésion de la communauté (Patel et al., 2017) et du capital social par la création de réseaux de relation (Patel et al., 2017; Norris et al., 2008). Concrètement, ce type de réseau pourrait prendre forme d'un comité rivière, comprenant des acteurs diverses (décideurs, commerçants, citoyens etc...), qui serait un lieu d'apprentissage social et donc de réflexion collective par le partage d'expérience et d'idées. Il aurait le rôle de réseau de passation d'information, de connection entre les différents citoyens et les décideurs. Par le biais d'un tel réseau, la population étant, plus responsable, contribuerait à une gestion ascendante du risque. Cette plateforme pourrait finalement agir comme intermédiaire dans un système de communication bidirectionnel se matérialisant lors de rencontres communautaires, ce qui créerait un espace de réflexion collective sur les solutions, et les incitatifs financiers comme des subventions ou des crédits d'impôts pour la mise en place de mesures préventives de même que l'accessibilité et les avantages coûts-bénéfices de ces derniers.

Cette analyse du risque et de la vulnérabilité, avec toute l'information qu'elle contient, devrait servir d'outil d'aide à la décision ou de complément à une approche qui traite les habitants des zones à risques et les propriétaires comme des acteurs responsables de la gestion des risques d'inondation. L'instauration d'une culture du risque nécessite une compréhension et une prise en compte des facteurs sociaux qui influencent l'interaction entre les acteurs. À cet égard, cette recherche, par son approche innovante et réflexive sur la cartographie du risque d'inondation, offre une partie de ses réponses.

ANNEXE A

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE DU CERPE

UQÀM | Comités d'éthique de la recherche
avec des êtres humains

No. de certificat: 3602
Certificat émis le: 08-07-2019

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE FSH) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains* (Janvier 2016) de l'UQAM.

Titre du projet:	Cartographie et analyse du risque humain aux inondations par le truchement d'une approche participative - Le cas de Sussex et Sussex Corner, Nouveau-Brunswick.
Nom de l'étudiant:	Francis DUHAMEL
Programme d'études:	Maîtrise en géographie (profil avec mémoire)
Direction de recherche:	Daniel GERMAIN
Codirection:	Guillaume FORTIN

Modalités d'application

Toute modification au protocole de recherche en cours de même que tout événement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité de la recherche doivent être communiqués rapidement au comité.

La suspension ou la cessation du protocole, temporaire ou définitive, doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat est valide pour une durée d'un an à partir de la date d'émission. Au terme de ce délai, un rapport d'avancement de projet doit être soumis au comité, en guise de rapport final si le projet est réalisé en moins d'un an, et en guise de rapport annuel pour le projet se poursuivant sur plus d'une année. Dans ce dernier cas, le rapport annuel permettra au comité de se prononcer sur le renouvellement du certificat d'approbation éthique.


Anne-Marie Parisot

Professeure, Département de linguistique
Présidente du CERPÉ FSH

ANNEXE B
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT À LA POPULATION (VERSION
FRANÇAISE)



FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Titre du projet de recherche

Cartographie et analyse du risque humain aux inondations par le truchement d'une approche participative - Le cas de Sussex et Sussex Corner, Nouveau-Brunswick.

Étudiant-chercheur

Francis Duhamel, Maîtrise en géographie,
(514)-967-9306
duhamel.francis@courrier.uqam.ca

Direction de recherche

Daniel Germain, professeur au département de géographie, UQÀM
germain.daniel@uqam.ca

Guillaume Fortin, professeur au département de géographie, Université de Moncton
guillaume.fortin@umoncton.ca

Préambule

Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche via la passation d'un court questionnaire. Avant d'accepter de participer, veuillez prendre le temps de lire attentivement et considérer les renseignements qui suivent.

Ce formulaire de consentement vous explique le but de la recherche, les procédures, les avantages, les risques et inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin.

Le présent formulaire de consentement peut contenir des mots que vous ne comprendrez pas. Si c'est le cas, nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles et nécessaire.

Description du projet et de ses objectifs

Le projet vise à cartographier, qualifier et quantifier la vulnérabilité dans les zones inondables à Sussex et à Sussex Corner. Ces données permettront d'identifier les lieux où la communauté y est le plus prédisposée à subir les impacts négatifs d'une inondation. Cette étude servira à guider les autorités vers des mesures de prévention, d'atténuation, de préparation mais également lors de l'intervention en cas de sinistre, pour savoir où agir en priorité et de façon optimale. Ce projet vise une approche participative pour comprendre le point de vue des citoyens et des experts de la sécurité civile face aux enjeux d'inondations. Pour être le plus précis possible, la carte sera faite à l'échelle du bâtiment.

- L'activité ne durera pas plus de 15 minutes
- 30 à 70 participants impliqués
- Population ciblée : Résidents de Sussex et Sussex Corner situés dans la zone inondable

Nature de votre participation

Vous allez devoir quantifier votre degré d'accord avec 56 déclarations relatives aux composantes affectives et cognitives de la perception aux inondations et de la préparation aux inondations.

Une section du questionnaire sera dédiée à la description volontaire d'éléments à ajouter (impressions, sentiments, histoires vécues, etc.)

Avantages liés à la participation

Réduction des risques d'inondations : les résultats de cette étude, s'ils sont utilisés par les autorités locales, pourraient mener à des mesures d'atténuation du risque ou au développement d'un plan d'intervention plus efficace et plus rapide dont vous bénéficieriez en cas de catastrophe.

Une meilleure compréhension du point de vue des citoyens permettrait une plus grande sensibilisation des autorités locales quant à vos besoins et sentiments face aux inondations.

Les avantages relèvent également de l'avancement des connaissances au profit des générations futures, ce qui peut rehausser le bien-être de la société dans son ensemble.

Risques liés à la participation

Préjudice économique :

La cartographie qui sera produite n'apportera aucun changement aux réglementations et lois (cotes de crue de récurrence de 20 ans, de 100 ans) qui régissent les règlements de zonage. Les municipalités locales régissent les constructions, les ouvrages et les travaux situés en zones inondables, il est donc de leur responsabilité de prendre des mesures pour réduire le risque d'inondation pour les personnes, les biens et les infrastructures. Étant donné que la carte montre les zones les plus vulnérables, il est possible que les autorités publiques décident d'intégrer à ses zones des mesures de prévention et d'atténuation dont la plus extrême est la relocalisation.

Or, c'est la recherche en tant que tel qui expose les gens à ce risque, indépendamment de leur participation. Par exemple, d'autres cartographies affichent la vulnérabilité spatiale des populations selon une évaluation statistique qui ne considère pas la participation des habitants. Leurs habitations se voient donc attribuer une valeur de vulnérabilité indépendamment de leur consentement.

Vos réponses permettront de qualifier et quantifier la perception et la représentation du risque des habitants de votre communauté. Les indices de préparation et représentation seront utilisés en contribution partielle au calcul d'un indice de vulnérabilité qui sera représenté sur une carte. La carte montrera les zones plus vulnérables à l'échelle du bâtiment avec une gradation de couleur.

Préjudices psychologiques :

Il convient aussi de vous informer de possibles préjudices psychologiques selon votre situation. En effet, le présent questionnaire impliquera la réponse à des questions qui sont susceptibles de vous rappeler un ou des événements traumatisants (Trouble ou stress post-traumatique). Nous sommes conscients que les inondations sont des événements traumatiques et que vous avez pu subir des expériences qui auraient provoqué de la détresse ou des douleurs physiques, émotionnelles ou psychologiques. Sachez que vous êtes libres de cesser ce questionnaire à tout moment et de contacter les services d'aide suivants en cas de nécessité :

Centre de santé mentale communautaire, à Sussex

30, ave. Moffett
Sussex (N.-B.) E4E 1E8
506-432-2090

Ligne d'entraide provinciale CHIMO:

1 (800) 667-5005

Association canadienne (santé mentale):

www.cmha.ca/fr/

Télé-Soins

811

Services de permanence centralisé

Moncton - 1-866-426-5191
Saint John - 1-866-441-4340

Confidentialité

Le questionnaire, en soi, est anonyme puisqu'aucun nom n'est demandé. Certains renseignements (niveau d'éducation, statut, âge, sexe, type de logement) permettraient une identification indirecte. Cependant, ils ne seront connus que des chercheurs et ne seront pas dévoilés lors de la diffusion des résultats. Ses renseignements ne seront divulgués dans l'étude que sous forme agrégés.

Exemple : Sur les 30 participants, 45% sont propriétaires, et 55% des locataires ; En général, les locataires ont tendance à avoir une meilleure connaissance des inondations.

Comme mentionné plus tôt, le questionnaire servira à calculer un indice de perception et de représentation qui sera comptabilisé dans un indice global de vulnérabilité. Cet indice doit être spatialisé pour être visualisable sur une carte. Il faudra alors attribuer

un point GPS à votre domicile qui sera relié au questionnaire par un code (ex. Waypoint 1, Waypoint 2). Le point GPS et votre questionnaire seront codifiés. Étant donné que l'indice de perception et de préparation ne représente qu'une partie des indicateurs utilisés dans le calcul de l'indice global de vulnérabilité et que les réponses au questionnaire ne seront pas divulguées dans le rapport final, il sera alors impossible de lier la valeur de vulnérabilité consacrée à votre maison et vos réponses aux questionnaires, d'autant plus qu'une interpolation spatiale (estimer la valeur d'une grandeur en un site à partir de l'échantillon de cette grandeur récoltés dans d'autres sites) sera effectuée, ce qui altérera la valeur consacrée au bâtiment.

L'accès aux questionnaires sera exclusif aux trois chercheurs impliqués dans le projet, aucuns liens explicite entre réponses aux questions et indice de perception/préparation du bâtiment ne seront évoqués dans le rapport final et la cartographie des perception/représentation en sera pas incluse dans le projet écrit, seulement la cartographie de la vulnérabilité globale. L'information papier sera conservée dans un bureau sous tiroir scellé de l'UQAM jusqu'à ce qu'elle soit numérisée. Par après, les documents seront détruits avec une déchiqueteuse. L'information numérisée sera ensuite conservée dans deux disques externes dans le même local pendant 6 mois après le dévoilement des résultats. Après ce délai, l'information sera supprimée des disques.

Photo

Autorisez-vous les chercheurs à prendre une photo de votre domicile. Ceci serait utilisé en guise d'exemple du type de logement présent sur le terrain de recherche.

Par exemple : voici un exemple type d'une maison individuelle à Sussex : [photo]

Oui Non

Si vous avez répondu oui, veuillez indiquer votre courriel à la fin de ce formulaire pour que nous puissions vous contacter afin que vous puissiez approuver la ou les potentielles photos. Votre courriel ne sera connu que des chercheurs, ne sera pas dévoilé dans l'étude et sera supprimé après la fin de l'étude.

