



**ENJEUX EN LIEN AVEC LA
CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES
ET SON CADRE RÉGLEMENTAIRE
DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES
FORMAT QUESTIONS-RÉPONSES**

Numéro du projet Ouranos : 706900-VA100

Rapport Final

Dernière modification : 19 avril 2022

Suivi des versions :

Version	Date
Partielle	2021-07-28
Préliminaire	2022-02-17
Finale	2022-04-19

CRÉDIT PHOTO PAGE COUVERTURE : Cottonbro via Pexels.com

Citation suggérée : Boyer-Villemaire, U., Desjardins, R., Imbach, B. (2022). Enjeux en lien avec la cartographie des zones inondables et son cadre réglementaire dans un contexte de changements climatiques : Format Questions-Réponses. Rapport présenté au Gouvernement du Québec, dans le cadre du programme au Soutien d'Ouranos à INFO-Crue. Ouranos. Montréal. 82 p. + annexes.

Autres documents disponibles sur demande : Pdf des présentations réalisées durant les ateliers dans le cadre de ce projet. Synthèse des formulations abrégées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Ursule Boyer-Villemaire, Ph.D. Spécialiste Adaptation aux changements climatiques, Ouranos	Raphael Desjardins, B.Sc. Spécialiste Adaptation aux changements climatiques, Ouranos	Benjamin Imbach, en formation Stagiaire Adaptation aux changements climatiques, Ouranos
---	--	--

REMERCIEMENTS

De la part de l'équipe de réalisation, un merci sincère pour leur contribution à toutes les personnes désignées ci-dessous du groupe de travail interministériel, ainsi qu'à plusieurs dizaines de personnes des ministères et organismes et aux experts invités lors des ateliers organisés dans le cadre du processus collaboratif lié à ce projet. C'est grâce à la mise en commun de nos efforts avec ouverture d'esprit que nous pouvons collectivement travailler pour la résilience aux aléas liés au climat et l'accélération de l'adaptation au Québec en s'appuyant sur les meilleures connaissances scientifiques.

Révision scientifique

Alexandrine Bisailon, Ouranos	Annabelle Lamy, Ouranos
-------------------------------	-------------------------

Experts invités

Anissa Frini, UQAR	Mathieu Boudreault, UQAM	Joanie Turmel, UQAR
Tiphaine Leclerc, UQAM	Lily Lessard, UQAR	Isabelle Thomas, U. Montréal
Patrice Vachon, MELCC	Alizée Vautrin, MELCC	Simon Dufresne, MELCC
Julie-Maude Normandin, ÉNAP	Michaël Bourdeau-Brien, U. Laval	Mélanie Beaudoin, INSPQ
Maxime Boivin, INSPQ	Daniel Henstra, U. Waterloo	

**Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques**

Québec 

Ce projet a été financé par Ouranos dans le cadre du soutien à l'initiative INFO-Crue du MELCC

Les résultats et opinions présentés dans cette publication sont entièrement la responsabilité des auteurs et n'engagent pas Ouranos ni ses membres, incluant le MELCC. Toute utilisation ultérieure du document sera au seul risque de l'utilisateur sans la responsabilité ou la poursuite juridique des auteurs.

Partenaires du groupe de travail interministériel

MELCC	Tricia Lemieux William Larouche Hélène Bérubé Richard Turcotte	Michael Laliberté-Grenier Caroline Robert Ibrahim Diallo Jean Francoeur
MSP	Anne-Marie Plante Jonathan Hume	Pascal Marceau Soutien à la révision : Melany Gagnon Chantal Rainville
MAMH	Guillaume Durand Steve Hetu Jean-Philippe Côté Sarah Robert Marion Vincens Étienne Côté Duret Martin Desrochers	Soutien à la révision : Maryse Caron Jean-Christophe Pettersen Laurie Cantin-Towner Sylvie Morin Jean-François Cloutier
MERN	Ricardo Binotto François Poulin	Jean-Marc Bisonnette Naomi Therrien-Janvier
ROBVQ	Jérémie Rocques	Antoine Verville

RÉVISION ET MISE EN PAGE : Ursule Boyer-Villemare et Raphaël Desjardins, Ouranos

SOUTIEN ADMINISTRATIF : Léa Crevier-Lapointe, Ouranos

RÉSUMÉ

Contexte : Suite aux inondations de 2017, le gouvernement du Québec a mené une réflexion sur la gestion des risques des inondations dans un contexte de changements climatiques. Dans ce cadre, le MELCC a mis en place le projet INFO-Crue qui vise à cartographier l'aléa inondation pour le Québec méridional.

Dans le cadre du soutien d'Ouranos à INFO-Crue, la Direction de l'expertise hydrique (DEH) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a mandaté Ouranos pour appuyer la valorisation de la cartographie et soutenir la mobilisation des connaissances. Ce document s'inscrit dans le volet mobilisation des connaissances.

Objectif : Ce projet visait à faire l'état des lieux sur les principaux enjeux liés à la cartographie des zones inondables, afin d'appuyer la valorisation et de faciliter une compréhension commune et adhésion à la cartographie réalisée par INFO-Crue et le nouveau cadre règlementaire associé.

Démarche : La démarche est hybride, en s'appuyant sur une revue de la littérature et une approche collaborative.

- Une revue la littérature basée sur les moteurs de recherche googlescholar et google, complémentée par une mobilisation des archives des publications d'Ouranos et les références provenant des experts invités ou participants
- Une démarche itérative de collaboration avec les experts et les ministères et organismes fondée sur deux instances participatives :
 - le « groupe de travail interministériel sur les inondations », sur lequel siégeaient plusieurs ministères et organismes concernés par ces résultats étaient présents (MERN, MAMH, MSP, MELCC, ROBVQ),
 - Une instance d'information permettant la tenue d'atelier avec des experts invités permettant un partage des connaissances et offrant également une opportunité d'échange permettant de faire émerger des interrogations et questions supplémentaires en lien avec le sujet.

Dans l'ensemble, cette démarche scientifique collaborative a permis de mobiliser les connaissances les plus à jour, de s'assurer que les questions abordées étaient alignées avec les besoins émis par le groupe de travail, d'assurer la pluralité et la neutralité des perspectives, et d'assurer plusieurs niveaux de validation des contenus.

Résultats : Les résultats consistent en plus de 38 questions-réponses, bonifiées par 22 formulations abrégées pour certains enjeux. Cette démarche a permis de qualifier la maturité des connaissances sur la base des critères d'abondance et de distribution des connaissances pour chaque bloc thématique de questions. Des pistes de recherche et proposition de gestion des connaissances ont été avancées.

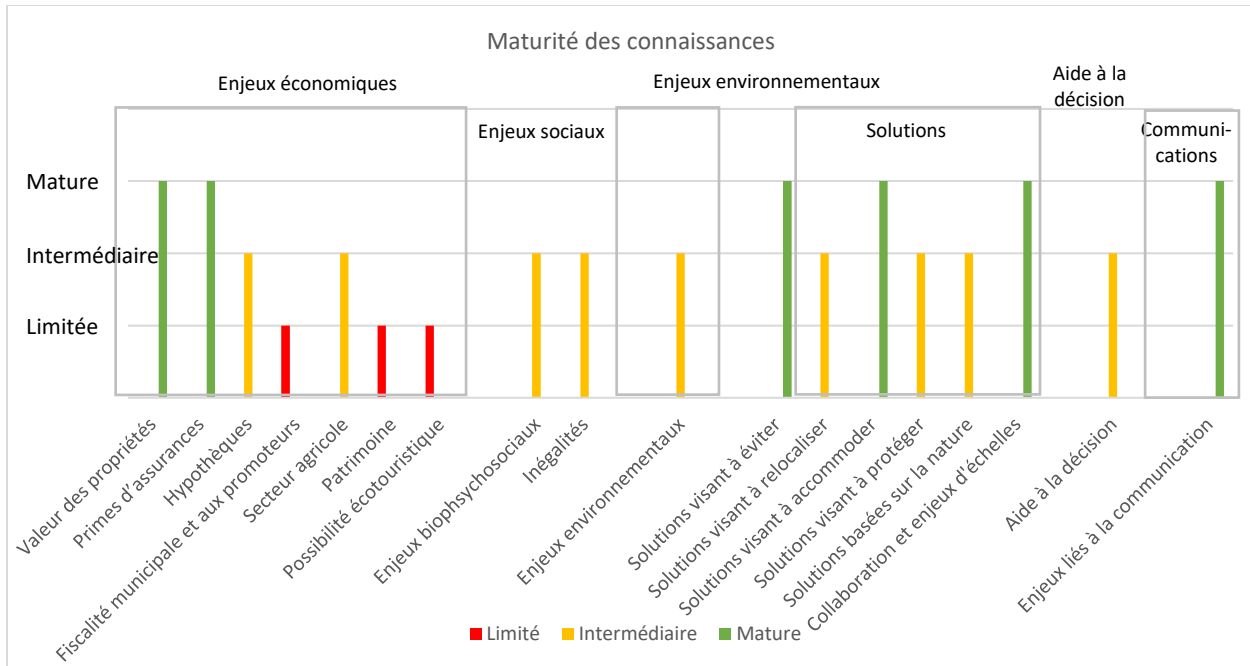


Figure. Degré de maturité des connaissances selon les enjeux liés à la publication de la nouvelle cartographie et son cadre réglementaire

- *Les connaissances les plus limitées* se situent principalement au niveau économique sur les impacts de la publication de la cartographie et son cadre réglementaire sur la fiscalité municipale et les promoteurs, le patrimoine et la possibilité écotouristique.
- *Les connaissances intermédiaires* portent sur les impacts de la cartographie sur les hypothèques et le secteur agricole, les enjeux sociaux liés à la publication de la cartographie (biopsychosociaux et les inégalités), les enjeux environnementaux, ainsi que sur les solutions visant à relocaliser et à protéger les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux, les solutions basées sur la nature et les outils d'aide à la décision en contexte d'adaptation aux changements climatiques.
- *Les connaissances les plus matures* portent sur les enjeux économiques reliés aux impacts de la cartographie sur la valeur des propriétés et les primes d'assurances, sur l'éventail des solutions visant à éviter et à accommoder les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux, ainsi qu'aux enjeux de communication liés à la publication de cartes et leur cadre réglementaire, et les enjeux de collaboration multiniveaux.

Retombées pour l'adaptation :

Tangibles : matériel de mobilisation des connaissances que les partenaires ont prévu utiliser dans un contexte de consultation à court terme, liste de piste de recherche.

Intangibles : construire une base de compréhension commune et un outil d'appui à la communication commun à plusieurs ministères autour de ces connaissances, grâce au processus collaboratif entourant la production des contenus.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	i
Table des Matières.....	iii
Liste des Tableaux.....	v
Liste des Figures et encadrés	vii
Liste des Annexes.....	vii
Glossaire.....	viii
Introduction	1
1. Enjeux économiques.....	5
1.1 Enjeux liés à la valeur des propriétés.....	5
1.2 Enjeux liés aux primes d'assurances	6
1.3 Enjeux liés aux hypothèques.....	8
1.4 Enjeux du non-développement en zone inondable.....	8
1.5 Enjeux liés au secteur agricole.....	11
1.6 Enjeux liés au patrimoine.....	13
1.7 Enjeux liés à la possibilité écotouristique	15
2. Enjeux socio-sanitaires	18
2.1 Enjeux biopsychosociaux	18
2.2 Enjeux d'inégalités	24
3. Enjeux environnementaux	28
3.1 Quels sont les impacts environnementaux liés aux inondations ?.....	28
3.2 Est-ce que la publication de la nouvelle cartographie des zones inondables entraînera des impacts environnementaux ?	28
4. Enjeux liés aux solutions	30
4.1 Quels sont les principaux enjeux à L'interface entre la publication de la nouvelle cartographie et les solutions de gestion des inondations ?	30
4.2 Qu'est-ce que la classification « paré » des stratégies de gestion de risque d'inondation ?	32
4.3 Comment les solutions basées sur la nature peuvent-elles aider dans la lutte contre les inondations en contexte de changements climatiques ?	46
4.4 Comment assurer une cohérence des échelles d'action pour faire face collectivement aux inondations en s'appuyant sur la cartographie des zones inondables ?	47

5. Enjeux liés aux méthodes d'évaluation des impacts et solutions, et outils d'aide à la décision	50
5.1 Comment le coût de l'inaction peut-il être analysé ? avec quel(s) outil(s) ? Comment la cartographie des zones inondables y contribue-t-elle ?.....	50
5.2 Est-ce que les résultats d'une ACA peuvent être extrapolés sur l'ensemble d'un territoire ? ...	52
5.3 Quelles sont les grandes catégories d'impacts étudiés dans une ACA ? Quel est le lien avec la cartographie des zones inondables ?.....	53
6. Enjeux de communications	59
6.1 Pourquoi la communication est-elle importante en gestion des risques ?	59
6.2 Pourquoi la communication est-elle importante en gestion des risques ? Comment communiquer pour favoriser une culture du risque au Québec ?	61
6.3 Quelles sont les bonnes pratiques et celles à éviter pour une bonne communication des risques ?	63
6.4 Quelles sont les bonnes techniques pour le partage de la cartographie ?.....	64
6.5 Quelles leçons tirer de la communication de la COVID-19 ?	64
7. Synthèse, Limites, Conclusions et Retombées.....	66
7.1 Synthèse.....	66
7.2 Limites et discussion	69
7.3 Conclusions	70
7.4 Retombées.....	71
8. Références	72
Annexes.....	79

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 Liste des réunions du groupe de travail et des ateliers.....	2
Tableau I.2 Classification de l'état des connaissances.....	3
Tableau 1.1 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés à la valeur des propriétés.....	6
Tableau 1.2 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux primes d'assurances	7
Tableau 1.3 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux hypothèques	8
Tableau 1.4 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés à la fiscalité municipale et aux promoteurs	10
Tableau 1.5 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux du secteur agricole	12
Tableau 1.6 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés au patrimoine.....	15
Tableau 1.7 État des connaissances et pistes de recherche : Possibilité écotouristique.....	17
Tableau 2.1 Coûts selon les types d'impacts psychosociaux.....	21
Tableau 2.2 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux biopsychosociaux	23
Tableau 2.3 État des connaissances et pistes de recherche : Inégalités.....	27
Tableau 3.1 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux environnementaux	29
Tableau 4.1 Objectifs et mesures visant à appliquer un contrôle sur l'écoulement des cours d'eau en zone à risque d'inondation ou de risques fluviaux aux échelles individuelle, des quartiers et communautés, et de la société.....	34
Tableau 4.2 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions visant à protéger	35
Tableau 4.3 Objectifs et mesures visant à permettre une utilisation continue du territoire en zones inondables ou à risques fluviaux aux échelles individuelle, des quartiers et communautés, et de la société.	36
Tableau 4.4 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions visant à accommoder	38
Tableau 4.5 Objectifs et mesures visant à relocaliser les enjeux en zone à risque d'inondation ou de risques fluviaux aux échelles individuelle, des quartiers et communautés, et de la société.	40

Tableau 4.6 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions visant à relocaliser	42
Tableau 4.7 Objectifs et mesures visant à éviter les enjeux en zone à risque d’inondation ou de risques fluviaux aux échelles individuelle, des quartiers et communautés, et de la société.	44
Tableau 4.8 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions visant à éviter ..	45
Tableau 4.9 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions basées sur la nature	47
Tableau 4.10 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés à la collaboration et aux échelles de décision	49
Tableau 5.1 Méthodes de quantification et paramètres de la monétisation des coûts liés aux inondations, pour une liste partielle d’impacts.	54
Tableau 5.2 État des connaissances et pistes de recherche : Outils d’aide à la décision	58
Tableau 5.3 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés à la communication	65
Tableau 7.1 Nombres de questions-réponses et de formulations abrégées par chapitre.....	66
Tableau 7.2 Propositions de stratégies de gestion des connaissances selon la maturité des connaissances.....	68

LISTE DES FIGURES ET ENCADRÉS

Encadré 1 : Exemple de solution visant à s’accommoder de la présence des inondations : une construction amphibie.....	37
Encadré 2 : Exemple de solution visant à s’accommoder de la présence des inondations : Le projet Portes du Vercors	37
Encadré 3 : L’école sur pilotis de Saint-Raymond de Portneuf.....	38
Encadré 4 : Exemple de solution de relocalisation à Sainte-Flavie	41
Encadré 5 : Exemple de solution de relocalisation à Pointe-Gatineau.....	41
Encadré 6 : Exemple de solution visant à éviter les risques d’inondation : Le Grand parc de l’Ouest ...	45
Encadré 7 : Exemples de communication du risque qui peuvent inspirer un plan de communication .	63
Figure 1. Degré de maturité des connaissances selon les enjeux liés à la publication de la nouvelle cartographie et son cadre réglementaire	67

LISTE DES ANNEXES

Annexe A – Liste exhaustive des pistes de recherche.....	79
--	----

GLOSSAIRE

ASSURABILITÉ : « Caractère de ce qui remplit les conditions nécessaires pour pouvoir être garanti par un contrat d'assurance. » (Office Québécois de la langue française, 2012)

BIOSYCHOSOCIAUX : Concept englobant les facteurs biologiques, sociologiques, et psychologiques afin de les étudier comme un tout.

ÉCOANXIÉTÉ : Sentiment d'anxiété ou préoccupation ressentis par une personne devant les bouleversements causés par les changements climatiques et l'appréhension de leurs conséquences. (Office Québécois de la Langue Française, 2021)

SOCIOSANITAIRE : Un terme souvent utilisé au Québec pour définir les 18 régions du Québec (division géographique) OU un service médical touchant à la fois l'aspect social et l'aspect sanitaire (Gouvernement du Québec, SD)

IMPACT PSYCHOSOCIAL : Impact causé par des facteurs environnementaux ou biologiques ayant un impact sur les aspects sociaux ou psychologiques d'un individu [traduction libre] (Oliveira et al., 2013)

INTERSECTIONNALITÉ : Cumul de différentes formes d'inégalité vécues par une personne, fondées notamment sur sa race, son sexe, son âge, sa religion, son orientation sexuelle, sa classe sociale ou ses capacités physiques, qui entraîne une augmentation des vulnérabilités subies (Office Québécois de la Langue Française, 2019)

LITTÉRATURE GRISE : Information qui n'est pas contrôlée par l'édition commerciale : information produite par les gouvernements, les instances d'enseignement et de recherche, du commerce et de l'industrie

ZONE À RISQUE : Zone sensibles (peuplée, de valeur économique, culturelle ou environnementale) caractérisée en fonction des risques naturels qui lui sont liés, tels que les inondations, glissements de terrain, feux de forêt etc.

...

INTRODUCTION

Contexte :

L'inondation demeure l'aléa naturel le plus commun et le plus coûteux en termes de dommages matériels au Canada (Doberstein et al., 2019). L'identification des enjeux liés aux inondations a conduit à des efforts importants à travers le pays pour évaluer, cartographier et tenter de réduire les risques auxquels sont confrontés les propriétaires, les collectivités et les régions. Les efforts investis historiquement pour réduire les risques d'inondation n'ont cependant pas empêché les catastrophes de se produire, comme nous le rappellent non seulement les événements de 2011, 2017 et 2019 au Québec, mais aussi les exemples canadiens de Winnipeg/Rivière Rouge en 1997, rivière Assiniboine en 2011, Nouveau-Brunswick en 2018 et Calgary et Toronto en 2013 (Doberstein et al., 2019).

Suite aux inondations de 2017, le gouvernement du Québec a mené une réflexion sur la gestion des risques des inondations dans un contexte de changements climatiques. Dans ce cadre, le MELCC a mis en place le projet INFO-Crue qui vise à cartographier l'aléa inondation pour le Québec méridional.

Dans le cadre du soutien d'Ouranos à INFO-Crue, la Direction de l'expertise hydrique (DEH) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a mandaté Ouranos pour appuyer la valorisation de la cartographie et soutenir la mobilisation des connaissances. Ce document s'inscrit dans le volet mobilisation des connaissances.

Objectif : Ce projet visait à faire l'état des lieux sur les principaux enjeux liés à la cartographie des zones inondables, afin d'appuyer la valorisation et de faciliter une compréhension commune et adhésion à la cartographie réalisée par INFO-Crue et le nouveau cadre réglementaire associé.

Méthodologie : Les informations présentées ci-dessous proviennent d'une revue de la littérature scientifique, combinée à une démarche itérative de collaboration avec les experts et les ministères et organismes.

Pour la revue de la littérature, les moteurs de recherche googlescholar et google ont été utilisés, complétés par une mobilisation des archives des publications d'Ouranos et les références provenant des experts invités ou participants. Cet état des connaissances a été complété par une recherche complémentaire plus ciblée sur certains sujets à la suite de chacun des ateliers décrits ci-dessous.

L'approche collaborative se fondait sur deux instances participatives :

- une instance de co-construction : le « groupe de travail interministériel sur les inondations » (ci-après appelé le Groupe de Travail), sur lequel siégeaient plusieurs ministères et organismes concernés par ces résultats étaient présents (MERN, MAMH, MSP, MELCC, ROBVO), ce groupe d'une dizaine de personnes aidait à identifier les enjeux à aborder, conseillait sur le format du livrable souhaité, les contenus et l'organisation des ateliers, et contribuait à la qualité du livrable ;
- ainsi qu'une instance d'information : une audience élargie sur invitation (pour la plupart les collègues ou équipes des membres du groupe de travail) : composée de plusieurs dizaines de personnes

professionnelles provenant des ministères et organismes (et certains partenaires), durant les ateliers laissant une place aux échanges ; le nombre et la composition ont variés selon les sujets, sur une base volontaire ces personnes ont été invitées à assurer la qualité du livrable.

Le calendrier des réunions du Groupe de Travail était intercalé avec celui les ateliers, afin d’assurer la cohérence entre les deux instances. Les ateliers d’information mettaient de l’avant deux éléments principaux : les résultats préliminaires de la revue systémique de la littérature, ainsi que l’intervention d’experts académiques issus du domaine associé au sujet abordé. La série d’atelier a porté sur les sujets suivants décrits au tableau ci-dessous.

Tableau I.1 Liste des réunions du groupe de travail et des ateliers

Dates	Groupe de travail	Atelier
2021/03/10		Besoins des usagers : Anissa Frini
2021/05/04		Enjeux économiques : Mathieu Boudreault, Ursule Boyer-Villemaire
2021/05/26	Retour, exemple de livrable et formats	
2021/06/10		Table ronde cohabiter avec l’eau – Architecture sans frontières Québec
2021/06/11		Séminaire interfaces RIISQ
2021/06/23	Préparation atelier impact sociaux	
2021/07/06		Enjeux sociaux : Typhaine Leclerc et Joanie Turmel, Ursule Boyer-Villemaire
2021/08/27	Préparation atelier impact du non-développement	
2021/09/01	Rencontre de préparation à l’atelier matrice d’impacts	
2021/09/15	Rencontre de préparation à l’atelier matrice d’impacts	
2021/09/22	Évaluation des impacts du non-développement des zones inondables (atelier restreint au comité interministériel)	
2021/10/27	Préparation Atelier solutions	
2021/11/10		Solutions pour réduire les risques d’inondations : Isabelle Thomas, Julie-Maude Normandin, Michaël Bourdeau-Brien, Ursule Boyer-Villemaire
2021/11/24	Retour de l’atelier sur les solutions et de préparation de l’atelier sur les communications	
2021/12/01		Enjeux de communication des risques d’inondations ; Mélanie Beaudoin,

Ces ateliers visaient l'information permettant un partage des connaissances et offrent également une opportunité d'échange permettant de faire émerger des interrogations et questions supplémentaires en lien avec le sujet. Suite à ces ateliers, les informations étaient bonifiées par une revue de la littérature scientifique complémentaire.

Dans l'ensemble, cette démarche scientifique collaborative a permis de mobiliser les connaissances à jour, d'assurer l'alignement des questions avec les besoins émis par le Groupe de travail, d'assurer la pluralité et la neutralité des perspectives, et d'assurer plusieurs niveaux de validation des contenus.

Organisation des chapitres et formulations : Les résultats de ce projet consistent en une synthèse de l'état des connaissances sous forme de questions-réponses. Ce format a été sélectionné avec le Groupe de Travail. Il facilite fournir une synthèse appliquée à des contextes qui rejoignent les usagers. Les questions sont séparées en thèmes prioritaires avec le Groupe de travail. De plus, certaines questions sont présentées avec deux formulations, afin de répondre aux besoins des différents publics.