Citation des propos du participant

Une section du questionnaire sera dédiée à la description volontaire d'éléments à ajouter (impressions, sentiments, histoires vécues, etc.). Si vous souhaitez écrire dans cette section, autorisez-vous les chercheurs à utiliser le ou les citations dans la recherche ?

Oui Non

Pour que vous puissiez approuver la potentielle citation, veuillez indiquer votre courriel à la fin de ce formulaire pour que nous puissions vous contacter. Votre courriel ne sera connu que des chercheurs, ne sera pas dévoilé dans l'étude et sera supprimé après la fin de l'étude.

Transmission des résultats à la fin de la recherche

Souhaitez-vous que nous vous transférions les résultats de la recherche à la fin de cette dernière par courriel ?

Oui Non

Pour que vous puissiez recevoir les résultats, veuillez indiquer votre courriel à la fin de ce formulaire pour que nous puissions vous contacter. Votre courriel ne sera connu que des chercheurs, ne sera pas dévoilé dans l'étude et sera supprimé après la fin de l'étude.

Participation volontaire et retrait

Votre participation est entièrement libre et volontaire. Vous pouvez refuser d'y participer ou vous retirer en tout temps sans devoir justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer de l'étude, vous n'avez qu'à aviser Francis Duhamel verbalement; toutes les données vous concernant seront détruites.

Indemnité compensatoire

Aucune indemnité compensatoire n'est prévue

Des questions sur le projet?

Pour toute question additionnelle sur le projet et sur votre participation, vous pouvez communiquer avec les responsables du projet:

Francis Duhamel
(514)-967-9306
duhamel.francis@courrier.uqam.ca

Daniel Germain

germain.daniel@uqam.ca

Guillaume Fortin
guillaume.fortin@umoncton.ca

Des questions sur vos droits ? Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) a approuvé le projet de recherche auquel vous allez participer. Pour des informations concernant les responsabilités de l'équipe de recherche au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains ou pour formuler une plainte, vous pouvez contacter la coordonnatrice du CERPE FSH de l'université du Québec à Montréal: (téléphone : 514-987-3000, poste 3642 ; courrier électronique : cerpe.fsh@uqam.ca) ou la Faculté des études supérieures et de la recherche de l'Université de Moncton (téléphone : 506-858-4310 ; courrier électronique : fesr@umoncton.ca).

Remerciements

Votre collaboration est essentielle à la réalisation de notre projet et l'équipe de recherche tient à vous en remercier.

Consentement

Je déclare avoir lu et compris le présent projet, la nature et l'ampleur de ma participation, ainsi que les risques et les inconvénients auxquels je m'expose tels que présentés dans le présent formulaire. J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant les différents aspects de l'étude et de recevoir des réponses à ma satisfaction.

Je, soussigné(e), accepte volontairement de participer à cette étude. Je peux me retirer en tout temps sans préjudice d'aucune sorte. Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre ma décision.

Une copie signée de ce formulaire d'information et de consentement doit m'être remise.

 Prénom Nom

 Signature

 Date

 Courriel (si applicable) (voir section photo)

Engagement du chercheur

Je, soussigné(e) certifie

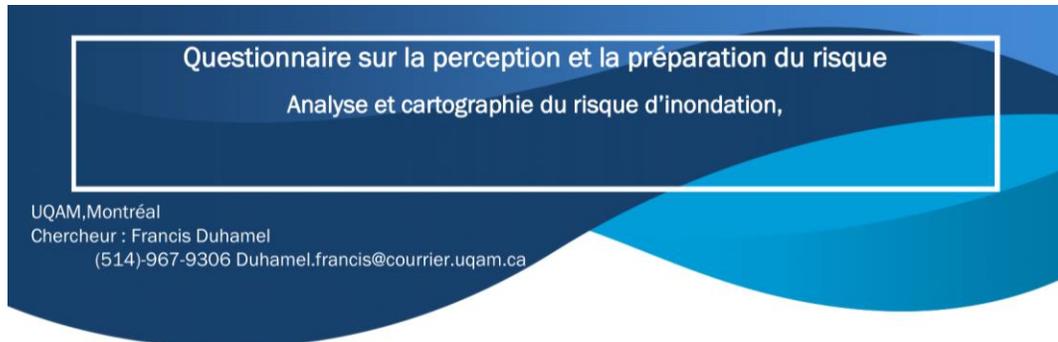
- (a) avoir expliqué au signataire les termes du présent formulaire;
- (b) avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard;
- (c) lui avoir clairement indiqué qu'il reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus;
- (d) que je lui remettrai une copie signée et datée du présent formulaire.

 Prénom Nom

 Signature

 Date

ANNEXE C
QUESTIONNAIRE À LA POPULATION (VERSION FRANÇAISE)



Votre participation est demandée pour nous aider à cerner quelles sont les zones les plus à risque aux inondations à Sussex. Ce questionnaire vise d'une part à comprendre comment les individus qui vivent en bordure de la rivière perçoivent les inondations et d'autre part à comprendre à quel point ils sont préparés à vivre un tel événement.

Vous êtes invités à bien prendre connaissance du formulaire de consentement avant de répondre au questionnaire. Nous sommes conscients que les inondations sont des événements traumatiques et que vous avez pu subir des expériences qui auraient pu provoquer de la détresse ou des douleurs physiques, émotionnelles ou psychologiques. Sachez que vous êtes libre de cesser ce questionnaire à tout moment et de contacter les services d'aide suivants en cas de besoin :

Centre de santé mentale communautaire, à Sussex
30, ave. Moffett
Sussex (N.-B.) E4E 1E8
506-432-2090

Ligne d'entraide provinciale CHIMO:

1 (800) 667-5005

Association canadienne (santé mentale):

www.cmha.ca/fr/

Télé-Soins

811

Services de permanence centralisé

Moncton - 1-866-426-5191

Saint John - 1-866-441-4340

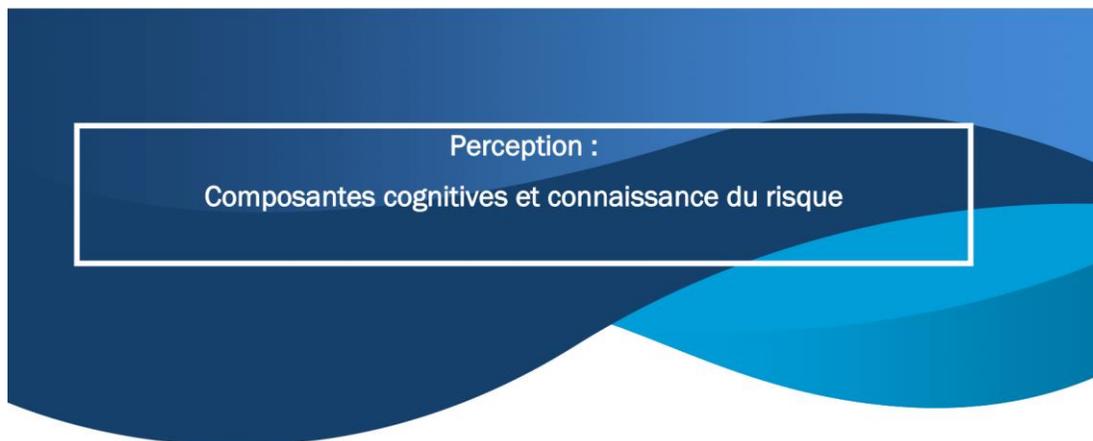
À l'intention du chercheur :

Code: _____

Photo: Non Oui : _____

Renseignements généraux

1. Dans quelle catégorie d'âge vous identifiez-vous ?
 - 18 à 25 ans
 - 26 à 40 ans
 - 41 à 66 ans
 - 65 et plus
2. À quel sexe vous identifiez-vous ? _____
3. Quel est votre plus haut niveau d'étude complété?
 - Universitaire
 - Autres études postsecondaires
 - École secondaire complété ou non
4. Quel est votre statut :
 - Étudiant
 - Travailleur
 - Sans emplois
 - Retraité
 - Autre (spécifiez): _____
5. Composition du ménage :
 - Je vis seul
 - 2 personnes
 - 3 personnes
 - 4 personnes ou plus
6. Êtes-vous propriétaire ?
 - Oui
 - Non
7. Avez-vous subi une inondation
 - Oui
 - Non
8. Si vous avez répondu oui à la question précédente, identifiez les dates ainsi que le niveau d'eau approximatif des événements d'inondations (selon le meilleur de vos connaissances) :
 - _____
 - _____
 - _____
 - _____
 - _____
 - _____
9. Depuis combien de temps vivez-vous dans votre résidence ? _____



➤ Évaluez votre degré d'accord avec les phrases ci-dessous reliées à la conscience du risque :

- 1 = En désaccord total
- 2 = En désaccord
- 3 = Je ne sais pas
- 4 = Plutôt d'accord
- 5 = En accord total

	1 = En désaccord total	2 = En désaccord	3 = Je ne sais pas	4 = Plutôt d'accord	5 = En accord total
1. Il y a de fortes chances qu'un événement d'inondation survienne dans ma municipalité dans la prochaine année.					
2. Je connais les causes des inondations.					
3. Je sais ce qu'est un embâcle de glace.					
4. Je sais ce qu'est une zone de faible courant (récurrence de 20 ans) et de fort courant (récurrence de 100 ans).					
5. J'habite dans une zone inondable.					
6. Si une inondation comme celle de 2014 survient, mon domicile en sera inondé.					
7. Le risque d'inondation augmentera dans le futur.					
8. Mes proches (famille, amis, collègues de travail etc..) ont déjà subi des inondations.					
9. Le risque d'inondation augmentera avec les changements climatiques.					



➤ Évaluez votre degré d'accord avec les phrases ci-dessous reliées à l'inquiétude par rapport au risque

- 1 = En désaccord total
- 2 = En désaccord
- 3 = Ni en accord, ni en désaccord
- 4 = Plutôt d'accord
- 5 = En accord total

	1 = En désaccord total	2 = En désaccord	3 = Ni en accord, ni en désaccord	4 = Plutôt d'accord	5 = En accord total
1. Dans les médias, les risques d'inondation sont souvent exagérés.					
2. En cas d'inondation, je peux mettre mes proches et moi-même en sécurité sans aide.					
3. Les risques d'inondation affectent les avantages de ma situation résidentielle actuelle (proximité à l'eau)					
4. Si une inondation survient, la sécurité civile viendra m'aider.					
5. J'ai confiance dans les capacités des autorités publiques à protéger mon ménage.					
6. Les autorités publiques adoptent les mesures nécessaires pour réduire le risque d'inondation au minimum.					
7. Je suis impuissant face aux inondations: je ne peux pas me protéger contre elles.					
8. Je suis préparé à faire face à une inondation majeure.					