- *Une formulation complète* : elle est plus détaillée et présente un portait spécifique et rigoureux sur le sujet, elle est destinée à outiller un public plus averti tel que les acteurs gouvernementaux ;
- *Une formulation abrégée (en tableau)* : elle offre une présentation plus synthétisée et vulgarisée de l'information, elle permet à des acteurs moins spécialisés dans certains sujets, par exemple un citoyen, de rapidement assimiler l'information présentée.

État des connaissances : En plus des deux formulations proposées, l'ajout d'une rubrique « état des connaissances » permet de présenter la maturité de l'information scientifique. L'état des connaissances se décline en trois niveaux : limité, intermédiaire, et mature. Ces niveaux ont été définis considérant selon les critères suivants : l'abondance des connaissances et la distribution géographique de celle-ci (voir tableau ci-dessous). Certains angles morts soulignés.

Tableau 1.2 Classification de l'état des connaissances

État des connaissances	Critère 1 - Abondance	Critère 2 – Distribution
Limité	Peu d'articles	International seulement
Intermédiaire	Quelques dizaines d'articles	International et Canada
Mature	Plusieurs dizaines d'articles	International, Canada, Québec

Pistes de recherche : Selon de degré de maturité des connaissances et les angles morts identifiés, des pistes de recherches d'intérêt pour les cinq prochaines années ont été identifiées.

Résultats : Les résultats sont présentés sous forme de questions-réponses dans les chapitres suivants :

- Enjeux économiques
- Enjeux sociaux

- Enjeux environnementaux
- Enjeux liés aux solutions
- Enjeux liés aux méthodes d'évaluation des impacts et solutions, et outils d'aide à la décision
- Enjeux de communications.

Ces chapitres sont suivis d'une appréciation des limites, conclusion et retombées, ainsi que d'une liste exhaustive des références.

1. ENJEUX ÉCONOMIQUES

Un des enjeux souvent abordés, lorsque nous parlons des impacts de la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables, est les nombreux impacts économiques liés à celle-ci. Afin de mieux étudier ces questionnements, la section suivante sera divisée en plusieurs grands thèmes touchant les impacts fonciers, l'impact du non-développement, l'impact pour les producteurs agricoles, impact sur le patrimoine, et la possibilité d'écotourisme.

1.1 ENJEUX LIÉS À LA VALEUR DES PROPRIÉTÉS

1.1.1 Quel est l'impact de la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables sur la valeur des propriétés ?

La littérature indique qu'au Canada, les propriétés situées dans les zones à risques d'inondation (exposées à un aléa) subissent une dépréciation temporaire de leur valeur marchande variant de 4 % à 8,2% (Boudreault et Bourdeau-Brien, 2020; Bakos et al., 2022). Les bâtiments restent également entre 2 et 3 semaines de plus sur le marché avant d'être vendues (Bakos et al., 2022). Cet effet peut s'étendre de 4 à 7 ans, suite à la désignation des zones inondables ou suite à un événement d'inondation. (Boudreault et Bourdeau-Brien, 2020). La perception du risque serait donc généralement passagère et réactive.

Une étude similaire réalisée aux États-Unis présente une variation des prix se trouvant entre 3,5 % et 12,2 % pour le premier événement d'inondation et pouvait aller jusqu'à 16 % lorsque deux événements d'inondations se produisent dans un court intervalle de temps. Tout comme au Canada, cette dépréciation est souvent réactive et passagère (Shr et Zipp, 2019; Zhang et Leonard, 2019).

De plus, la littérature indique qu'aux États-Unis la fluctuation était plus importante pour les propriétés à faibles coûts, en comparaison avec les propriétés plus chères (tant au niveau des fluctuations de la valeur que sur la période de la dépréciation) (Shr et Zipp, 2019; Zhang et Leonard, 2019).

À cela, s'ajoute l'élément du désir d'habitation : souvent les habitations en bordure de l'eau, ou avec vue sur l'eau sont des propriétés en demande sur le marché. En effet, en l'absence d'évènement perturbateur, la régénération de cette demande en zone à risque, comme contrepoids à la dépréciation, a comme répercussion de stabiliser les prix sur le long terme.

La fluctuation de la valeur foncière, elle, est peu sujette à dépréciation, tout dépendant du moment où se trouve la municipalité dans son cycle de réévaluation foncière, qui s'étend autour de 3 ans. (Boudreault Bourdeau-Brien, 2020; Shr et Zipp, 2019; Zhang et Leonard, 2019). Toutefois, il importe de préciser que l'imposition de restrictions juridiques aux utilisations possibles de l'immeuble (comme un changement de zonage) en lien avec la désignation des zones inondables est un événement permettant la modification de sa valeur foncière inscrite au rôle d'évaluation foncière pour tenir compte de cette situation.

Formulation abrégée : Est-ce que la publication de cette nouvelle carte aura un impact sur le prix de ma maison ?

Généralement, la perception du risque est passagère et réactive. En effet, durant une période de 4 à 7 ans, les prix de l'immobilier pourraient être affectés (tant après la publication d'une nouvelle cartographie ou suite à un événement d'inondation). La fluctuation des prix s'élèverait entre 4 % et 8 % au Canada (Boudreault et Bourdeau-Brien; 2020; Shr et Zipp, 2019; Bakos et al., 2002).

Tableau 1.1 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés à la valeur des propriétés

État des connaissances
La section sur les enjeux économiques est marquée par un état des connaissances « mature », mais les pistes de recherches suivantes nous permettraient de valider les résultats existants et d'approfondir les connaissances.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• Étudier l'impact historique de la mise en place de la zone d'intervention spéciale (ZIS) sur le prix de vente des propriétés• Faire la validation et le suivi des connaissances scientifiques en étudiant l'impact perçu au Québec suite à la publication de la nouvelle cartographie• Étudier l'impact des mesures d'adaptation du cadre bâti (protection, immunisation, etc.) sur la valeur des propriétés

1.2 ENJEUX LIÉS AUX PRIMES D'ASSURANCES

1.2.1 Quel est l'impact de la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables sur les primes d'assurances ?

Du côté des assurances privées, les assureurs se basent sur une analyse des risques qui est renouvelée à chaque 1-2 an, qui pourrait intégrer une nouvelle carte ou d'une nouvelle étude de risque faite par l'assureur.

L'impact anticipé se situe davantage au niveau de « l'assurabilité ». En effet, la protection aux inondations est facultative et rarement disponible pour les résidents de zones à haut risque. La publication d'une nouvelle cartographie (tout comme la révision des risques par l'assureur) pourrait engendrer une augmentation du coût des primes d'assurance de certaines propriétés, faire en sorte que certains bâtiments perdent la possibilité d'être assurés ou que la prime en cas de sinistre soit réduite.

En l'absence d'assurance privée, il faut aussi prendre en compte le Programme général d'indemnisation et d'aide financière, qui offre une indemnité lors d'une inondation. Le programme peut permettre à un propriétaire d'obtenir une indemnisation maximum de 210 000 \$ pour la reconstruction d'une résidence n'ayant jamais eu de réclamation passée, ou la relocalisation pour un montant similaire, en plus de couvrir les travaux d'urgence liés à la protection de la propriété et les biens meubles essentiels. Le programme prévoit également une indemnité pour le terrain allant jusqu'à 50 000\$. Cependant, depuis la réforme du programme introduite en avril 2019, les indemnités versées dans le temps sont limitées au seuil de 100

000\$ à vie (ou 50% du coût de reconstruction), après quoi le sinistré se fait offrir le choix de rester (et obtenir le dédommagement) ou d'obtenir l'indemnité de relocalisation et celle pour le terrain. Dans les deux cas, le sinistré abandonne tout recours à une indemnité future et signe une entente avec le gouvernement.

Cette limite à vie ajoute un stress financier pour les personnes vivant en zone inondable, ou pour les personnes ayant déjà fait une première réclamation, puisqu'une partie importante des coûts est transférée vers les sinistrés. En effet, une personne ayant déjà obtenu une indemnité depuis 2019 a déjà perdu une partie de l'indemnité maximale qui lui serait offerte au moment où la limite de 100 000 \$ est atteinte (Boudreault, 2020; Gouvernement du Canada, 2018; Gouvernement du Québec, n.d.).

Formulation abrégée : Comment la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables affectera les primes d'assurances ?

Du côté des assurances privées, l'impact de la publication d'une nouvelle cartographie des risques aura un impact sur « l'assurabilité » de certains bâtiments. En effet, la possibilité d'être assuré est rare pour les résidents à haut risque, alors cette nouvelle cartographie pourrait empêcher certaines personnes de trouver une assurance privée et au mieux, pourrait réduire la prime d'assurance en zone à plus faible risque.

Par contre, en l'absence d'assurance privée, il faut aussi prendre en compte la présence du Programme général d'indemnisation et d'aide financière, qui offre une indemnité lors d'une inondation bien qu'elle soit limitée. (Boudreault, 2020; Gouvernement du Canada, 2018; Gouvernement du Québec, n.d.)

Tableau 1.2 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux primes d'assurances

État des connaissances
La section sur les enjeux liés aux primes d'assurances est marquée par un état des connaissances « mature », mais pourrait être approfondie grâce aux pistes de recherches suivantes.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• Approfondir la compréhension des techniques utilisées par les assureurs privés pour établir le niveau de risque permettant de mieux comprendre l'impact spécifique de la publication de la carte.• Étudier l'impact des mesures d'adaptation du cadre bâti (protection, immunisation, etc.) sur le prix des assurances (i.e. comprendre comment ces mesures pourraient réduire le risque pour un terrain, et alors réduire le prix de l'assurance) et les différentes formes de mise en œuvre (réduction des primes d'assurances privées ou programme de subvention municipal).<ul style="list-style-type: none">• Analyser la faisabilité d'autres mécanismes liés à la mutualisation du risque, par exemple des fonds cotisés par des groupes de riverains.• Documenter l'évolution des primes pré- et post-cartographie.

1.3 ENJEUX LIÉS AUX HYPOTHÈQUES

1.3.1 Quel est l'impact de la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables sur les nouvelles demandes hypothécaires ?

Ce sujet est très peu étudié en Amérique du Nord, mais la littérature scientifique semble mettre de l'avant que l'impact sur les taux d'approbation de prêt hypothécaire est lié avec l'assurabilité (Ouazad et Kahn, 2019). L'assurabilité réduit les craintes des prêteurs. Des primes de risque pourraient être exigées pour compenser une baisse de la confiance des prêteurs, ayant pour effet d'augmenter le fardeau lié à l'emprunt des propriétaires.

Alors, en considérant la variation d'assurabilité présentée plus haut, il est possible de déduire que la publication de la cartographie aura sûrement un impact sur les nouvelles demandes hypothécaires, surtout dans le cas d'une forte exposition au risque.

1.3.2 Quels sont les impacts d'un événement d'inondation sur le retard des paiements hypothécaires ?

Selon des études aux États-Unis, l'impact sur les prêts en souffrance suite à une inondation serait moindre durant les premiers mois, grâce aux couvertures d'assurance, aux mesures d'indemnisation, et à la flexibilité de certains prêteurs. Par contre, après cette première période de stabilité (2-3 mois), la proportion de prêts hypothécaires en souffrance auraient tendance à augmenter, quand les payeurs ont utilisé tout le coussin d'épargne ou d'indemnisation court terme disponible (Kousky et al., 2020).

Tableau 1.3 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux hypothèques

État des connaissances
La section sur les enjeux liés aux hypothèques est marquée par un état des connaissances « intermédiaire ». Le nombre limité d'études quantitatives abordant cette question est significatif et aurait avantage à être bonifié.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">Faire la validation et le suivi des connaissances suite à la publication de la cartographie pour mieux identifier les impacts causés par la publication de la nouvelle cartographie, tant au niveau des demandeurs que des prêteurs.