Perception :
Composantes Affectives
(Suite)

	1 = En désaccord total	2 = En désaccord	3 = Ni accord, ni en désaccord	4 = Plutôt d'accord	5 = En accord total
9. Je n'ai pas les informations ou connaissances nécessaires pour mettre en œuvre des mesures préventives.					
10. Je n'ai pas les ressources financières nécessaires pour mettre en œuvre des mesures préventives.					
11. Les inondations sont une menace contre ma sécurité.					
12. Quand je pense aux inondations, je ressens de l'anxiété.					
13. Le risque d'inondation auquel je suis exposé me met mal à l'aise.					
14. Je suis inquiet que les services (électricité, téléphone, eau, etc.) soient interrompus.					
15. Je suis inquiet que certains de mes biens, à l'exception de ma maison, soient sérieusement endommagés ou détruits.					
16. Je suis inquiet que mon lieu de résidence sera sérieusement endommagé ou détruit.					
17. Je suis inquiet que moi ou certains de mes proches seront touchés (blessés ou tués).					
18. L'inondation n'est rien de plus qu'un événement mineur.					

Préparation

➤ Évaluez votre accord avec les phrases ci-dessous :

1 = Oui

2 = Non

	1= Oui	2= Non
1. Je conserve une lampe de poche en état de marche et une radio à piles dans un endroit pratique.		
2. Je conserve une liste de numéros de téléphone d'urgence à portée de main.		
3. J'ai déplacé les objets de valeur aux étages supérieurs en cas d'inondation.		
4. J'ai déjà participé à des ateliers de sensibilisation aux risques naturels.		
5. J'ai assisté à un cours de secourisme.		
6. J'ai souscrit à une assurance tous risques, en cas de catastrophe naturelle.		
7. J'ai demandé à un organisme (gouvernement local, défense civile, etc.) des informations sur ce qu'il faut faire en cas d'urgence.		
8. J'ai stocké les réserves d'eau et de nourriture d'urgence.		
9. Je possède une trousse 48h.		
10. Je m'informe régulièrement auprès des autorités locales pour connaître l'évolution du risque d'inondation.		
11. Je sais comment installer des sacs de sable pour qu'ils soient efficaces afin de bloquer l'eau.		

Préparation (Suite)

➤ Évaluez votre degré d'accord avec les phrases ci-dessous:

- 1 = En désaccord total
- 2 = En désaccord
- 3 = Ni en accord, ni en désaccord
- 4 = Plutôt d'accord
- 5 = En accord total

	1 = En désaccord total	2 = En désaccord	3 = Ni en accord ni en désaccord	4 = Plutôt d'accord	5 = En accord total
12. Les mesures visant à réduire les risques d'inondation de manière durable sont financièrement difficiles à atteindre.					
13. Les mesures visant à réduire les risques d'inondation sont soutenues par un engagement public suffisant.					
14. Les mesures pour se préparer aux inondations sont simples à mettre en place.					

15. Des modifications ont été fait à votre lieu de résidence pour la rendre plus résistante aux inondations :

- Oui
- Non

16. Si vous avez répondu oui à la dernière question, cochez les mesures effectuées :

- Élévation du rez-de-chaussée
- Changement des matériaux du plancher du rez-de-chaussée (résistants à l'eau)
- Installation de barrières mobiles anti-inondations pour portes et fenêtres
- Construction de systèmes de drainage de l'eau autour de la maison
- Installations de pompes
- Autre (spécifiez) :

ANNEXE D
 FORMULAIRE DE CONSENTEMENT AUX EXPERTS DE LA SÉCURITÉ
 CIVILE (VERSION FRANÇAISE)



FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Titre du projet de recherche

Cartographie et analyse du risque humain aux inondations par le truchement d'une approche participative - Le cas de Sussex et Sussex Corner, Nouveau-Brunswick.

Étudiant-chercheur

Francis Duhamel, Maîtrise en géographie,

(514)-967-9306

duhamel.francis@courrier.uqam.ca

Direction de recherche

Daniel Germain, professeur au département de géographie, UQÀM

germain.daniel@uqam.ca

Guillaume Fortin, professeur au département d'histoire et de géographie, Université de Moncton

guillaume.fortin@umoncton.ca

Préambule

Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche via la passation d'un questionnaire. Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire attentivement et considérer les renseignements qui suivent.

Ce formulaire de consentement vous explique le but de la recherche, les procédures, les avantages, les risques et inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin.

Le présent formulaire de consentement peut contenir des mots que vous ne comprendrez pas. Si c'est le cas, nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles et nécessaire.

Description du projet de recherche et de ses objectifs

Le projet vise à cartographier, qualifier et quantifier la vulnérabilité dans les zones inondables à Sussex et Sussex Corner. Ces données permettront d'identifier les lieux où la communauté est le plus prédisposée à subir les impacts négatifs d'une inondation. Cette étude servira à guider les autorités pour des mesures de prévention, d'atténuation, de préparation mais également lors de l'intervention en cas de sinistre, pour savoir où agir en priorité et de façon optimale. Ce projet vise une approche participative pour comprendre le point de vue des citoyens et des experts de la sécurité civile face aux enjeux d'inondations

- Le questionnaire demande 25 minutes
- Le plus possible de participants impliqués, jusqu'à saturation des résultats
- Population ciblée : Experts de la sécurité civile du Nouveau-Brunswick ou ailleurs au Canada

Nature de votre participation

Votre expertise est sollicitée afin d'attribuer différentes pondérations aux multiples indicateurs de vulnérabilité. Le questionnaire comporte 21 questions qui permettront de hiérarchiser les indicateurs en ordre d'importance, afin d'identifier lesquels influencent le plus la vulnérabilité sociale.

Les résultats de la pondération utilisée, ainsi que la cartographie finale vous seront transmis au terme de cette étude.

Avantages liés à la participation

- Étant acteurs de la sécurité civile, les cartes, issue des résultats de l'étude à laquelle vous avez participé constitueront un outil important dont vous pourrez bénéficier en retour.

- Avancement des connaissances au profit des générations futures, ce qui peut rehausser le bien-être de la société dans son ensemble.
- Plusieurs experts participeront à cette recherche. Les décisions prises collectivement ont également les avantages suivants :
 1. l'efficacité et la durabilité des décisions par rapport à celles prises sur une base individuelle
 2. faciliter l'apprentissage social puisque les parties impliquées peuvent apprendre les unes des autres par le biais de dialogues constructifs
 3. soutenir un discours commun, fournissant ainsi une base pour des perspectives à long terme
 4. aboutir à une mise en œuvre et à un suivi plus efficace des solutions adoptées

Risques liés à la participation

En principe, aucun risque n'est lié à la participation à cette recherche

Confidentialité

Le questionnaire, en soi, est anonyme puisqu'aucun nom n'est demandé. Certains renseignements (niveau d'éducation, discipline de formation, affiliation professionnelle, sexe) permettent une identification indirecte. Cependant, les questionnaires seront codifiés et ces renseignements ne seront connus que des chercheurs impliqués dans le projet et ne seront pas mentionnés lors de la diffusion des résultats. Ces renseignements ne seront divulgués dans l'étude que sous forme agrégés.

Exemple : Sur les 40 participants, 26,5% sont des géographes, 24,5% des ingénieurs, 19,6% des géologues ; En général, les géographes ont tendance à penser que la perception est l'indicateur de vulnérabilité le plus révélateur.

Notez qu'une fois les questionnaires remplis, vous ne pourrez plus retirer vos données personnelles.

L'accès aux questionnaires sera exclusif aux trois chercheurs impliqués dans le projet. L'information papier sera conservée dans un bureau sous tiroir scellé de l'UQAM jusqu'à ce qu'elle soit numérisée. Par après, les documents seront détruits avec une déchiqueteuse. L'information numérisée sera ensuite conservée dans deux disques externes dans le même local pendant 6 mois après le dévoilement des résultats. Après ce délai, l'information sera supprimée des disques.

Citation des propos du participant

Certaines sections du questionnaire sont dédiées à la description volontaire d'éléments à rajouter. Si vous souhaitez d'écrire dans cette section, autorisez-vous les chercheurs à utiliser le ou les citations dans la recherche ?

Oui Non

Pour que vous puissiez approuver la potentielle citation, nous vous contacterons par courriel. Votre courriel ne sera connu que des chercheurs, ne sera pas dévoilé dans l'étude et sera supprimé après la fin de l'étude.

Participation volontaire et retrait

Votre participation est entièrement libre et volontaire. Vous pouvez refuser d'y participer ou vous retirer en tout temps sans devoir justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer de l'étude, vous n'avez qu'à aviser Francis Duhamel verbalement ou par courriel ; toutes les données vous concernant seront détruites.

Indemnité compensatoire

Aucune indemnité compensatoire n'est prévue.

Des questions sur le projet ?

Pour toute question additionnelle sur le projet et sur votre participation, vous pouvez communiquer avec les responsables du projet :

Francis Duhamel duhamel.francis@courrier.uqam.ca (514) -967-9306	Daniel Germain germain.daniel@uqam.ca	Guillaume Fortin guillaume.fortin@umoncton.ca
--	--	--

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE) de l'Université du Québec à Montréal et l'Université de Moncton ont approuvés le projet de recherche auquel vous allez participer. Pour des informations concernant les responsabilités de l'équipe de recherche au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains ou pour formuler une plainte, vous pouvez contacter la coordonnatrice du CERPÉ FSH de l'université du Québec à Montréal: (téléphone : 514-987-3000, poste 3642 ; courrier électronique : cerpe.fsh@uqam.ca) ou la Faculté des études supérieures et de la recherche de l'Université de Moncton (téléphone : 506-858-4310 ; courrier électronique : fesr@umoncton.ca).

Remerciements

Votre collaboration est essentielle à la réalisation de notre projet et l'équipe de recherche tient à vous en remercier.

Consentement

Je déclare avoir lu et compris le présent projet, la nature et l'ampleur de ma participation, ainsi que les risques et les inconvénients auxquels je m'expose tels que présentés dans le présent formulaire. J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant les différents aspects de l'étude et de recevoir des réponses à ma satisfaction.

Je, soussigné(e), accepte volontairement de participer à cette étude. Je peux me retirer en tout temps sans préjudice d'aucune sorte. Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre ma décision.

Une copie signée de ce formulaire d'information et de consentement doit m'être remise.

Prénom Nom

Signature

Date

Engagement du chercheur

Je, soussigné(e) certifie

- (a) avoir expliqué au signataire les termes du présent formulaire ;
- (b) avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard;
- (c) lui avoir clairement indiqué qu'il reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus ;
- (d) que je lui remettrai une copie signée et datée du présent formulaire.



Francis Duhamel

July 9, 2019

Date

ANNEXE E
QUESTIONNAIRE AUX EXPERTS DE LA SÉCURITÉ CIVILE (VERSION
FRANÇAISE)

**Questionnaire soumis aux
experts de la sécurité civile :
Cartographie de la vulnérabilité aux
inondations**

Ce questionnaire vise à solliciter vos connaissances afin de réaliser une analyse et une cartographie de la vulnérabilité de la population face à l'aléa d'inondation fluviale. Le terrain d'étude est Sussex et Sussex Corner, dans le comté de Kings au Nouveau-Brunswick.

La cartographie de la vulnérabilité aux inondations nécessite de représenter spatialement quelles zones sont les plus à risque dans la plaine inondable. L'analyse de la littérature sur le sujet a fait ressortir un très grand nombre d'indicateurs de vulnérabilité. Avant de représenter ces indicateurs sur une carte, il est nécessaire de peaufiner l'analyse en réduisant le nombre d'indicateurs utilisés et en déterminant leur niveau d'importance pour le territoire étudié.

L'analyse multicritère est alors utilisée pour hiérarchiser les indicateurs selon leur importance relative. L'analyse multicritère nécessite d'accorder un poids relatif aux différentes variables de la vulnérabilité selon leur importance. La méthode utilisée est l'AHP (analytic hierarchy process) dans lequel il faut comparer chaque critère par paire selon leur importance relative dans l'étude de la vulnérabilité. Afin d'augmenter la transparence des choix de pondérations, il est judicieux de demander l'avis d'experts locaux de différents champs d'activités reliées à la sécurité civile et la gestion des risques d'inondation.

Les décisions prises collectivement ont également les avantages suivants :

- i. l'efficacité et la durabilité des décisions par rapport à celles prises sur une base individuelle
- ii. faciliter l'apprentissage social puisque les parties impliquées peuvent apprendre les unes des autres par le biais de dialogues constructifs
- iii. soutenir un discours commun, fournissant ainsi une base pour des perspectives à long terme
- iv. aboutir à une mise en œuvre et à un suivi plus efficaces des solutions adoptées

le questionnaire sera divisé en 7 parties.

- 1. Identification
- 2. Vulnérabilité individuelle
- 3. Vulnérabilité socio-économique
- 4. Vulnérabilité du bâtiment (vulnérabilité physique)
- 5. Exposition à l'aléa
- 6. Récapitulatif
- 7. Autre



Partie 1 : Identification

1.1 Quel est votre niveau d'éducation?

- Doctorat
- Maîtrise
- Baccalauréat
- M.B.A.
- Formation professionnelle
- École secondaire

1.2 Quelle est votre discipline de formation ?

- Géographie
- Ingénierie
- Géologie
- Sciences sociales
- Biologie
- Économie
- Météorologie/climatologie
- Gestion
- Intervenant en sécurité publique
- autre (spécifiez) : _____

1.3 Affiliation professionnelle (vous pouvez cocher plus qu'une réponse)

- Académique
- Organismes gouvernementaux
- Sécurité publique
- Instituts de recherche entreprises / industrie
- ONG
- Autres(spécifiez) : _____



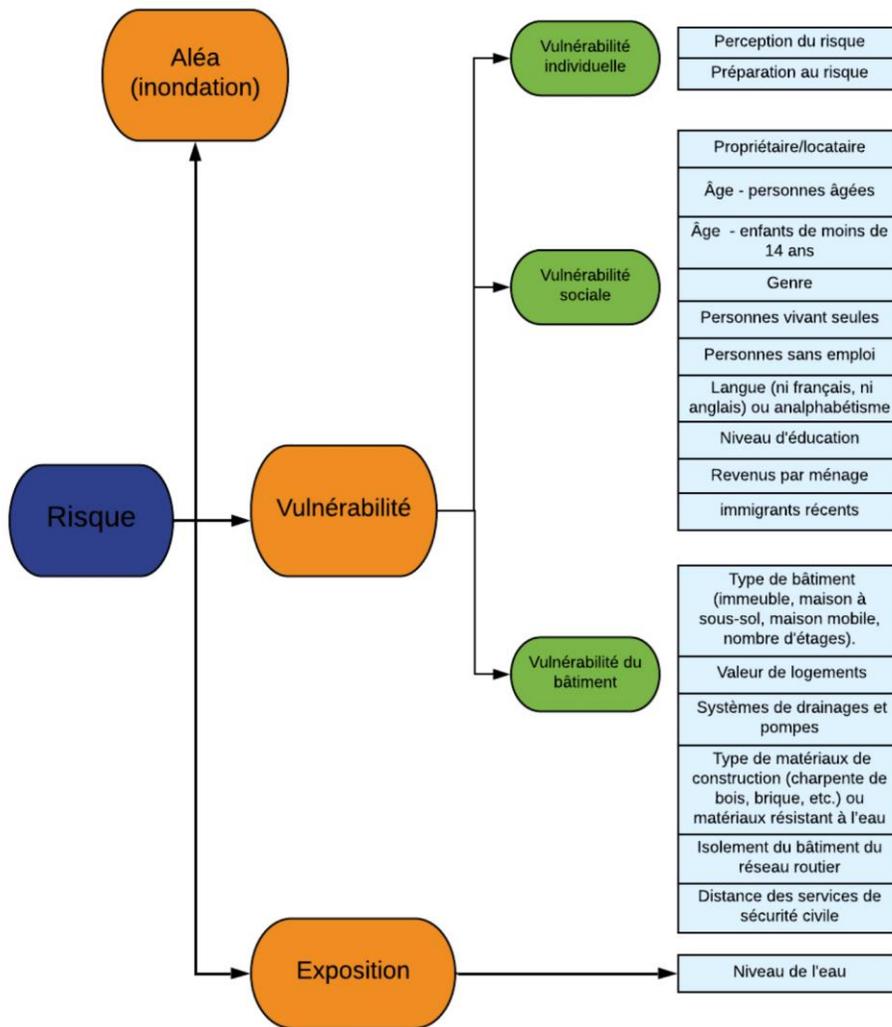
Identification (suite)

1.4 À quel sexe vous identifiez-vous ? _____

1.5 Quel est votre degré de connaissance sur l'analyse de la vulnérabilité aux inondations

- "Très bon" (je travaille actuellement sur ce sujet)
- "bon" (je me suis consacré à ce sujet et j'ai continué à suivre le travail des autres)
- "de base" (je n'ai jamais travaillé ni étudié dans ce domaine, mais j'ai été exposé à un certain niveau d'information)
- "limité" (je ne suis pas informé sur le sujet)

Nous avons divisé le risque et la vulnérabilité en différents indicateurs qui sont représentés dans le tableau ci-dessous. Nous vous demanderons de donner une pondération pour chaque indicateur dans les quatre catégories de vulnérabilité.



Partie 2 : Vulnérabilité individuelle

L'analyse des travaux intégrant la notion de d'exposition de la population à l'aléa inondation révèle que les comportements individuels influencent la vulnérabilité.

7.1 Indiquez dans la case vierge du tableau vert le niveau d'importance (sur une échelle de 1/9 à 9) de l'indicateur «perception du risque» par rapport à l'indicateur «préparation au risque» pour l'évaluation de la vulnérabilité individuelle.

Fiez-vous à l'échelle suivante :

Degré d'importance	Signification
1/9	L'indicateur est absolument moins important que l'autre
1/7	L'indicateur est beaucoup moins important que l'autre
1/5	L'indicateur est moins important que l'autre
1/3	L'indicateur est un peu moins important que l'autre
1	Contribution identique à l'évaluation de la vulnérabilité
3	L'indicateur est un peu plus important que l'autre
5	L'indicateur est plus important que l'autre
7	L'indicateur est beaucoup plus important que l'autre
9	L'indicateur est absolument plus important que l'autre
1/2 , 1/4 , 1/6 , 1/8 , 2,4,6,8	Valeurs intermédiaires entre deux appréciations voisines (affiner le jugement lorsqu'un compromis est nécessaire entre deux appréciations)

Indicateur	Indicateur	Degré d'importance du premier indicateur par rapport au deuxième (1/9 à 9)
Perception du risque	Préparation au risque	

Partie 3 : Indicateurs de vulnérabilité socio-économique

La vulnérabilité socio-économique implique l'incapacité d'un groupe social ou d'un individu à anticiper, à résister, à se remettre ou encore à s'adapter aux chocs ou au stress liés à un aléa dû à ses conditions socio-économiques.

3.1 Indiquez dans les cases vides du tableau vert le niveau d'importance (sur une échelle de 1/9 à 9) de l'indicateur de la colonne de gauche par rapport à l'indicateur de la ligne du haut pour l'évaluation de la vulnérabilité socio-économique.

Fiez-vous à la même échelle qu'à la question précédente :

Indicateurs de vulnérabilité socio-économique	Propriétaire/locataire	Âge (65 ans et plus)	Âge (14 ans et moins)	Revenus par ménage	Genre	Personnes vivant seules ou ayant de faibles réseaux sociaux	Personnes sans emploi	Langue (ni français ni anglais) ou analphabétisme	Niveau d'éducation	Immigration récente
Propriétaire/locataire										
Âge (65 ans et plus)										
Âge (14 ans et moins)										
Revenus par ménage										
Genre										
Personnes vivant seules ou ayant de faibles réseaux sociaux										
Personnes sans emploi										
Langue (ni français ni anglais) ou analphabétisme										
Niveau d'éducation										
Immigration récente										



Partie 3 : Indicateurs de vulnérabilité
socio-économique (suite)

3.2 Ajouteriez-vous des indicateurs qui auraient été omis dans la question précédente ?

oui non

Si oui, lesquels ? Justifiez votre réponse.

Indicateur _____ Justification _____

3.3 Avez-vous quelque chose à rajouter en rapport aux indicateurs socio-économiques ?

Partie 4 Vulnérabilité du bâtiment

L'analyse des travaux intégrant la notion d'exposition de la population à l'aléa inondation révèle que différentes caractéristiques des bâtiments influencent la vulnérabilité.

4.1 Indiquez dans les cases vides du tableau vert le niveau d'importance (sur une échelle de 1 à 9) l'indicateur de la colonne de gauche par rapport à l'indicateur de la ligne du haut pour l'évaluation de la vulnérabilité du bâtiment?

Fiez-vous à l'échelle suivante :

Degré d'importance	Signification
1/9	L'indicateur est absolument moins important que l'autre
1/7	L'indicateur est beaucoup moins important que l'autre
1/5	L'indicateur est moins important que l'autre
1/3	L'indicateur est un peu moins important que l'autre
1	Contribution identique à l'évaluation de la vulnérabilité
3	L'indicateur est un peu plus important que l'autre
5	L'indicateur est plus important que l'autre
7	L'indicateur est beaucoup plus important que l'autre
9	L'indicateur est absolument plus important que l'autre
1/2 , 1/4 , 1/6 , 1/8 , 2,4,6,8	Valeurs intermédiaires entre deux appréciations voisines (affiner le jugement lorsqu'un compromis est nécessaire entre deux appréciations)

Indicateurs de vulnérabilité du bâtiment	Type de bâtiment (immeuble à logement, maison à sous-sol, maison mobile, nombre d'étages)	Valeur du logement	Type de matériaux (charpente de bois, brique, utilisation de matériaux imperméables)	Système de drainage et pompes	Isolement du bâtiment du réseau routier	Distance des services de sécurité civile
Type de bâtiment (immeuble à logement, maison à sous-sol, maison mobile, nombre d'étages)						
Valeur du logement						
Type de matériaux (charpente de bois, brique, utilisation de matériaux imperméables)						
Système de drainage et pompes						
Isolement du bâtiment du réseau routier						
Distance des services de sécurité civile						

Partie 4 : Vulnérabilité du bâtiment (suite)

4.1 Ajouteriez-vous des indicateurs qui auraient été omis dans la question précédente ?

oui non

Si oui, lesquels ? Justifiez votre réponse.