1.4 ENJEUX DU NON-DÉVELOPPEMENT EN ZONE INONDABLE

1.4.1 Quels sont les impacts de ne pas développer un secteur exposé aux inondations ?

Pour les municipalités, les impacts de ne pouvoir développer une zone exposée aux inondations en quartier résidentiel, commercial ou industriel, sont à la fois positifs et négatifs. Les principaux impacts

positifs concernent les coûts évités liés aux inondations, notamment en gestion des urgences, et les bénéfiques environnementaux, notamment par le maintien des services écosystémiques rendus par le territoire non développé. Pour les municipalités qui possèdent un potentiel de développement à l'extérieur des zones inondables, les experts suggèrent qu'elles pourraient même bénéficier d'une augmentation des revenus fiscaux anticipés (SCHL, 2018).. Les options de transfert hors des zones inondables sont multiples, même si certaines pourraient demander des adaptations réglementaires : ouverture de nouvelles rues, agrandissement du périmètre urbain, densification, développement vertical. Ces dernières options permettent indirectement de densifier le tissu urbain, ce qui peut affecter positivement la rentabilisation des services, comme la demande de transport en commun par exemple. Par contre, pour les municipalités qui ne pourront pas transférer les projets de développement à l'intérieur de leur périmètre urbain, le principal impact négatif à envisager est la perte de revenus fiscaux potentiels. Selon l'avis des experts consultés, les pertes essuyées par certaines municipalités devraient être compensées possiblement en partie par les gains réalisées dans des territoires à développer à l'extérieur des zones inondables. Une analyse plus systématique à l'échelle des municipalités sera nécessaire afin de mieux comprendre l'hétérogénéité des impacts sur le développement et la compétition intermunicipale potentielle qu'ils pourraient générer.

Notons cependant que les impacts du non développement en zone inondable touchent également d'autres catégories d'acteurs que les municipalités. Pensons notamment aux individus et entreprises qui bénéficieront des coûts évités liés aux dommages qu'ils auraient subis en s'établissant en zone inondable et à la diminution du risque pour les services municipaux d'urgence, les assureurs et prêteurs devant couvrir les actifs développés.

Parmi les bénéfices anticipés, la contrainte au développement en zone inondable peut aussi entraîner une transformation vers des usages moins invasifs du milieu naturel. Cette transformation permet de conserver ou de revaloriser l'intégrité de certains habitats naturels qui fournissent des services écosystémiques aux municipalités et à leur population, et dont les effets écologiques se multiplient lorsqu'ils sont sous forme de corridor riverains connectés à d'autres milieux dotés d'une importance écologique. De plus, des usages axés sur la valorisation de ces milieux permettent de stimuler la diversification de l'économie locale avec des leviers comme l'écotourisme. S'y ajoutent des bienfaits sur la santé et la qualité de vie des populations environnantes, sans compter les coûts évités pour la société, liés aux impacts sur la santé physique et mentale de limiter le nombre d'habitants dans les zones à risque.

Dans l'ensemble, la dynamique de chaque municipalité et entre les municipalités déterminera la balance des coûts et des avantages de la transformation des usages des zones inondables.

1.4.2 Quels sont les impacts de la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables sur le développement des municipalités ?

La publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables constituera une contrainte d'aménagement supplémentaire pour certaines municipalités. L'intensité des contraintes supplémentaires imposées dépendra du niveau de risque et des seuils prévus dans le cadre réglementaire qui accompagnera la nouvelle cartographie. L'intensité des contraintes de développement pourrait par exemple varier selon le risque, variant selon les différents types d'usage (ex. résidentiel, commercial, ou institutionnel) et le degré d'exposition des zones cartographiées (ex. forte, moyenne, faible probabilité d'exposition aux inondations). Ainsi, la publication de la nouvelle cartographie n'aura pas la conséquence

directe de limiter le développement. Elle aura plutôt la fonction d'informer sur les degrés de risque et d'exposition à l'aléa. C'est plutôt le cadre réglementaire qui prescrit les activités possibles selon le degré de risque acceptable pour la société.

À l'échelle du Québec, les experts soutiennent qu'il est raisonnable d'assumer que l'impact d'ensemble sur l'économie seront moindres. Toutefois, ce ne sera pas homogène sur tout le territoire et certaines municipalités ou régions pourraient souffrir ou bénéficier davantage de la transformation des usages permis dans les zones inondables, notamment les municipalités où il reste peu de terrain à développer pourraient se voir pénaliser davantage (SCHL, 2018). C'est un sujet qui mérite d'être étudié davantage.

Formulation abrégée : Comment la publication des nouvelles cartographies d'inondation affectera-t-elle les promoteurs immobiliers ?

Pour les promoteurs détenant des terrains en zones inondables, la publication d'une nouvelle cartographie des risques permettra de prendre connaissance du degré d'exposition au risque. C'est plutôt le cadre réglementaire associé qui limite en partie le potentiel de revenus à générer de certains terrains. En effet, la littérature montre que de limiter la possibilité de développer dans les zones à haut risque permet d'assurer la sécurité des investissements et des populations du point de vue de la société. Cela implique l'adaptation de certains projets de développement jugés trop à risque pour la société notamment en internalisant le risque dans la conception ou les transactions.

Dans les secteurs où le degré d'exposition est intermédiaire, selon les seuils prévus dans la réglementation, certains projets comprenant des mesures de contrôle du risque adéquates (ex. immunisation des structures) pourraient être autorisés. Certains usages moins risqués fondés sur l'écotourisme et la valorisation des milieux naturels pourraient aussi être encouragés, ce qui contribuerait à diversifier l'économie locale. Dans les secteurs de risque plus faible, le risque est plus tolérable et le degré de contrainte est moindre.

En somme, l'impact principal sur les promoteurs est d'ajouter une exigence dans la conception du projet, soit celle de prendre en compte le degré de contraintes naturelles où se situe le projet, ce qui assure une saine gestion des risques des investissements envisagés.

Tableau 1.4 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés à la fiscalité municipale et aux promoteurs

État des connaissances
La section sur les enjeux liés à la fiscalité municipale et aux promoteurs est marquée par un état des connaissances « limité », étant donné l'absence d'étude québécoise et la grande dépendance au contexte local, qui pourrait être approfondie grâce aux pistes de recherches suivantes.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">Approfondir la compréhension des impacts municipaux et intermunicipaux sur la projection des revenus fonciers liés aux impacts de la publication de la cartographie.

- Analyser l'impact des mesures d'adaptation du cadre bâti (protection, immunisation, etc.) sur le marché du développement immobilier.
- Inventorier et évaluer des mesures d'adaptation visant l'atténuation des impacts sur les revenus fonciers, comme la réglementation pour la densification du tissu urbain ou des mesures de développement vertical.

1.5 ENJEUX LIÉS AU SECTEUR AGRICOLE

1.5.1 Quels sont les impacts des inondations pour les producteurs agricoles ?

Selon les scénarios climatiques pour le Sud du Québec, dans certains bassins versants, la saisonnalité des précipitations changera au cours des prochaines décennies, notamment en raison du réchauffement des températures hivernales. Cela affectera le régime des inondations, leur intensité ou leur étendue, le type d'inondation, comme la manifestation des embâcles de glace, et ce sera différent d'une région à l'autre. À plusieurs endroits dans le sud du Québec, la probabilité de tempêtes d'été pouvant engendrer des inondations sera à la hausse. Comme cette période est critique pour le cycle végétatif, en conséquence, les dommages au secteur agricole pourraient s'accroître (e.g. Trudel et Gobji, 2021 ; MELCC - Atlas hydroclimatique). Devant cette variabilité sur le territoire, les projections hydroclimatiques locales deviennent une information essentielle dans la prise de décision.

Les conséquences des inondations sur le secteur agricole sont directes sur la production, les revenus, les coûts et les actifs fixes (ex. machinerie, grange) des exploitations agricoles, affectant ainsi la rentabilité des entreprises (ex. Boyer-Villemare, 2021a). La perte de revenus se manifeste notamment par une perte de production des cultures et de l'élevage et possiblement par une diminution de la qualité des productions restantes. Les inondations peuvent également nécessiter des dépenses supplémentaires associées à la restauration et au nettoyage des superficies inondées, ainsi qu'à la réparation des actifs fixes. Il peut toutefois y avoir des économies sur les coûts variables usuels de l'exploitation, telle que la récolte. Afin d'atténuer l'impact sur les producteurs agricoles, des programmes publics permettent de couvrir une partie des pertes de revenus et des dépenses supplémentaires. Au Québec, il s'agit des programmes d'assurances collectives et individuelles de la Financière Agricole du Québec (FADQ), du programme d'indemnisation des dommages du ministère de la Sécurité Publique (MSP) pour le nettoyage des débris, ainsi que du remboursement de taxes foncières en retour des dépenses de stabilisations de berges du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Dans une plus large perspective, les inondations ont également des impacts indirects sur l'économie locale et nationale, ainsi que sur les écosystèmes et la santé physique et psychologiques des agriculteurs sinistrés.

Formulation abrégée : Comment les inondations peuvent affecter mon exploitation agricole dans un contexte de changements climatiques ?

La gestion des inondations saisonnières fait partie des opérations régulières de production agricole située en zone inondable. Cependant, en raison des changements climatiques, la dynamique des inondations est en changement : dans certains secteurs, on observera la présence d'inondations dans de nouvelles zones (ex. en raison d'embâcles), dans d'autres secteurs, certaines inondations estivales pourraient être plus soudaines et plus intenses (ex. liées aux pluies torrentielles). Ces changements entraîneront des

conséquences économiques comme la perte de revenus, l'ajout de coûts d'opérations et de rétablissement des champs et des berges, mais aussi des économies sur certains coûts de production.

1.5.2 Quels sont les impacts de la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables pour les producteurs agricoles ?

Du point de vue individuel, la publication de la cartographie fournit une nouvelle information aux producteurs quant à leur degré d'exposition aux inondations, et l'ajout de cette zone de contrainte à des endroits où la cartographie était inexistante pourrait identifier de nouvelles zones exposées aux inondations. Les résultats d'une étude au Royaume-Uni suggèrent que l'agriculteur moyen situé dans une zone à haut risque d'inondation est prêt à payer environ 6 % de plus de ses profits pour s'assurer contre le risque plus élevé d'inondation par rapport aux agriculteurs des zones à faible risque d'inondation (Sauer, 2011). La publication de la nouvelle cartographie des zones inondables pourrait ainsi augmenter l'aversion au risque des producteurs agricoles et leur propension à payer pour s'assurer contre les inondations.

Il y a trois types d'outils institutionnels qui tiennent compte de la nouvelle information des zones inondables affectant les agriculteurs :

- Les mécanismes de mutualisation du risque pour assurer les revenus (par exemple les seuils et conditions d'assurabilité de la FADQ),
- Les mécanismes qui prescrivent les types d'usage autorisés dans les zones inondables (REAFIE, RAMHHS et le cadre réglementaire de gestion des risques liés aux inondations)
- Les mécanismes d'indemnisation des dommages, notamment ceux aux bâtiments (par exemple le programme d'indemnisation du MSP).

Par ailleurs, les meilleures pratiques agroenvironnementales (ex. culture de céréales pérennes) pourraient permettre une meilleure résilience des cultures aux événements extrêmes en zone inondable.

Formulation abrégée : Comment la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables affectera mon exploitation agricole ?

La nouvelle cartographie permet aux agriculteurs de mieux apprécier le risque et de prévoir leur développement en conséquence. C'est plutôt le nouveau cadre réglementaire qui aura une incidence sur les types d'usage permis pour mieux refléter les degrés de risque et la sécurité des investissements du point de vue de la société, surtout en ce qui concerne les bâtiments. Ainsi, l'impact de la nouvelle cartographie et du cadre réglementaire est davantage pour les activités agricoles, les nouveaux projets de construction, d'agrandissement ou déboisement dans zone inondable. La contrainte supplémentaire vise à restreindre l'ajout d'activités trop risquées pour la société.

Tableau 1.5 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux du secteur agricole

État des connaissances

La section sur les enjeux du secteur agricole est marquée par un état des connaissances « intermédiaire », qui pourrait être approfondi grâce aux pistes de recherches suivantes.

Pistes de recherche

- Évaluer le coût économique d'ensemble de l'enjeu agricole en zone inondable au Québec
- Approfondir la compréhension des impacts des changements climatiques en zone à risque d'inondation sur la projection des prix et de la disponibilité des terres agricoles.
- Étudier les fonctions de dommages des bâtiments agricoles et des mesures d'immunisation pour ces bâtiments.
- Évaluer le coût des pertes associées à l'isolement géographique des producteurs agricoles, pour déterminer des seuils de tolérance à l'isolement et des options alternatives.
- Inventorier les meilleures pratiques de mesures de gestion des risques d'inondations et d'érosion des berges en secteur agricole à l'échelle de la société, notamment mutualisation du risque (public, privé), seuils de tolérance aux dédommagement cumulatif.
- Évaluation intégrée des nombreux programmes de subvention.
- Analyser les impacts psychosociaux des agriculteurs touchés par les inondations.

1.6 ENJEUX LIÉS AU PATRIMOINE

1.6.1 Quels sont les enjeux de la publication de la nouvelle cartographie des zones inondables liés aux bâtiments d'intérêt patrimonial ?

Souvent, les bâtiments d'intérêt patrimonial ont une vulnérabilité accrue à cause des matériaux et des techniques de construction utilisés, sans compter leur localisation historique près des voies navigables. Dans le plan de protection du *U.S. Department of the Interior National Park Service*, le mot d'ordre en gestion des enjeux patrimoniaux face aux risques fluviaux est de mettre en place un plan d'action de protection temporaire ou permanent (voir chapitre solution), afin de protéger ces lieux souvent vulnérables à cause de leur état physique et de leur importance historique (U.S Department of the Interior, n.d.).

Au Québec, dans l'ensemble, peu de recherche se situe à l'interface entre les bâtiments d'intérêt patrimonial et des risques d'inondations ou d'érosion des berges. Cependant, l'enjeu des bâtiments patrimoniaux est de notoriété publique dans des bassins comme celui de la rivière Chaudière, mais aussi en milieu côtier. Des exemples comme celui du « château Dubuc » à Chandler démontrent que malgré un statut patrimonial, les délais administratifs des demandes d'autorisation pour des travaux sur un édifice patrimonial peuvent retarder des interventions jusqu'à un seuil d'endommagement irréversible, entraînant une perte pour les collectivités. Le moment opportun pour intervenir est donc un élément critique de la décision.

Un autre des enjeux sous-jacents au patrimoine exposé est que la valeur marchande est souvent largement inférieure à la valeur des travaux ou de la relocalisation à effectuer. Ainsi, faute de quantification des enjeux intangibles d'attachement, d'identité et de culture, les outils économiques utilisés pour la prise de décision tendent à systématiquement discriminer négativement les bâtiments patrimoniaux pour les collectivités. Cela engendre un risque de perdre l'ensemble du patrimoine bâti en zone riveraine si cet état de fait n'est pas corrigé.

Toutefois, il n'existe pas d'identification des bâtiments d'intérêt patrimonial à risques ni d'évaluation d'ensemble des enjeux patrimoniaux face aux inondations. Le mode de gestion est plutôt au cas par cas : dans la réglementation, tous travaux relatifs à un immeuble patrimonial cité ou classé doit obtenir des autorisations particulières en termes de reconstruction et de protection.

En somme, la publication de la cartographie et du cadre réglementaire qui lui sera associé pourraient être une occasion d'identifier ces bâtiments à risques, d'évaluer l'importance de l'enjeu dans son ensemble et de mettre en place avec les acteurs gouvernementaux concernés une stratégie d'ensemble de protection ou d'adaptation efficace pour les enjeux patrimoniaux.

Formulation abrégée : Comment la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables affectera le patrimoine dans ma municipalité ?

L'occupation sédentaire au Québec s'est développée grâce à la proximité des voies navigables. Ainsi, il est reconnu que le Québec compte plusieurs bâtiments patrimoniaux à proximité des berges ou en zone inondable. La publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables et du cadre réglementaire qui lui sera associé représente une occasion de mieux évaluer l'enjeu du patrimoine riverain à risque au Québec et dans chaque municipalité, afin d'adopter des mesures préventives pour éviter des dommages irréversibles ou pour prioriser les efforts de conservation et de valorisation du patrimoine.

La présence de patrimoine affecté par les inondations représente aussi une occasion de conservation de la mémoire collective des inondations, par des techniques comme le marquage des niveaux d'eau historique ou l'ajout de panneaux d'interprétation sur les événements historiques marquants.

Tableau 1.6 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés au patrimoine

État des connaissances
La section sur les enjeux liés au patrimoine est marquée par un état des connaissances « limité ». Le nombre très limité d'études scientifiques sur ce sujet est significatif et pourrait être bonifié.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">En utilisant la nouvelle cartographie, identifier les bâtiments d'intérêt patrimonial à haut risque en zone inondable afin de prévoir des mesures intégrées pour réduire les conséquences sur le patrimoine.

1.7 ENJEUX LIÉS À LA POSSIBILITÉ ÉCOTOURISTIQUE

1.7.1 Comment l'écotourisme peut-il accompagner une meilleure gestion des risques en zones inondables ?

Même si le domaine de l'écotourisme est encore émergent, quelques études de cas présentent comment la mise en place d'un projet d'écotourisme peut avoir des impacts positifs sur le secteur économique, sur la sensibilisation et l'éducation, et sur la protection d'un environnement.

Par exemple, aux États-Unis, le gouvernement de la Louisiane a mis en place un projet d'écotourisme afin de restaurer et de protéger les milieux humides. Leur approche est basée sur la sensibilisation des citoyens et des touristes. L'objectif est d'augmenter le financement pour la protection, en travaillant avec les restaurants pour offrir un menu mettant en valeur les ressources comestibles locales ou en offrant des visites guidées dans les deltas. Cela contribue à sensibiliser les gens à la richesse de l'espace naturel. Les résultats de ce changement de mentalité vers une augmentation de la sensibilisation citoyenne pour la protection de l'environnement a permis à plusieurs écosystèmes de se revitaliser (Kehoe, 2021).

Un autre exemple de projet d'écotourisme est celui de la Corée du Sud. Après avoir constaté que le rythme d'érosion des berges avait augmenté en raison des nombreux nouveaux développements, et que cette érosion importante était aussi accompagnée d'une augmentation des niveaux d'eau et des désastres naturels, un grand projet d'écotourisme et de préservation a été mis en place. L'objectif principal était de protéger les berges et de les revitaliser grâce au remblayage des plages. De plus, ces projets visaient à favoriser l'augmentation du nombre de plages publiques et la construction d'un plus grand nombre de parcs et d'accès à l'eau. Ce grand projet a permis de ralentir l'érosion des berges, d'améliorer la santé des écosystèmes et la qualité de l'eau. Grâce à ces nouveaux développements, ils ont aussi été en mesure d'augmenter l'éducation et la sensibilisation, et de fournir un meilleur accès à la nature au public (Chang Yoon, 2016).

Au Québec, le concept d'espace de liberté développé par les Néerlandais trouve un certain écho et commence à être cartographié dans certains bassins, comme c'est le cas dans le bassin de la rivière Coaticook (Massé et al., 2020). Il s'agit de bandes riveraines élargies dont la largeur varie selon la géomorphologie afin de tenir compte des espaces de débordements naturels. Un corridor multialéas de bandes riveraines surdimensionnées (ex. 50 mètres) pourrait aussi s'avérer avantageux à certains endroits selon des analyses coûts-avantages (Buffin-Bélanger et al., 2015; Boyer-Villemaire et al., 2021b). Avec la présence et la protection de milieux humides riverains connectés à ces bandes riveraines, ils s'allient pour

multiplier les avantages environnementaux grâce à la formation d'un corridor de connectivité écologique : cela représente un capital à développer pour l'écotourisme.

Bref, la protection des écosystèmes et de l'espace naturel peut aussi être mise de l'avant avec une vision d'écotourisme : ouvrir des parcs naturels, rendre le bord de l'eau accessible aux plaisanciers, etc. En plus des avantages écosystémiques (i.e. la revitalisation des berges, la protection des écosystèmes, la réduction des vulnérabilités aux aléas climatiques, etc.), ce genre de projet a plusieurs cobénéfices plus locaux tels que l'amélioration des conditions de vie d'un quartier et le potentiel de développement économique pour une communauté.

Formulation abrégée : Comment une vision d'écotourisme permet-elle une meilleure gestion des terres inondables ?

L'écotourisme permet de favoriser la gestion des inondations grâce à la préservation des milieux naturels qui offrent une meilleure protection face aux aléas climatiques. Adopter une vision d'écotourisme favorise également la sensibilisation et l'éducation de la population sur l'importance de la protection de l'environnement naturel. Ce genre de projet peut être aussi simple que l'augmentation des accès publics aux bords de l'eau, par la mise en place de parcs naturels permettant la visite de ces centres, ou par la sensibilisation de la richesse écosystémique locale. Bref, l'écotourisme s'inscrit dans une vision de protection de la nature, tout en favorisant des activités non nocives pour les écosystèmes et les berges, comme faciliter l'accès aux espaces naturels pour les citoyens et les touristes.

1.7.2 Comment la publication de la nouvelle cartographie peut-elle aider le développement écotouristique ?

Tel que présenté plus haut, une vision d'écotourisme a plusieurs avantages écosystémique et social. La publication de la nouvelle cartographie permet d'identifier les sites et secteurs où ce type de développement peut être adopté. Une étude locale permet d'identifier les quartiers à proximité qui pourraient bénéficier des centres écotouristiques, d'analyser la vulnérabilité écosystémique et les risques liés à ces sites. En bref, la publication de la cartographie peut être vue comme une opportunité d'approfondir notre compréhension du risque et de proposer une meilleure planification d'aménagement ou d'utilisation du sol pour ces zones, selon le degré de risque.

Tableau 1.7 État des connaissances et pistes de recherche : Possibilité écotouristique

État des connaissances
La section sur les possibilités écotouristiques est marquée par un état des connaissances « limité ». Le nombre d'études terrain ou d'analyses scientifiques sur le développement de centre écotouristique est limité. L'innovation devra donc être mise de l'avant dans ce domaine, permettant au Québec d'innover et de saisir des occasions d'affaires.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• Identifier des critères de possibilité écotouristique optimale en zone inondable et en réaliser la cartographie sur un territoire donné.• Évaluer le potentiel écotouristique en zone inondable comme levier de diversification de l'économie régionale du point de vue macroéconomique.• Développer, tester et évaluer des modèles d'affaires écotouristiques dans des zones urbaines, périurbaines et rurales.

2. ENJEUX SOCIO-SANITAIRES

Une série d'impacts souvent peu étudiée est celle des impacts sociaux. En effet, le nombre limité d'études sur les impacts biopsychosociaux (*concept englobant les facteurs biologiques, sociologiques, et psychologiques afin de les étudier comme un tout*), sur les impacts psychologiques, et sur les inégalités liées aux inondations souligne un « angle mort » face aux connaissances scientifiques. Cet angle mort est d'autant plus considérable lorsqu'il est question de comprendre l'incidence que pourrait avoir la publication d'une cartographie des zones inondables sur ces facteurs. Le terme socio-sanitaire réfère quant à lieu plus largement aux impacts liés à la santé et aux aspects sociaux.

Par contre, grâce au recensement de la littérature scientifique accessible et de l'avis d'experts, plusieurs impacts sociaux liés à la publication d'une cartographie des zones inondables peuvent être identifiés.

2.1 ENJEUX BIOPSYCHOSOCIAUX

2.1.1 Quels sont les impacts biopsychosociaux liés à un événement d'inondation ?

Les inondations peuvent engendrer plusieurs impacts biopsychosociaux. En effet, l'exposition au risque peut engendrer plusieurs impacts directs tels que des troubles de santé physique (surtout respiratoires) ou mentale (Alderman et al., 2012; Généreux et al., 2020; INSPQ, n.d.). Ces impacts directs peuvent se traduire par un niveau de stress élevé, de l'angoisse, de la détresse, un sentiment de vulnérabilité, un épuisement physique et des réactions s'apparentant au deuil (Leclerc et Turmel, 2021). De manière plus indirecte, ces impacts biopsychosociaux peuvent se traduire par la perte de productivité, la diminution de la qualité de vie, la consommation de substances pour atténuer le stress ou une augmentation du fardeau financier lié au coût de traitements médicaux non couvert (Meewisse et al., 2005 ; Maltais et al., 2001).

Bref, un événement d'inondation est un phénomène stressant pouvant engendrer plusieurs impacts sociaux sur un individu ou sur une communauté. De plus, le contexte d'urgence lié aux inondations, créerait un sentiment d'insécurité immédiate. Le niveau d'impact est aussi fonction de plusieurs facteurs externes, comme le stress lié à la gestion administrative.