Indicateur _____ Justification _____

4.2 Pour l'indicateur type de matériaux, croyez-vous que nous devrions inclure plus ou d'autres matériaux que ceux déjà mentionnés (charpente de bois, brique, utilisation de matériaux imperméables) ?

oui non

Si oui, lesquels ? Justifiez votre réponse.

Matériaux _____ justification _____

Matériaux _____ justification _____

Matériaux _____ justification _____

Matériaux _____ justification _____

Partie 5 : Exposition à l'aléa d'inondation ou Vulnérabilité environnementale

Dans la littérature, les différents indicateurs d'exposition sont le niveau d'eau, la vitesse d'écoulement, la présence de débris ou encore la qualité de l'eau. Dût à l'accessibilité des données, seul le niveau d'eau sera considéré dans cette étude pour analyser l'exposition.

5.1 Niveau d'eau

**5.1.1 Nous devons attribuer un barème aux différents niveaux d'eau ? (Ex. plus le niveau est élevé, plus la pondération est élevée)
croyez-vous que le barème devrait suivre les recommandations du manuel de protection contre les inondations du Gouvernement du Nouveau-Brunswick (ci-dessous) ?**

la profondeur maximale d'une crue permettant l'accès sécuritaire par la plupart des automobiles est d'environ 0,3 mètre (1 pied); la profondeur maximale permettant l'accès pédestre est d'environ 1,4 mètre (5 pieds) pour les adultes et de 1 mètre (3 pieds) pour les enfants¹

oui non

5.1.2 Si vous avez répondu non à la question précédente, pouvez-vous proposer un barème plus adéquat :

5.2 Inondations hivernales

Les inondations hivernales sont plus subites, moins prévisibles, plus difficilement mobilisables et son souvent issue d'embâcles de glace ou de bois. Croyez-vous qu'il faudrait effectuer une cartographie pour les inondations printanières et une autre pour les inondations hivernales ?

oui non

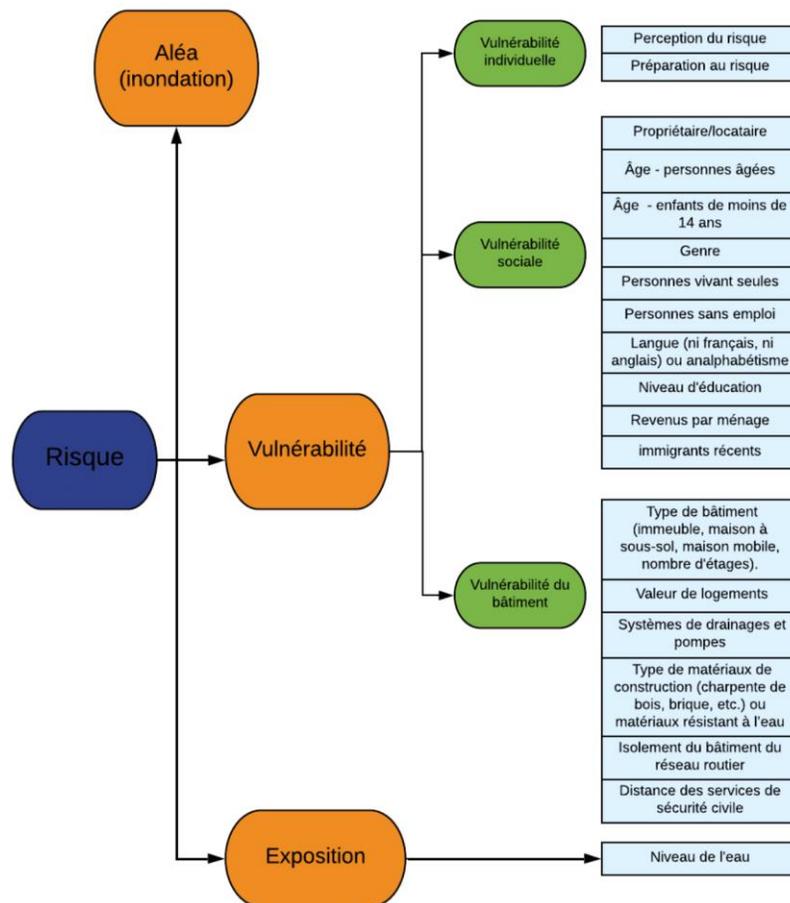
Justifiez votre réponse :

¹ Gouvernement du Nouveau-Brunswick (GNB), (2017) manuel de protection contre les inondation. [En ligne](<https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Flooding-Inondations/ProtectionContreLesInondations.pdf>). Page consultée le 18 avril 2019.

Partie 6 : Récapitulatif

Il est maintenant temps de nous aider à attribuer des poids relatifs aux quatre catégories générales du risque

À titre de rappel, voici les différentes catégories de risque d'inondation pour ce projet et tous leurs indicateurs.



Partie 6 : Récapitulatif (suite)

6.1 Pour la question suivante, vous devrez comparer le niveau d'importance des 4 catégories générales de vulnérabilité et d'exposition en ce qui concerne l'évaluation des risques d'inondation à Sussex et à Sussex Corner. Comparez l'indicateur de la colonne de gauche avec l'indicateur de la ligne du haut.

Fiez-vous à la même échelle que précédemment :

Degré d'importance	Signification
1/9	L'indicateur est absolument moins important que l'autre
1/7	L'indicateur est beaucoup moins important que l'autre
1/5	L'indicateur est moins important que l'autre
1/3	L'indicateur est un peu moins important que l'autre
1	Contribution identique à l'évaluation de la vulnérabilité
3	L'indicateur est un peu plus important que l'autre
5	L'indicateur est plus important que l'autre
7	L'indicateur est beaucoup plus important que l'autre
9	L'indicateur est absolument plus important que l'autre
1/2 , 1/4 , 1/6 , 1/8 , 2,4,6,8	Valeurs intermédiaires entre deux appréciations voisines (affiner le jugement lorsqu'un compromis est nécessaire entre deux appréciations)

Types de vulnérabilité	Vulnérabilité individuelle	Vulnérabilité socio-économique	Vulnérabilité du bâtiment	Exposition à l'aléa (niveau d'eau)
Vulnérabilité individuelle				
Vulnérabilité socio-économique				
Vulnérabilité du bâtiment				
Exposition à l'aléa (niveau d'eau)				

Partie 7 : autre

7.1 Temporalité

Croyez-vous qu'il serait utile de faire une différente cartographie pour les différents moments de la journée ou de la semaine ? (Cela détermine si les gens se situent dans leur résidence ou pas)

oui non

Si vous avez répondu oui, quels seraient les différents moments à considérer (ex. fin de semaine, journée, soir, nuit, etc.), justifiez votre réponse.

Moment à considérer _____ Justification _____

7.2 Y-à-t'il d'autres éléments que vous aimeriez retrouver dans la cartographie du risque humain face aux inondations ? Avez-vous quelque chose à rajouter ?



Nous avons besoin de l'avis d'un grand nombre d'expert afin de prendre la meilleure décision possible pour l'analyse multi-critère participative.

**Pouvez-vous nous mettre en contact avec d'autres experts de la sécurité civile que vous connaissez ?
Inscrivez les informations des experts à contacter dans les cases ci-dessous.**

Nom _____ courriel _____

[Merci de votre participation au nom de toute l'équipe.](#)

RÉFÉRENCES

- Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G. & Agnew, M. (2004). New indicators of vulnerability and adaptive capacity. Final Project Report. *Tyndal Center Climate Change, Research University of East Anglia, Norwich.*, (May 2014).
- Akaike, H. (1973). Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. in Petrov, B. N.; Csáki, F. (eds.) *Second International Symposium on Information Theory*, 1973, 267-281 p.
- Armaş, I. & Avram, E. (2009). Perception of flood risk in Danube Delta, Romania. *Natural Hazards*, 50(2), 269–287. <https://doi.org/10.1007/s11069-008-9337-0>
- Armaş, I., Ionescu, R. & Posner, C. N. (2015). Flood risk perception along the Lower Danube river, Romania. *Natural Hazards*, 79(3), 1913-1931. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1939-8>
- Armenakis, C., Du, E. X., Natesan, S., Persad, R. A. & Zhang, Y. (2017). Flood risk assessment in urban areas based on spatial analytics and social factors. *Geosciences*, 7(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/geosciences7040123>
- Aubrecht, C., Özceylan, D., Steinnocher, K. & Freire, S. (2013). Multi-level geospatial modeling of human exposure patterns and vulnerability indicators. *Natural Hazards*, 68(1), 147–163. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0389-9>
- Baggio, S. & Rouquette, M.-L. (2006). La représentation sociale de l' inondation : influence croisée de la proximité au risque et de l' importance de l' enjeu. *Bulletin de psychologie*, 1(481), 103-117. <https://www.cairn.info/revue-bulletin-de-psychologie-2006-1-page-103.htm>

- Bahadur, A.V., Ibrahim, M. & Tanner, T. (2013). Characterising resilience: unpacking the concept for tackling climate change and development. *Climate and Development*, 5(1): 55-65. <http://dx.doi.org/10.1080/17565529.2012.762334>
- Baillargeon, J. (2003). *L'analyse factorielle exploratoire. Trois-Rivières : Université du Québec à Trois-Rivières.* [En ligne] <file:///C:/Users/franc/Downloads/pdf%20AFE.pdf>
- Balica, S. F., Douben, N. & Wright, N. G. (2009). Flood vulnerability indices at varying spatial scales. *Water Science and Technology*, 60(10), 2571–2580. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.183>
- Baptista, S. R. (2014). Design and use of composite indices in assessment of climate change vulnerability and resilience. *United States Agency International Development (USAID)*, (July), 53pp.
- Barczak, A. & Grivault, C. (2007). Geographical Information System for the assessment of vulnerability to urban surface runoff. *Novatech*, 131–138.
- Barnett, J., Lambert, S. & Fry, I. (2008). The Hazards of Indicators: Insights from the Environmental Vulnerability Index. *Annals of the Association of American Geographers*, 98, 102-119.
- Barthel, R., Foster, S. & Villholth, K. G. (2017). Approches interdisciplinaires et participatives: la clé d'une gestion efficace des eaux souterraines. *Hydrogeology Journal*, 25(7), 1923–1926. <https://doi.org/10.1007/s10040-017-1616-y>
- Becerra, S., Peltier, A., Antoine, J. M., Labat, D., Chorda, J. & Ribolzi, O. (2013). Comprendre les comportements face à un risque modéré d'inondation Étude de cas dans le périurbain toulousain (Sud-Ouest de la France). *Hydrological Sciences Journal*, 58(5), 945-965. <https://doi.org/10.1080/02626667.2013.786181>
- Becker, G., Aerts, J. C. J. H. & Huitema, D. (2014). Influence of flood risk perception and other factors on risk-reducing behaviour: A survey of municipalities along the Rhine. *Journal of Flood Risk Management*, 7(1), 16–30. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12025>