Si les épisodes d'inondation déclenchent des impacts biopsychosociaux qui leur sont propres, les impacts liés à la publication de la cartographie des zones inondables se démarquent en quelques points. Ceux-ci seront étudiés dans la prochaine question (voir question suivante).

Formulation abrégée : Quelles sont les effets d'une inondation sur ma santé ?

Un évènement d'inondation peut engendrer plusieurs impacts sur la santé. Ceux-ci incluent des troubles de santé mentale ou physique, qui peuvent à leur tour occasionner une perte de productivité, une diminution de la qualité de vie, la consommation de substances pour atténuer le stress, ou un stress dû au coût de traitements non couverts, etc. Pour aller plus loin, le site [MonClimatMaSanté](#) comporte une section dédiée à cette question et la Chaire interdisciplinaire sur la santé et les services sociaux pour la population de l'UQAR [offre un outil](#) qui présente les meilleures approches communautaires et cliniques pour prévenir ou réduire les impacts sur la santé mentale des événements météorologiques extrêmes dans un contexte de changements climatique.

2.1.2 Quels seront les impacts psychosociaux de la publication de la nouvelle cartographie des zones inondables ?

Comme présenté plus haut, une inondation peut causer plusieurs impacts sur la santé mentale ou physique. Par contre, la publication de la cartographie peut elle aussi avoir des impacts psychosociaux. En effet, une augmentation du niveau de risque perçu, ou le changement de statut de risque, pourrait créer une remise en question du niveau de sécurité, amenant ainsi du stress ou encore de l'anxiété. La gravité de ces impacts dépend de plusieurs facteurs comme la vulnérabilité socioéconomique, la tolérance individuelle face au risque et la vulnérabilité communautaire, sans oublier le niveau de sévérité possible de l'aléa auquel les personnes ou les biens sont exposés. Ici, le terme « psychosociaux » est préféré à celui de « biopsychosociaux », car les impacts sont plus au niveau de la santé mentale que de la santé physique.

Par contre, les experts s'entendent pour dire que les impacts liés à la publication de la cartographie sont moins importants que ceux liés à l'inondation en soi. Il demeure que la prévention et la préparation, par des communications appropriées en amont de la publication de la cartographie, pourraient aussi amoindrir les effets négatifs de celle-ci. Par exemple, une approche d'accompagnement visant l'atténuation des traumatismes (« trauma-informed approach ») vise à redonner un sentiment de contrôle aux communautés en misant sur leurs forces et leur créativité, tout en offrant un soutien de première ligne et un espace regroupant les acteurs offrant de l'aide. Cette approche permettrait aux individus ou aux communautés de mieux réagir face à ce nouveau stress perçu pour certain (Généreux et al., 2020; Institut national de santé publique, n.d.). Au Québec, ces approches sont d'ailleurs rapportées comme étant des succès auprès de la population de Lac-Mégantic, suivant la catastrophe ferroviaire, mais aussi de Sainte-Flavie, pour faire face aux risques côtiers.

Finalement, sur le long terme, la présence et communication publique d'une telle cartographie permet sur le long terme de rehausser le niveau de conscience du risque (voir aussi chapitre sur les Enjeux de communications). Ainsi, les citoyens pourront prendre des décisions en meilleure connaissance de cause et cela atténuera les impacts psychosociaux sur du point de vue populationnel.

Formulation abrégée : La publication de la nouvelle cartographie aura-t-elle un impact sur la santé mentale de la population ?

Une inondation peut causer plusieurs impacts sur la santé mentale ou physique. Il faut reconnaître que la nouvelle cartographie aura probablement les mêmes effets, dans une plus faible mesure, puisque c'est hors du contexte d'urgence, mais de manière marquée pour les populations qui seront informées d'un

plus haut risque ou qui subiront des contraintes d'usages importantes. Les effets sur la santé mentale sont souvent liés à une augmentation du niveau de risque perçu, ou au changement de statut de risque, pouvant créer une remise en question du niveau de sécurité. Ces situations peuvent ainsi amener du stress, de l'anxiété, ou affecter le fonctionnement des individus les plus vulnérables. Pour ceux dont le gagne-pain autant que la résidence sont affectés, par exemple une petite entreprise à la maison, cela peut déclencher des impacts importants le sentiment d'appartenance au territoire. La gravité des impacts dépend de plusieurs facteurs comme la vulnérabilité socioéconomique, la tolérance individuelle face au risque et la vulnérabilité communautaire. Outre le réseau de soutien personnel (famille, amis), des approches préventives d'intervention sociale auprès des communautés sont nécessaire pour atténuer les impacts sociaux associés au changement réglementaire. Ultiment, sur le long terme, la présence et communication publique de cette cartographie permettra de prendre des décisions qui tiennent compte du risque et ainsi d'atténuer les impacts de santé mentale chez les citoyens.

2.1.3 Quelles sont les conséquences économiques des impacts psychosociaux ?

Les impacts sociaux directs et indirects (présenté aux questions 2.1.1 et 2.1.2) peuvent aussi occasionner des répercussions économiques. Pour l'instant, la littérature s'est davantage penchée sur la quantification des coûts liés à la manifestation des événements, mais les coûts liés aux impacts psychosociaux engendrés par la publication d'une nouvelle cartographie constituent un angle mort dans les connaissances. Les avis d'experts sont consensuels : il y a aura des impacts psychosociaux liés à la publication de la cartographie, qui représenteront une fraction (inconnue) des mêmes impacts psychosociaux vécus en situation de sinistre ou post-sinistre. Voici donc une description des principaux coûts documentés à ce jour, sachant qu'une part inconnue pourrait se manifester à la publication de la carte.

Les pertes économiques liées à la manifestation d'une inondation peuvent se décliner en plusieurs catégories : des dépenses complémentaires, des dépenses en soin de santé (frais médicaux), des pertes de productivité et des pertes liées à la qualité de vie. Dans une étude sur les impacts des risques côtiers de l'est du Québec, les chercheurs ont quantifié la perte de productivité par une augmentation de 11 % d'absentéisme au travail, pouvant alors avoir un impact sur le revenu d'un ménage (Boyer-Villemare et al., 2021). Le tableau présenté ci-dessous illustre les coûts unitaires pour chaque catégorie d'impacts, permettant de quantifier les répercussions économiques des impacts psychosociaux pour un individu. Cette matrice prend en compte les dépenses médicales non couvertes, les dépenses liées à la consommation de substances, etc.

Tableau 2.1 Coûts selon les types d'impacts psychosociaux

Catégorie	Type de Coûts	Coûts unitaire (\$/ cas)	Sources
Dépenses complémentaire	Consommation d'alcool	268 \$	Multiples
	Tabagismes	2 366 \$	Multiples
Dépenses en soins de santé (frais médicaux)	Risques associés aux moisissures	564 \$	(Dang-Tan et al., 2015)
	Anxiété	3 748 \$	(Marciniak et al., 2005)
Perte de productivité (heures salariées)	Risques associés aux moisissures	3 237 \$	(Dang-Tan et al., 2015)
	Tabagisme	3 722 \$	(Wilkin Connelly, 2015)
	Consommation d'alcool	802 \$	(Wilkin Connelly, 2015)
	Stress	666 \$	(Agence de la consommation en matière financière du Canada, 2008)
	Anxiété	3 855 \$	Adaptation de (Agence de la consommation en matière financière du Canada, 2008; Marciniak et al., 2005)
	Dépression	12 544 \$ à 13 674 \$	
PTSD	7 105 \$ à 27 000 \$		
Perte de qualité de vie	Anxiété	10 017 \$ à 19 974 \$	Adaptation de (Agence de la consommation en matière financière du Canada, 2008; Marciniak et al., 2005)
	Dépression	9 112 \$ à 18 171 \$	
	PTSD	18 469 \$ à 36 810 \$	

Source du tableau : CMI Lac Champlain et rivière Richelieu (in prep.)

Formulation abrégée : Comment les impacts sur la santé mentale engendrés par la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables peuvent-ils m'occasionner des répercussions économiques personnelles ?

Les pertes économiques des impacts de santé mentale engendrés par la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables sont peu documentées, mais les experts s'entendent pour dire qu'ils sont similaires à ceux liés à un épisode d'inondation, mais dans une moindre mesure car ils ne se manifestent pas dans un contexte d'urgence. À titre d'exemple, certaines personnes dormiront moins bien en raison de l'anxiété et perdront des revenus car elles s'absenteront du travail ou seront moins efficace au travail, d'autres consommeront davantage d'alcool ou de tabac, certaines devront prendre des médicaments ou subir des traitements supplémentaires non couverts par les assurances pour gérer ces conditions et fonctionner normalement. Certaines personnes fortement affectées pourraient vivre des dépressions jusqu'à des stress de chocs post-traumatique, cela dépend de nombreux facteurs personnels, sociaux mais aussi du degré de risque perçu par les personnes. Ces types de réponses peuvent être considérés comme des pertes économiques. Par ailleurs, il existe de nombreux moyens à mettre en place pour atténuer ces impacts : personnellement on peut demander l'aide et collectivement, on peut offrir des services d'accompagnement psychosocial des populations affectées.

2.1.4 Quels sont les impacts psychosociaux de la relocalisation ?

La publication de la nouvelle cartographie ne déclenche pas directement de décision de relocalisation. Toutefois, le cadre réglementaire associé combiné à la carte pourraient mener à justifier des mesures de relocalisation pour certaines zones à très haut risques ou lorsque de futurs événements d'inondation se manifesteront et dépasseront les seuils de tolérance au risque (individuel ou collectif; public autant que privé). Le déclencheur pourrait être autant une procédure prévue dans l'outil réglementaire, que des incitatifs privés encourageant l'adhésion d'un comportement plus sécuritaire, ex. lié aux assurances. Ainsi les impacts psychosociaux sont davantage liés au traitement fait de l'information présentée dans la cartographie qu'à la cartographie elle-même.

Cela dit, dans certains cas, la décision éclairée par la carte, combinée à l'appréciation des vulnérabilités, peut pointer vers la relocalisation, car elle s'avère une solution ultime de réduction des risques vers une situation plus sécuritaire. La présence de la cartographie risque de rehausser le nombre de décisions de relocalisation, qu'elles soient volontaires et à la charge complètes des personnes concernées, où déclenchées par des seuils réglementaires publics ou privés. Dans ces contextes, elle suscite tout de même des impacts non négligeables sur la santé mentale des personnes affectées par la relocalisation, un enjeu peu apprécié du point de vue populationnel.

La littérature montre que l'attachement au territoire est un facteur important dans la gestion des inondations. Selon des études au Royaume-Uni, les sinistrés d'inondations ayant été relocalisés avaient six fois plus de chance de souffrir de troubles de santé mentale (stress, PTSD, dépression, etc.). L'attachement est souvent cité dans les programmes de relocalisation planifiée, mais peu quantifié en terme de troubles de santé mentales. Ce n'est pas tant la carte que le stress induit par la décision de relocalisation qui engendre les impacts, peu importe que le déclencheur soit un événement d'inondation ou la publication de la carte, mais cette distinction est un aspect peu documenté.

De plus, la relocalisation augmente les inégalités entre les communautés. En effet, la relocalisation peut briser le cercle de soutien d'un ménage ou d'un individu (éloignement de la famille et des amis). Elle peut aussi éloigner les individus des centres d'aide pour les sinistrés ou, dans le cas des relocalisations permanentes, forcer un changement d'emploi (Kennedy, 2021). Aussi, la relocalisation peut s'avérer plus difficile, même impossible, pour les plus vulnérables comme les personnes à mobilité réduite, les personnes à faible revenus ou les personnes âgées (Demers-Bouffard, 2021).

Une des mesures d'atténuation de ces impacts est de planifier la relocalisation dans des échelles de temps qui permettent aux populations de faire leur deuil sur plusieurs années, comme au Royaume-Uni, en trois générations : arrêter d'ajouter des nouveaux bâtiments à risques, déménager les actifs et activités résiduelles, puis valoriser les milieux naturels restant pour redonner une pleine place à la qualité de vie générée pour les communautés par ces milieux (ex. relocalisation planifiée de Happisburgh, R.U.).