- Bédard, M. (2016). Réflexion sur les perceptions conceptions, représentations et affections, ou la quadrature des approches qualitatives en géographie. *Cahiers de Géographie du Québec*, 60(171), 531–549. <https://doi.org/10.7202/1041221ar>
- Beltaos, S. & Burrell, B. C. (2003). Climatic change and river ice breakup. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 30(1), 145–155. <https://doi.org/10.1139/I02-042>
- Birkmann, J. (2005). Danger Need Not Spell Disaster – But How Vulnerable Are We? *Research Brief. United Nations University, Tokyo*, (1), 1–8.
- Birkmann, J. (2006). Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies and to enhance adaptaton: Discussion on conceptual frameworks and definitions. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, 01, 9–79.
- Birkmann, J. (2007). *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: towards disaster resilient societies*. Tokyo ; New York : United Nations University Press.
- Birkmann, J., Cardona, O., Tibaduiza, M., Barbat, A., Pelling, M., Schneiderbauer, S., Kienberger, S., Keiler, M., Alexander, D., Zeil, P. & Welle, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: The MOVE framework. *Natural Hazards*, 67, 193-211.
- Bland, J. & Altman, D. (1997). Statistics Notes: Cronbach's Alpha. *BMJ*, 314, 572. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2126061/pdf/9055718.pdf>
- Bodemer, N. & Gaissmaier, W. (2015). Risk Perception. In. Cho, H., Reimer,T, McComas,K (dir) *The Sage handbook of risk communication*, Los Angeles, p. 10-23
- Bohle, H.-G. (2001). Vulnerability and Criticality: Perspectives from Social Geography. *Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*, 2/01(July), 3–5.
- Botzen, W. J. W., Aerts, J. C. J. H. & Van Den Bergh, J. C. J. M. (2009). Dependence of

flood risk perceptions on socioeconomic and objective risk factors. *Water Resources Research*, 45(10), 1–15. <https://doi.org/10.1029/2009WR007743>

Bradford, R. A., Sullivan, J. J. O., Craats, I. M., Van Der, Krywkow, J., Rotko, P., Aaltonen, J. & Bonaiuto, M. (2012). *Risk perception – issues for flood management in Europe*, 2299–2309. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-2299-2012>

Brooks, N., Adger, W. N. & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*, 15(2), 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.006>

Bubeck, P., Kreibich, H., Penning-Rowsell, E. C., Botzen, W. J. W., de Moel, H. & Klijn, F. (2012). Explaining differences in flood management approaches in Europe and in the USA - a comparative analysis. *Journal of Flood Risk Management*, 10(4), 436–445. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12151>

Conseil Multiculturel Du Nouveau-Brunswick (2018). *The Greater Sussex Region in 2030 : The Role of Immigration to Support a Sustainable Regional Economy*. Prepared by David Campbell, Jupia Consultants Inc. (<https://static1.squarespace.com/static/5ab3fd4ce7494049d076b073/t/5af45bc1562fa70164ed1121/1525963718403/The+Greater+Sussex+Region+in+2030.pdf>) (Page consulté le 17 mars 2020)

Cardona, O. D. (2013). The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: A necessary review and criticism for effective risk management. *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, (April), 37–51. <https://doi.org/10.4324/9781849771924>

Chambers, R. & Conway, G. R. (1992). Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. *IDS Discussion Paper*. Institute of Development Studies

Ciurean, R., Schroter, D. & Glade, T. (2013). Conceptual Frameworks of Vulnerability Assessments for Natural Disasters Reduction. *Approaches to Disaster Management - Examining the Implications of Hazards, Emergencies and Disasters*, 2–32. <https://doi.org/10.5772/55538>

- Clark, G. E., Moser, S. C., Ratick, S. J., Dow, K., Meyer, W. B., Emani, S., Jin, W., X, J., Kasperon, R. E. & Schwarz, H. E. (1998). Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: The case of reverse, MA., USA. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 3(1), 59–82. <https://doi.org/10.1023/A:1009609710795>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd Edition. Routledge.
- Colbeau-Justin, L. & Weiss, K. (2004). *Stratégies de faire face dans le cas d'une inondation catastrophique : Analyse des paramètres psychosociaux dans les procédures de gestion de crise* Ministère de l'Écologie et du Développement Durable Programme de recherche RIO2.
- Cutter, S.L., Boruff, B. & Shirley, W. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly* 84(2), 242-261
- Cutter, S. L. & Finch, C. (2008). Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(7), 2301–2306. <https://doi.org/10.1073/pnas.0710375105>
- Cutter, S. L. & Emrich, C. T. (2006). Moral Hazard, Social Catastrophe: The Changing Face of Vulnerability along the Hurricane Coasts. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 604(1), 102-112. <https://doi.org/10.1177/0002716205285515>
- Cutter, S.L., Emrich, C.T., Morath, D.P. & Dunning, C.M. (2013). Integrating social vulnerability into federal flood risk management planning. *Journal of Flood Risk Management*, 6, 332–344.
- De Brito, M. M. & Evers, M. (2016). Multi-criteria decision-making for flood risk management: A survey of the current state of the art. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(4), 1019–1033. <https://doi.org/10.5194/nhess-16-1019-2016>
- De Brito, M. M., Evers, M. & Delos Santos Almoradie, A. (2018). Participatory flood

vulnerability assessment: A multi-criteria approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(1), 373–390. <https://doi.org/10.5194/hess-22-373-2018>

Dewals, B. J., Detrembleur, S., Archambeau, P., Erpicum, S., Ernst, J. & Piroton, M. (2011). Caractérisation micro-échelle du risque d'inondation : modélisation hydraulique détaillée et quantification des impacts socio-économiques. *La Houille Blanche*, (2), 28–34. <https://doi.org/10.1051/lhb/2011015>

Durand, C. (2003). *L'analyse factorielle et l'analyse de fidélité - notes de cours et exemples*. Montréal : Université de Montréal, Département de sociologie

Duží, B., Vikhrov, D., Kelman, I., Stojanov, R. & Juříčka, D. (2014). Household measures for river flood risk reduction in the Czech Republic. *Journal of Flood Risk Management*, 10(2), 253–266. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12132>

Easterling, D. R. (2000). Climate Extremes: Observations, Modeling, and Impacts. *Science*, 289(5487), 2068–2074. <https://doi.org/10.1126/science.289.5487.2068>

El-Jabi, N., Caissie, D. & Turkkan, N. (2016). Flood analysis and flood projections under climate change in New Brunswick. *Canadian Water Resources Journal*, 41(1–2), 319–330. <https://doi.org/10.1080/07011784.2015.1071205>

Englhardt, J., Moel, H., Huyck, C., de Ruyter, M., Aerts, J. & Ward, P. (2019). Enhancement of large-scale flood damage assessments using building-material-based vulnerability curves for an object-based approach. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 1-28.

Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2019a). Conditions météorologiques et climatiques passées. (Page consultée le 18 mars 2019) [En ligne] (http://climat.meteo.gc.ca/historical_data/search_historic_data_f.html)

Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) (2019b). Données hydrométriques historiques (Page consultée le 18 mars 2019) [En ligne] (https://eau.ec.gc.ca/report/historical_f.html?stn=01AP004)

Federal Emergency Management Agency (2008). *Flood Damage-Resistant Materials*

Requirements for Buildings Located in Special Flood Hazard Areas in accordance with the National Flood Insurance Program. Department of homeland security. Technical Bulletin 2. [en ligne] [https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1502-20490-4764/fema tb 2 rev1.pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1502-20490-4764/fema_tb_2_rev1.pdf) Page consultée le 30 avril 2020.

Fekete, A. (2009). Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany. *Natural Hazards and Earth System Science*, 9(2), 393–403. <https://doi.org/10.5194/nhess-9-393-2009>

Fekete, A. (2012). Spatial disaster vulnerability and risk assessments: Challenges in their quality and acceptance. *Natural Hazards*, 61(3), 1161–1178. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9973-7>

Fernandez P., Mourato S., Moreira M. & Pereira L. (2016). A new approach for computing a flood vulnerability index using cluster analysis. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* In Press, (1-9).

Fortin, G., Long, M-A., Thériault, F. & Goudard, G. (2018). Comparaison de méthodes pour cartographier les zones à risques d'inondation : bassin-versant de la rivière Kennebecasis - 3^e année. Rapport soumis au Fonds en Fiducie pour l'environnement du Nouveau-Brunswick, Université de Moncton, Moncton, 43 p.

Fortin, G., Baronetti, A., Henry, S., Thériault, F. & Long, M.-A. (2019). Cartographie et atténuation des risques d'inondation liés aux glaces : bassin versant de la rivière Kennebecasis. Rapport soumis au Fonds en Fiducie pour l'environnement du Nouveau-Brunswick, Université de Moncton, Moncton, 54 p.

Fortin, G., Poirier, C., Duhamel, F. et Germain, D. (2020). Risques d'inondation et vulnérabilité : l'exemple du bassin versant de la rivière Kennebecasis, Nouveau-Brunswick, Canada. *IdeAs* [En ligne], 15. <https://doi.org/10.4000/ideas.7999>

Forman E. H. & Peniwati, K. (1998). Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 108, 165–169

Frankenberger, T., Mueller, M., Spangler, T. & Alexander, S. (2013). Community

resilience: Conceptual framework and measurement feed the future learning agenda. Rockville, MD: Westat 1.

Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>

Godfrey, A., Ciurean, R. L., van Westen, C. J., Kingma, N. C. & Glade, T. (2015). Assessing vulnerability of buildings to hydro-meteorological hazards using an expert based approach - An application in Nehoiu Valley, Romania. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, 229–241. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.06.001>

Goodman, L. A. & Kruskal, W. H. (1954). Measures of association for cross classifications. *Journal of the American Statistical Association*, 49, 732-764.

Gouvernement du Canada. Sécurité Publique Canada (2017). *Programme national d'atténuation des catastrophes (PNAC)* [en ligne], (<https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/dsstr-prvntn-mtgtn/ndmp/index-fr.aspx>). Page consultée le 8 octobre 2020.

Gouvernement du Québec. Ministère de la Sécurité Civile (2002). *La sécurité civile, une responsabilité partagée* [en ligne], (https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/lois_reglements/presentation_synthese.pdf). Page consultée le 17 mai 2021.