Finalement, la relocalisation d'un quartier peut aussi augmenter les inégalités socio-économiques et ainsi creuser un écart important entre les communautés qui ont la capacité à s'adapter pour demeurer en zone inondable et celles qui sont contraintes à se relocaliser (Saunders-Hastings et al., 2020). Ce phénomène peut également être exacerbé par la hausse actuelle du prix des biens immobiliers. (Voir aussi la question sur les inégalités).

Par contre, la relocalisation peut aussi permettre à certains individus d'amoindrir leur niveau de stress général et sur le long terme : le chapitre solution détaillera les avantages et les inconvénients de la relocalisation.

Formulation abrégée : Quels peuvent être les impacts d'une obligation de relocalisation sur la santé mentale ?

En rassemblant une information complète de la problématique des inondations, à laquelle contribue la cartographie des inondations, la relocation peut s'avérer nécessaire pour sécuriser un foyer ou un quartier sur le long terme. Celle-ci suscite tout de même des impacts non négligeables sur la santé mentale des personnes affectées par cette transformation, qu'elle soit réalisée après un événement ou de manière planifiée. Le degré d'attachement au territoire et la séparation du milieu de vie amène une plus grande probabilité de souffrir de troubles de santé mentale (stress, syndrome de stress post-traumatique, dépression, etc.). De plus, la relocalisation peut approfondir les inégalités entre les communautés, en brisant des cercles de soutien social, en forçant notamment un changement d'emploi ou d'école et en creusant davantage certaines inégalités socio-économiques. La clé pour adoucir la transition est de donner le temps au changement de se mettre en place et d'accompagner ce changement, auprès des personnes autant que des communautés.

Tableau 2.2 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux biopsychosociaux

État des connaissances
La section sur les enjeux biopsychosociaux est marquée par un état des connaissances « intermédiaire ». En effet, la grande majorité des études scientifiques sur les impacts biopsychosociaux sont liées aux événements d'inondations, peu d'étude se concentrent sur les impacts de la publication de la carte.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• Un suivi suite à la publication de la cartographie pourrait permettre le développement de nouvelles connaissances scientifiques au Québec, et valider les connaissances internationales sur ce sujet.• Évaluation économique des impacts biopsychosociaux des inondations, à la fois publique et privée.

2.2 ENJEUX D'INÉGALITÉS

2.2.1 Quel est l'impact de la publication d'une nouvelle cartographie des zones à risque d'inondation sur les inégalités ?

Malgré le nombre limité d'études scientifiques sur les inégalités créées par les mesures d'adaptation aux inondations, il est tout de même possible de souligner certaines situations d'inégalités sociales aggravées par la gestion des inondations. Ainsi, la publication de nouvelles cartes de zones inondables constitue une opportunité de documenter les enjeux d'inégalités et l'intersectionnalité de plusieurs conditions d'exposition et de vulnérabilité. Le concept d'inégalité peut d'ailleurs être étudié de manière transversale dans tous les types d'enjeux étudiés.

En effet, les enjeux économiques répertoriés dans la littérature montrent comment la dévaluation des valeurs des propriétés était plus importante (en termes de temps et de perte de valeur) pour les propriétés moins coûteuses. À l'opposé, les solutions d'adaptation choisies sur la base de la cartographie des zones inondables peuvent créer ou exacerber des inégalités. Par exemple le déploiement d'ouvrages de protection est souvent plus important dans les quartiers plus riches en raison du prix de ce genre de solutions, de la valeur des actifs à protéger, et de son accessibilité (Clark Mitchell, 2020). Cela renforce ainsi les inégalités au sein des communautés.

Outre les inégalités économiques, on recense aussi des inégalités sociales : des sous-groupes de population peuvent présenter un ou des attributs sociodémographiques qui les rendent plus ou moins sensibles aux effets du risque d'inondation ou alors aux mesures d'adaptation (Kennedy, 2021). Par exemple, si tout le processus d'indemnisation se base uniquement sur de longs formulaires en ligne, les populations présentant une condition de cécité, les personnes analphabètes ou les ménages à faible revenus sans connexion internet auront plus de difficulté à faire une demande d'indemnisation. Ces conditions sous-jacentes d'une population n'apparaissent pas dans les cartes de zones inondables basées sur l'aléa et sa probabilité, mais doivent être tenue en compte dans le degré de risque et la sévérité des conséquences engendrées pour les personnes concernées.

Il existe aussi des inégalités d'opportunité dans le contexte de gestion du risque d'inondation. En effet, si le partage de risque se base uniquement sur la capacité individuelle de payer, alors l'accès à l'habitation en rive devient réservé à une élite financière, ce qui représente une inégalité dans les chances de jouir de certains milieux d'intérêt (Thaler et al., 2017). En zone inondable, les locataires, surtout en sous-sol, les habitants des parcs de maisons mobiles, les personnes ayant des défis de mobilité (âgées, mobilité réduite, enfants) et les petites entreprises situées dans l'habitation personnelle (ex. « bed and breakfast ») représentent des groupes d'utilisateurs auxquels il faut s'attarder pour évaluer l'équité des mesures. Certaines études au Royaume-Uni se penchent sur la question d'une gestion équitable du risque d'inondation. Il s'agit d'information qui entre dans le risque de manière complémentaire à la cartographie des aléas.

De plus, les inégalités peuvent aussi exister entre les municipalités, organisations et communautés en général. La publication de nouvelles zones inondables peut faire émerger des enjeux de compétition inter-municipales (Thaler et al., 2017).

Enfin, un dernier aspect des inégalités provient du cumul des différentes formes d'inégalités. Ce cumul entraîne une augmentation des vulnérabilités subies. Dans les termes scientifiques, l'intersectionnalité des inégalités d'un individu ou d'une communauté augmente leurs vulnérabilités générales (Chisty et al., 2021), et la gestion des inondations peut creuser l'écart des inégalités basées sur le statut socio-économique (Saunders-Hastings et al., 2020).

2.2.2 Comment tirer bénéfice de la publication de la cartographie des zones inondables pour atteindre une meilleure équité ?

Même si la gestion des inondations et les solutions mises en place peuvent engendrer des inégalités, la publication de la nouvelle cartographie des zones inondables peut aussi être une opportunité pour amoindrir les inégalités et la vulnérabilité générale.

En effet, l'identification des zones inondables permet de mettre en place des stratégies pour réduire la vulnérabilité selon les contextes de risque qui caractérisent les individus ou les communautés dans les zones inondables (Krawchenko et al., 2016). Cette étude des vulnérabilités sur un territoire permet ensuite d'identifier les angles morts dans les programmes d'adaptation et dans la planification de gestion d'urgence. Par exemple, la publication de la cartographie, incluant l'étude des populations à l'intérieur des zones inondables, permet de mieux planifier les interventions ainsi que les solutions à mettre en place selon la vulnérabilité des populations (ex : sur la base de l'âge) (Krawchenko et al., 2016 ; Manuel et al., 2015 ; Rapaport et al., 2015) (Dans Demers-Bouffard, 2021).

Les techniques d'analyse différenciée selon le sexe et intersectionnelle (ADS+), adoptées notamment par la Ville de Montréal, permettent d'apprécier certains enjeux d'équité et d'intersectionnalité des conditions vulnérables (Ville de Montréal, 2020). La question suivante présente comment ce type d'analyse peut être effectué.

2.2.3 Comment mieux identifier les populations vulnérables suite à la publication de la cartographie des zones inondables ?

Comme mentionné plus haut, la publication de la cartographie pourrait être une étape vers l'atténuation des vulnérabilités et des inégalités.

Elle permet, entre autres, d'identifier ou de détecter les populations les plus vulnérables et les éléments importants à considérer dans la prévention ou préparation aux inondations. Il est donc important d'identifier, de connaître et de comprendre la réalité de la population sur le terrain dans ces zones inondables.

Afin de mieux identifier ces populations vulnérables, une approche spatiale (par région, territoire ou municipalité) est favorisée. Une étude du terrain de la zone inondable par région permettra d'identifier dans un premier temps les vulnérabilités sociales (personnes âgées, handicapées, à faible revenu, etc.) et dans un deuxième temps la vulnérabilité physique (maison avec sous-sol, maison mobile, chalet converti en résidence principale, etc.). Cela peut se combiner à l'analyse différenciée selon le sexe et intersectionnelle (ADS+) (Massé, Laberge et Massé, 2002) présentée à la question précédente.

Ainsi, un portrait juste des populations en zones inondables permet la mise en place d'un meilleur plan de protection et d'une meilleure préparation aux sinistres, atténuant ainsi leurs vulnérabilités de même certaines inégalités.

Formulation abrégée : Quelles peuvent être les inégalités engendrées par la gestion des risques d'inondation ?

La nouvelle cartographie est un outil pour mieux apprécier les enjeux d'inégalités dans la gestion des risques d'inondation. Malgré le nombre limité d'études scientifiques sur ce sujet, les inégalités liées à la gestion des inondations se trouvent dans toutes les sphères d'impacts. Les inégalités économiques face à la dévaluation des propriétés plus importantes pour certaines maisons de faible valeur en sont un exemple. De plus, l'accessibilité à des solutions d'adaptation coûteuses creuse l'écart entre individus ou entre communautés. Finalement, afin de mieux comprendre comment la gestion des inondations peut engendrer des inégalités, il faut comprendre comment l'intersectionnalité des vulnérabilités et des inégalités affecte certains individus ou communautés. Il est essentiel de démontrer que le cadre de gestion du risque d'inondation est équitable.

Formulation abrégée : Comment la publication des nouvelles cartographies de zones inondables peut affecter les foyers les plus vulnérables ?

La publication des nouvelles cartographies de zones inondables affectera plusieurs foyers vulnérables en confirmant ou rehaussant les niveaux de risque d'inondation déjà établis. Pour certains locataires, notamment en sous-sol, ou des parcs de maison mobile, la divulgation de ces risques pourrait montrer que la sécurité ou la vivabilité sur le long terme ne sont pas assurés, et ainsi compromettre la stabilité financière ou la pérennité de l'habitation dans la communauté. Notamment, la cartographie peut engendrer une hausse significative des loyers ou des primes d'assurances. Pour certains résidents, s'éloigner des services publics de proximité (services sociaux, etc.) ou de son emploi a des conséquences importantes sur le fonctionnement quotidien. De plus, il est reconnu que les maisons de faible valeur, souvent construites avant les années 1970, seront démesurément affectées et des familles pourraient perdre leur patrimoine. Dans l'analyse, il faut aussi tenir compte d'autres facteurs de vulnérabilité sociale, comme le statut d'immigrant, le niveau de scolarité, le statut monoparental, les personnes à charge, l'âge avancé des résidents, etc.

Tableau 2.3 État des connaissances et pistes de recherche : Inégalités

État des connaissances
<p>La section sur les enjeux liés aux inégalités est marquée par un état des connaissances « intermédiaire ». En effet, le nombre limité d'études scientifiques quantitative ou qualitative sur l'impact de la publication de la nouvelle carte sur les inégalités, ou sur le thème des inégalités liées aux inondations en général crée un « angle mort » dans la connaissance scientifique et pourrait être bonifié par des études québécoises. Le sujet des inégalités est d'ailleurs un sujet émergent dans la littérature sur l'adaptation aux changements climatiques.</p>
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• L'utilisation d'une Analyse différenciée selon le sexe et intersectionnelle (ADS+) pourrait être utilisée pour mieux comprendre les inégalités créées par les inondations et leur gestion.• Étude des inégalités individuelles, institutionnelles, organisationnelles et collectives• Les connaissances sur le bilan des inégalités sociales engendrées par certains aléas hydroclimatiques en évolution, comme les inondations, gagneraient à être améliorées• Évaluer les cadres conceptuels et techniques d'analyse des inégalités• Analyser les approches et mesures d'atténuation des inégalités au sein des solutions d'adaptation de type institutionnel• Outil de suivi de l'efficacité des mesures d'atténuation des impacts sociaux des changements climatiques

3. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

3.1 QUELS SONT LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX LIÉS AUX INONDATIONS ?

Il est tout d'abord important de mentionner que l'inondation est un processus naturel dans les milieux fluviaux, lacustres et humides. Il s'agit d'une fonction écologique essentielle dans le maintien de la structure des milieux humides et plus globalement, de l'écosystème de la plaine inondable (CMI, 2019; AGRCQ, 2017). Les inondations favorisent entre autres la diversité biologique et la productivité au sein des systèmes naturels.