Gouvernement du Québec. Ministère de la Sécurité Civile (2008). *Concepts de base en sécurité civile* [en ligne], (https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/concepts_base/concepts_base.pdf). Page consultée le 17 mai 2021.

Gouvernement du Nouveau-Brunswick. Ministère des Ressources Naturelles et de l'Énergie ; Division des minéraux, de la politique et de la planification (2008a). Carte géologique des dépôts superficiels du Nouveau-Brunswick. NR-8. (1 : 500 000)

Gouvernement du Nouveau-Brunswick. Ministère des Ressources Naturelles et de

l'Énergie ; Division des minéraux, de la politique et de la planification (2008b). Géologie du substrat rocheux du Nouveau-Brunswick. NR-1. (1 : 500 000)

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2015). Base de données historiques sur les inondations. [En ligne](<https://www.elgegl.gnb.ca/0001/fr/Inondation/Rechercher?LocationName=sussex>). Page consultée le 15 mars 2019.

Gouvernement du Nouveau Brunswick (2017). Manuel de protection contre les inondations. [En ligne]([https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Flooding Inondations/ProtectionContreLesInondations.pdf](https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Flooding%20ProtectionContreLesInondations.pdf)). Page consultée le 18 avril 2019.

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2018). Independent consultant to review response to 2018 flood. [En ligne](https://www2.gnb.ca/content/gnb/en/news/news_release.2018.11.1287.html). Page consultée le 02 mars 2020.

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2019). GéoNB : Catalogue de données. [En ligne](<http://www.snb.ca/geonb1/f/DC/catalogue-F.asp>). Page consultée le 05 Mai 2020.

Grothmann, T. & Reusswig, F. (2006). *People at Risk of Flooding : Why Some Residents Take Precautionary Action While Others do not*. 101–120. <https://doi.org/10.1007/s11069-005-8604-6>

Hare, M. (2011). Forms of participatory modelling and its potential for widespread adoption in the water sector. *Environmental Policy and Governance*, 21(6), 386–402. <https://doi.org/10.1002/eet.590>

Hartley, J. (2014). Some Thoughts on Likert-Type Scales. *International Journal of Clinical and Health Psychology*. 14. 83–86. 10.1016/S1697-2600(14)70040-7.

Harvatt, J., Petts, J. & Chilvers, J. (2011). Understanding householder responses to natural hazards: Flooding and sea-level rise comparisons. *Journal of Risk Research*, 14(1), 63–83. <https://doi.org/10.1080/13669877.2010.503935>

- Hébert, B.-P. (1998). *Régression avec une variable dépendante ordinale : comparaison de la performance de deux modèles logistiques ordinaux et du modèle linéaire classique à l'aide de données simulées*. Thèse présentée à la Faculté des études supérieures de l'université Laval pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.). Québec : Université Laval, Département d'orientation, d'administration et d'évaluation en éducation Faculté des sciences de l'éducation.
- Henstra, D., Thistlethwaite, J., Brown, C. & Scott, D. (2017). Flood Risk Management and Shared Responsibility: Exploring Canadian Public Attitudes and Expectations. *Journal of Flood Risk Management*. 10.1111/jfr3.12346.
- Hinkel, J. (2011). Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change*, 21(1), 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002>
- Hirabayashi, Y. & Kanae, S. (2009). First estimate of the future global population at risk of flooding. *Hydrological Research Letters*, 3(January), 6–9. <https://doi.org/10.3178/hrl.3.6>
- Il Jeong, D. & Sushama, L. (2018). Rain-on-snow events over North America based on two Canadian regional climate models. *Climate Dynamics*, 50(1–2), 303–316. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3609-x>
- International Panel on Climate Change(2012)Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- Jongman, B., Winsemius, H. C., Aerts, J. C. J. H., Coughlan De Perez, E., Van Aalst, M. K., Kron, W. & Ward, P. J. (2015). Declining vulnerability to river floods and the global benefits of adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(18), E2271–E2280. <https://doi.org/10.1073/pnas.1414439112>
- Kammerbauer, M. & Minnery, J. (2019). Risk communication and risk perception :

- lessons from the 2011 floods in Brisbane , Australia. *Disasters* 43(1), 110–134. <https://doi.org/10.1111/disa.12311>
- Kaye, K. & Johnston, D. M. (2010). Hazard perceptions and preparedness of Taranaki youth. *Disaster Prevention and Management*, 19(2), 175-184. <https://doi.org/10.1108/09653561011037986>
- Kellens, W., Zaalberg, R., Neutens, T., Vanneuville, W. & Maeyer, P. (2011). *An Analysis of the Public Perception of Flood Risk on the Belgian Coast*. MANQUE LE JOURNAL 1–19.
- Koks, E.E., Jongman, B., Husby, T.G. & Botzen, W.J.W. (2014). Combining hazard, exposure and social vulnerability to provide lessons for flood risk management. *Environmental Science & Policy*, 47, 42-52.
- Kreibich, H., Thieken, A. H., Petrow, T., Muller, M. & Merz, B. (2002). *Flood loss reduction of private households due to building precautionary measures - lessons learned from the Elbe flood in August 2002*. (August), 117–126.
- Kubal, C., Haase, D., Meyer, V. & Scheuer, S. (2009). Integrated urban flood risk assessment - Adapting a multicriteria approach to a city. *Natural Hazards and Earth System Science*, 9(6), 1881–1895. <https://doi.org/10.5194/nhess-9-1881-2009>
- Lazarus, R.S. & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*, New York : Springer.
- Lechowska, E. (2018). What determines flood risk perception? A review of factors of flood risk perception and relations between its basic elements. *Natural Hazards*, 94(3), 1341–1366. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3480-z>
- Lee, G., Jun, K. S. & Chung, E. S. (2013). Integrated multi-criteria flood vulnerability approach using fuzzy TOPSIS and Delphi technique. *Natural Hazards and Earth System Science*, 13(5), 1293–1312. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-1293-2013>
- Likert, R. (1932) A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1–55.

- Loewenstein, G. F., Hsee, C. K., Weber, E. U. & Welch, N. (2001). Risk as Feelings. *Psychological Bulletin*, 127(2), 267–286. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.2.267>
- Lopez-Vazquez, E. & Marvan, M. L. (2012). Volcanic Risk Perception, Locus of Control, Stress and Coping Responses of People Living Near the Popocatepetl Volcano in Mexico. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 2(1), 3. <https://doi.org/10.2991/jracr.2012.2.1.1>
- Maddux J. E. & Rogers, R. W. (1983). Protection Motivation and Self-Efficacy : A Revised Theory of Fear Appeals and Attitude Change. *Journal of Experimental Social Psychology*, 19, 469-479. [https://doi.org/10.1016/0022-1031\(83\)90023-9](https://doi.org/10.1016/0022-1031(83)90023-9)
- Maidl, E. & Buchecker, M. (2015). Raising risk preparedness by flood risk communication. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15(7), 1577–1595. <https://doi.org/10.5194/nhess-15-1577-2015>
- Malczewski, J. & Rinner, C. (2005). Exploring multicriteria decision strategies in GIS with linguistic quantifiers: A case study of residential quality evaluation. *Journal of Geographical Systems*, 7(2), 249–268. <https://doi.org/10.1007/s10109-005-0159-2>
- Maltais, D., Lachance, L., Fortin, M., Lalande, G., Robichaud, S., Fortin, C. & Simard, A. (2000). L'état de santé psychologique et physique des sinistrés des inondations de juillet 1996 : étude comparative entre sinistrés et non-sinistrés : Les désastres naturels. *Santé-mentale-au-Québec*, 25(1), 116-137.
- Martin, H., Ellis, M. & Delpesh, C. (2016). Risk Perception in a Multi - Hazard Environment : A Case Study of Maraval , Trinidad. *The West Indian Journal of Engineering*, 39(1), 32-43
- Mcgrath, H., Abo El Ezz, A. & Nastev, M. (2019). Probabilistic depth–damage curves for assessment of flood-induced building losses. *Natural Hazards*, MANQUE LE NUMÉRO DU JOURNAL 10.1007/s11069-019-03622-3.
- Meng, B., Li, N. & Fang, D. (2018). Attributes, challenges and future directions of community resilience. *Frontiers Engineering*, 5(3), 307-323.

- Merz, B., Thieken, A. H. & Gocht, M. (2007). Flood risk mapping at the local scale: Concepts and challenges. *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, 25, 231–251. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4200-3_13
- Messner, F. & Meyer, V. (2006). Flood damage, vulnerability and risk perception—challenges for flood damage research. In: Schanze, J., Zeman, E., Marsalek, J. (eds) *Flood risk management: hazards, vulnerability and mitigation measures*. Springer, New York, pp. 149–168
- Miceli, R., Sotgiu, I. & Settanni, M. (2008). Disaster preparedness and perception of flood risk: A study in an alpine valley in Italy. *Journal of Environmental Psychology*, 28(2), 164–173. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.10.006>
- Microsoft (2018) *Computer generated building footprints for Canada* [en ligne] <https://github.com/microsoft/CanadianBuildingFootprints>. Page consultée le 30 avril 2019.
- Müller, A., Reiter, J. & Weiland, U. (2011). Assessment of urban vulnerability towards floods using an indicator-based approach—a case study for Santiago de Chile. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(8), 2107–2123. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-2107-2011>
- Niemeijer, D. (2002). Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example. *Environmental Science and Policy*, 5(2), 91–103.
- Niemeijer, D. & de Groot, R.S. (2008). A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. *Ecological indicators*, 8(1), 14–25
- Nigatu, Z. M., Rientjes, T. & Haile, A. T. (2016). Hydrological Impact Assessment of Climate Change on Lake Tana's Water. *Journal of Climate*, 5, 27–37. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2016.51005>
- Norris, F.H., Stevens S.P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F. & Pfefferbaum, R. L. (2008). Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41(1-2), 127-150.

- NuFocus Strategic Group (2017). The Greater Sussex-Hampton Region Economic Development Strategy [en ligne].(<https://sussex.ca/media/Sussex-Eco-Dev-Strategy-FINAL-15-02-2017pdf-with-Page-nos.pdf>). Page consultée le 17 mars 2020.
- O'Brien, K. L. & Leichenko, R. M. (2000). Double exposure: Assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization. *Global Environmental Change*, 10(3), 221–232. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(00\)00021-2](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(00)00021-2)
- Owusu, S., Wright, G. & Arthur, S. (2015). Public attitudes towards flooding and property-level flood protection measures. *Natural Hazards*, 77(3), 1963–1978. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1686-x>
- Patel, S. S., Rogers, M. B., Amlot, R. & Rubin, G. J. (2017). What Do We Mean by 'Community Resilience'? A Systematic Literature Review of How It Is Defined in the Literature. *PLOS Currents: Disasters*, doi: 10.1371/currents.dis.db775aff25efc5ac4f0660ad9c9f7db2
- Paton, D. & Johnston, D. (2001). Disasters and communities: vulnerability, resilience and preparedness. *Disaster Prevention and Management*, 10(4), 270–277. <https://doi.org/10.1108/eum000000005930>
- Pearson, K. (1900). On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling (PDF). *Philosophical Magazine, Series 5*. 50(302), 157–175. doi:10.1080/1478644000946389
- Peduzzi, P., Sherstyukov, B., Kundzewicz, Z. W., Muir-Wood, R., Mechler, R., Nicholls, N., ... & Bouwer, L. M. (2013). Flood risk and climate change: global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, 59(1), 1–28. <https://doi.org/10.1080/02626667.2013.857411>
- Peters, E., Slovic, P., Hibbard, J. H. & Tusler, M. (2006). Why worry? Worry, risk perceptions, and willingness to act to reduce medical errors. *Health Psychology*, 25(2), 144–152. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.25.2.144>

- Raaijmakers, R., Krywkow, J. & van der Veen, A. (2008). Flood risk perceptions and spatial multi-criteria analysis: an exploratory research for hazard mitigation. *Natural Hazards*, 46, 307–322
- Raghavan Sathyan, A., Funk, C., Aenis, T., Winker, P. & Breuer, L. (2018). Sensitivity analysis of a climate vulnerability index - a case study from Indian watershed development programmes. *Climate Change Responses*, 5(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40665-018-0037-z>
- Rajib, S. (2016). *Community-Based Disaster Risk Reduction*, Oxford University Press.
- Ramsbottom, D., Floyd, P. & Penning-Rowsell, E. (2003). Flood risks to people: Phase 1. R&D Technical Report FD2317, Department for the Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), UK Environment Agency
- Raue, M., Lermer, E., Streicher, B. & Slovic, P. (2018). *Psychological perspectives on risk and risk analysis*, 1st ed. Springer, Zürich
- Rea, L.M & Parker, R.A (1992) *Designing and conducting survey research : a comprehensive guide* (2nd ed), Jossey-Bass Publishers.
- Revelle, W. (2019). *Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research*. Northwestern University, Evanston, Illinois. R package version 1.9.12, <https://CRAN.R-project.org/package=psych>.
- Rincón, D., Khan, U. & Armenakis, C. (2018). Flood Risk Mapping Using GIS and Multi-Criteria Analysis: A Greater Toronto Area Case Study. *Geosciences*, 8(8), 275. <https://doi.org/10.3390/geosciences8080275>
- Rose, C. B., Proverbs, D. G., Manktelow, K. & Booth, C. A. (2010). Psychological factors affecting flood coping strategies. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 133, 305–312. <https://doi.org/10.2495/FRIAR100261>
- Rufat, S., Tate, E., Burton, C. G. & Maroof, A. S. (2015). Social vulnerability to floods: Review of case studies and implications for measurement. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14(January 2016), 470–486.

<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.09.013>

Ruin, I., Gaillard, J. C. & Lutoff, C. (2007). Drivers' risk perception of severe storms hazards in Southern France. *4th European Conference on Severe Storms 10-14 September 2007-Trieste*, (September), 4-5. Retrieved from <http://www.essl.org/ECSS/2007/abs/10-Social-Econ/1179245952.ruin-1-sec10.oral.pdf>

R.V Anderson Associates Limited (2016). Sussex Flood Study : Final Report. Prepared for the town of Sussex [en ligne](<https://sussex.ca/media/Sussex-Flood-Study.pdf>) (page consultée le 21 mai 2020)

Saaty, T.L. (2008). Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 1, 83-98.

Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.

Sattler, D. N., Kaiser, C. F. & Hittner, J. B. (2000). Disaster preparedness: Relationships among prior experience, personal characteristics, and distress. *Journal of Applied Social Psychology*, 30(7), 1396-1420. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2000.tb02527.x>

Sattler, D. N., Preston, A. J., Kaiser, C. F., Olivera, V. E., Valdez, J. & Schlueter, S. (2002). Hurricane Georges: A cross-national study examining preparedness, resource loss, and psychological distress in the U.S. Virgin Islands, Puerto Rico, Dominican Republic, and the United States. *Journal of Traumatic Stress*, 15(5), 339-350. <https://doi.org/10.1023/A:1020138022300>

Scheuer, S., Haase, D. & Meyer, V. (2011). Exploring multicriteria flood vulnerability by integrating economic, social and ecological dimensions of flood risk and coping capacity: From a starting point view towards an end point view of vulnerability. *Natural Hazards*, 58(2), 731-751. <https://doi.org/10.1007/s11069-010-9666-7>

Sjobergl, L. (1998). Worry and Risk Perception. *Risk Analysis*, 18(1).

- Slovic, P. (2000a). *Trust , Emotion , Sex , Politics , and Science : Surveying the Risk Assessment Battlefield*. 1997(1).
- Slovic, P. (2000b). Risk, society, and policy series. The perception of risk. London, England: Earthscan Publications.
- Slovic, P., Finucane, M., Peters, E. & Macgregor, D. G. (2004). Risk as feeling: Some thoughts about affect, reason, risk and rationality. *The Ethics of Technological Risk*, 24(2), 163–181. <https://doi.org/10.4324/9781849772990>
- Statistique Canada (2016a). Sussex. Nouveau-Brunswick (Code1305023) (tableau). Profils des communautés de 2006, Recensement de 2006, produit n° 92-591-XWF au catalogue de Statistique Canada. [En ligne] Ottawa, version mise en ligne le 5 janvier 2015 (<https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&Geo1=POPC&Code1=0907&Geo2=PR&Code2=48&Data=Count&SearchText=Sussex&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&GeoLevel=PR&GeoCode=0907&TABID=1>). Page consultée le 17 mars 2020
- Statistique Canada (2016b). Sussex Corner. Nouveau-Brunswick (Code1305023) (tableau). Profils des communautés de 2006, Recensement de 2006, produit n° 92-591-XWF au catalogue de Statistique Canada. [En ligne] Ottawa, version mise en ligne le 5 janvier 2015. (<https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&Geo1=CSD&Code1=1305023&Geo2=PR&Code2=48&SearchText=Sussex&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&TABID=1&type=0>). Page consultée le 17 mars 2020
- Stojanov, R., Duží, B., Danek, T., Nemec, D. & Procházka, D. (2015). Adaptation to the Impacts of Climate Extremes in Central Europe: A Case Study in a Rural Area in the Czech Republic. *Sustainability*, 7, 12758-12786. 10.3390/su70912758.
- Schwarz, J. & Maiwald, H. (2008). Damage and loss prediction model based on the vulnerability of building types - Conference: 4th International Symposium on Flood Defence (ISDF4)At: Toronto, Canada. Avril 2008. 10.13140/2.1.1358.3043.
- Tanguy, M. (2016). Développement d'une méthode de caractérisation et d'évaluation du risque humain lié aux inondations. Thèse présentée pour l'obtention du grade

de Philosophiae doctor (Ph.D.) en sciences de l'eau. Québec. Université du Québec Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement.

- Tate, E. (2012). Social vulnerability indices: A comparative assessment using uncertainty and sensitivity analysis. *Natural Hazards*, 63(2), 325–347. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0152-2>
- Terpstra, T., Gutteling, J. M., Geldof, G. D. & Kappe, L. J. (2006). The perception of flood risk and water nuisance. *Water Science and Technology*, 54(6–7), 431–439. <https://doi.org/10.2166/wst.2006.573>
- Thieken, A. H. & Gocht, M. (2007). *Flood Risk Management in Europe*. MANQUE LE JOURNAL ICI (January). <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4200-3>
- Thomas I., Bleau, N., Soto Abasolo, P., Desjardin-Dutil, G., Fuamba, M. & Kadi, S. (2012). Analyser la vulnérabilité sociétale et territoriale aux inondations en milieu urbain dans le contexte des changements climatiques, en prenant comme cas d'étude la ville de Montréal, Rapport final pour Ouranos, 137 p.
- Thongs, G. (2019). Integrating risk perceptions into flood risk management: Trinidad case study. *Natural Hazards*, 98(2), 593–619. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03720-2>
- Thurston, H., Roy, A., Shuster, W.D., Cabezas, H., Morrison, M. & Taylor, M.A. (2008). Using Economic Incentives to Manage Stormwater Runoff in the Shepherd Creek Watershed, Part I. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-08/129
- Town of Sussex (2019a). *Emergency response plan* [en ligne] Sussex. (<https://sussex.ca/media/Town-of-Sussex-Emergency-Response-Plan.pdf>) (page consultée le 21 mai 2020)
- Town of Sussex (2019b). *PRESS RELEASE: Flood Mitigation – Gateway Mall Berm* [en ligne] Sussex. (<https://sussex.ca/press-release-flood-mitigation-gateway-mall-berm>) (page consultée le 22 mai 2020)

- Trentelman, C.K., Irwin, J., Petersen, K.A., Ruiz, N., Szalay, C.S. (2016). Revisiting the drop-off/pick-up method for household survey research. *Journal of Rural Social Sciences*, 31(3), 2016, pp. 68–104.
- Tsoutsos, T., Drandaki, M., Frantzeskaki, N., Iosifidis, E. & Kiosses, I. (2009). Sustainable energy planning by using multi-criteria analysis application in the island of Crete. *Energy Policy*, 37(5), 1587–1600. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.12.011>
- United Nations International Strategy for Disaster (2017). Words into Action Guidelines : National Disaster Risk Assessment – Governance System, Methodologies, and Use of Results [en ligne] (https://www.unisdr.org/files/52828_nationaldisasterriskassessmentwiagu.pdf) (Page consultée le 7 octobre 2019).
- Veyvret, Y. & Reghezza, M. (2006). Vulnérabilité et risques: L'approche récente de la vulnérabilité. *Responsabilité & Environnement*, 43, 9–14.
- Villa, J. & Bélanger, D. (2012). *Perception du risque d'inondation dans un contexte de changements climatiques : recension systématique des articles scientifiques sur sa mesure (1990-2011)*. Rapport pour l'Institut National de Santé Publique, Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, p.189
- Weichselgartner, J. (2011). *Elbe Region , Germany : A Lack of Context-sensitive Knowledge*. In. Rachel, A., Dowty, B. & Allen, L. (Ed) *Dynamics of Disaster: Lessons on Risk, Response, and Recovery*, pp. 141-157
- Weijters, B., Baumgartner, H. & Schillewaet, N. (2013). Reversed Item Bias: An Integrative Model. *Psychological Methods*, 18(3), 320-334.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. & Davis, I. (2003). At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters. *Human Ecology*, 24. <https://doi.org/10.4324/9780203428764>
- Zelany, V. F. (2007). *Notre patrimoine du paysage l'histoire de la classification écologique des terres au Nouveau-Brunswick*. Fredericton, Ministère des ressources naturelles du Nouveau-Brunswick.