Ce sont plutôt les événements d'inondations extrêmes ou majeures qui ont tendance à générer des impacts néfastes et créer de nouvelles vulnérabilités environnementales. Dans ces conditions, les inondations peuvent agir comme perturbateurs écologiques en altérant la composition des habitats et milieux écologiques aquatiques, terrestres et aviaires. En effet, les inondations extrêmes sont plus susceptibles d'affecter des milieux externes ou faiblement intégrés à l'écosystème de la plaine inondable, les exposants à des stress hydriques et physiques inhabituels.

À court terme, l'accélération des processus érosifs et sédimentaires peut provoquer le remodelage des milieux naturels, l'augmentation de la turbidité peut perturber les écosystèmes aquatiques et la qualité de l'eau peut être compromise par le contact avec une source de contamination chimique ou résidentielle (AGRCQ, 2017). À plus long terme, les impacts environnementaux des inondations extrêmes ou majeures s'observent par le dépérissement de la végétation en eau stagnante, par l'eutrophisation et la perte d'usage de l'eau causées par le transport de nutriments ou de produits chimiques ainsi que par le dépouillement de la couche arable et la dégradation de la banque de semence du sol (CMI, 2019).

3.2 EST-CE QUE LA PUBLICATION DE LA NOUVELLE CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES ENTRAÎNERA DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ?

Les impacts environnementaux de la publication des nouvelles cartographies de zones inondables se manifesteront de manière plus indirecte que dans les sphères sociale et économique. C'est plutôt l'adaptation de la gestion de la zone inondable au nouveau cadre réglementaire – c'est-à-dire l'action humaine – qui entraînera des impacts environnementaux tangibles et mesurables. A priori, un cadre réglementaire plus contraignant au développement anthropique favorisera des impacts environnementaux positifs, et vice-versa. C'est donc par une perspective d'aménagement du territoire et d'application du cadre réglementaire qui accompagne la nouvelle cartographie des zones inondables qu'il sera possible d'estimer les impacts environnementaux. L'approche par modélisation et quantification des services écosystémiques permet par exemple de créer un état de référence de l'environnement pour y comparer différents scénarios d'aménagement du territoire et identifier des solutions gagnantes tant d'un point de vue environnemental que socioéconomique.

Formulation abrégée : Quels sont les impacts environnementaux liés à la publication des nouvelles cartographies de zones inondables ?

Les impacts environnementaux liés à la publication de la cartographie des zones inondables sont indirects et dépendent davantage de la planification et des contraintes choisies pour la gestion de la zone inondable. En ce sens, les enjeux environnementaux sont liés aux solutions et opportunités issues de la gestion des inondations pour réduire le contrôle de l'aléa (voir chapitre sur les enjeux liés aux solutions).

Tableau 3.1 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux environnementaux

État des connaissances
La section sur les enjeux environnementaux est marquée par un état des connaissances « intermédiaire ». La littérature scientifique traitant des enjeux environnementaux liés à la gestion des zones inondables est abondante, cependant on retrouve peu de documentation concernant les impacts environnementaux liés à la publication des cartographies de zones inondables.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• Intégration de la quantification des services écosystémiques dans l'aménagement des zones inondables.

4. ENJEUX LIÉS AUX SOLUTIONS

4.1 QUELS SONT LES PRINCIPAUX ENJEUX À L'INTERFACE ENTRE LA PUBLICATION DE LA NOUVELLE CARTOGRAPHIE ET LES SOLUTIONS DE GESTION DES INONDATIONS ?

La publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables et de son cadre réglementaire génère pour la société une nouvelle lecture du risque et permet de mieux outiller les communautés qui doivent composer avec ce risque. La réflexion autour des solutions et stratégies d'aménagement pour lutter contre les inondations s'inscrit donc dans une démarche proactive pour s'adapter à la présence d'une information nouvelle sur le risque. La cartographie des zones inondables a une influence directe sur le choix ou la conception des solutions. Ainsi, apprécier certains enjeux liés aux solutions permet de mesurer la portée de la mise en place d'une nouvelle cartographie des zones inondables.

Dans la littérature sur les solutions pour lutter contre les inondations, cinq enjeux principaux en matière de cartographie et solutions émergent : l'importance d'intégrer les changements climatiques dans la cartographie pour concevoir des solutions durables, la question d'intégrer ou non l'impact des structures dans la cartographie, la diversité des besoins cartographiques selon les types de solutions, l'émergence des solutions basées sur la nature, les enjeux d'échelle.

- *L'importance d'intégrer les changements climatiques dans la cartographie pour concevoir des solutions durables* : Le premier enjeu se situe dans l'utilisation de la cartographie pour améliorer la conception des solutions pour lutter contre les inondations. Les bonnes pratiques en matière de conception incluant les changements climatiques sont de plus en plus courantes et atteignent dorénavant les milieux professionnels (ex. Protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques – CVIIP d'Ingénieurs Canada, série de guides fédéraux de Ressources naturelles Canada sur la cartographie des zones inondables, etc.). Ainsi, il se dégage un consensus dans les meilleures pratiques qui consiste à présenter une information qui inclut ou distingue clairement l'état actuel de l'anticipation de la situation future. Ce constat est d'autant plus pertinent dans un contexte de décision qui s'échelonne sur le long terme comme la conception de solutions d'aménagement du territoire.
- *Intégrer ou non l'impact des structures existantes dans la cartographie ?* Le deuxième enjeu tourne autour de la représentation cartographique des infrastructures existantes de contrôle des écoulements. Il faut reconnaître que l'efficacité des infrastructures est appelée à changer en fonction de l'évolution des tendances et extrêmes climatiques. Cela remet en question l'intégration de ces structures dans la modélisation menant à la représentation des niveaux d'eau, puisque dans certains contextes, des stratégies alternatives sans contrôle des écoulements pourraient s'avérer plus avantageuses pour la société. C'est un enjeu à documenter davantage.
- *Diversité des besoins cartographiques selon les types de solutions* : Il faut reconnaître l'abondance d'exemples et de types de solutions innovantes qui proviennent de la littérature scientifique. La classification des solutions *PARÉ* (Protéger, Accommoder, Relocaliser et Éviter) permet de détailler les catégories et comment elles s'appliquent aux différentes échelles d'action (voir plus

bas la section sur la classification *PARÉ*). Pour leur conception, chacune a des besoins cartographiques différents. Certaines sont génériques à l'échelle du bâtiment et ne requiert que de connaître la présence ou l'absence d'une zone inondable. D'autres cherchent à contrôler les écoulements et leur efficacité doit être démontrée. Cela requiert des besoins de modélisation et représentation cartographique plus grands.

- *Utilisation de la cartographie pour la conception des solutions basées sur la nature* : La littérature sur l'intégration des changements climatiques dans la cartographie des inondations fait référence presque systématiquement aux solutions basées sur la nature (SBN) (Dasgupta, 2021; OCDE, 2020; Warren et Lulham, 2021). Les connaissances émergent rapidement sur cette catégorie de moyens pour relever simultanément des défis sociaux, économiques et environnementaux (voir la section sur les solutions basées sur la nature plus bas). La cartographie des zones inondables combinée à d'autres attributs naturels ou bâti du territoire (ex. habitats littoraux, systèmes de drainage urbain ou réseau hydrologique sous-terrain) est indispensable pour la conception de ces mesures d'adaptation.
- *Enjeux d'échelles de cartographie pour la prise de décision* : La littérature sur la gestion des risques souligne l'importance d'aborder les solutions pour faire face aux inondations de manière collaborative et multiéchelles, afin de pouvoir répondre à plusieurs problèmes qui sont interreliés. Il existe plusieurs moyens pour assurer une cohérence des échelles d'action pour faire face collectivement aux inondations (voir la section sur la cohérence des échelles d'action plus bas). En terme de cartographie des zones inondables, cela souligne le besoin de fournir des informations à différentes échelles : une information locale, une autre pour soutenir la gestion par unités administratives (municipalité, MRC), ou par bassin-versant (et les sous-bassins ou les tronçons), mais aussi de fournir la possibilité à l'utilisateur d'en tirer des informations à valeur ajoutée qui nourriront des portraits territoriaux (ex. superficie totale de ZI par degré de risque dans une région donnée) ou même nationaux (ex. nombre de bâtiments totaux en zone inondable dans l'ensemble du territoire d'une législature).

Formulation abrégée : Comment la cartographie des zones inondables et les solutions de gestion des risques d'inondation sont-elles liées ?

La cartographie des zones inondables a une influence directe sur le choix ou la conception des solutions de plusieurs manières différentes. D'abord, les besoins cartographiques sont différents selon l'éventail des types de solutions. Une personne qui souhaite développer une solution de contrôle de l'eau n'a pas les mêmes besoins qu'une personne qui conçoit une solution basée sur la nature. Dans les deux cas, le défi est de pouvoir distinguer si l'information présentée est une dynamique avec ou sans intervention humaine dans le bassin versant. Pour concevoir ou mettre à jour une infrastructure de contrôle de l'eau, comme une digue, il faut connaître l'effet de cette structure potentielle l'eau (et leur seuil de contrôle), si elle a déjà été considérée dans l'information présentée et si elle est modifiée ou démantelée, quel en serait l'effet. Dans le cas des solutions basées sur la nature, comme les corridors riverains dont on parle de plus en plus, il faut plutôt connaître la dynamique naturelle, les habitats littoraux et plusieurs autres informations dans le bassin-versant liées à la nature ou à l'occupation humaine.

Dans l'ensemble, les techniques de cartographies les plus à jour présentent une information sur les zones inondables qui permet d'anticiper l'impact des changements climatiques, mais aussi les incertitudes qui lui sont reliées. Cela permet de concevoir des solutions durables qui anticipent la transformation possible des zones inondables.

Enfin, la cartographie des zones inondables et les solutions présentent un enjeu lié aux différentes échelles de prise de décision et d'intervention pour réduire les risques. Parfois on prend des décisions à l'échelle d'un seul bâtiment ou lot, d'un quartier ou d'une municipalité, d'une région administrative ou d'un bassin versant, voire même toute la province. C'est un atout précieux des technologies cartographiques de pouvoir manipuler les couches, les superposer à d'autres, les couper selon l'échelle de prise de décision, ou en faire des bilans selon les niveaux de risque. Cette flexibilité et cette facilité encourage l'utilisation systématique de l'information cartographique et renforce la prise de décision basée sur des données probantes, crédibles et légitimes.

4.2 QU'EST-CE QUE LA CLASSIFICATION « PARÉ » DES STRATÉGIES DE GESTION DE RISQUE D'INONDATION ?

C'est dans un contexte de redéfinition des approches pour lutter contre les inondations qu'à la publication du premier rapport du GIEC en 1990, le sous-groupe de gestion des zones côtières du GIEC proposait déjà un cadre de travail axé sur trois approches de résilience pouvant être utilisée par les communautés côtières pour faire face à la montée du niveau de la mer : protéger, accommoder et/ou relocaliser (Gilbert, et Vellinga, 1990). Depuis, une quatrième approche « éviter » a été intégrée dans la littérature scientifique par les praticiens et chercheurs travaillant dans le domaine et qui emploie cette structure de classification, étendue aux enjeux d'inondations riveraines en eau libre (Doberstein et al., 2019; Gouvernement du Québec, 2020b; Neale et al., 2013). Cet ensemble d'approches théoriques est communément appelé « PARA » en anglais (Protect, Accomodate, Relocate, Avoid). Dans ce document, les approches seront francisées (PARÉ) en employant les termes « Protéger », « Accommoder », « Relocaliser » et « Éviter ». Ce système de classification est abondamment nourri par les exemples recensés dans la littérature scientifique, tant au Québec qu'à l'international. Dans ce contexte, le même cadre théorique est employé

dans ce document pour présenter les différentes solutions d'adaptations et stratégies d'aménagements. Cette méthode de classification des approches inclut autant des solutions naturelles, structurelles que de nature réglementaire, et sont principalement axées sur la réduction de la vulnérabilité.

Il est important de souligner que ces quatre approches ne sont pas mutuellement exclusives. Il existe certainement des chevauchements conceptuels entre certains types d'action et des combinaisons de solutions qui formeraient une équation de résilience gagnante pour chaque contexte, ce qui en fait une structure modulable et adaptative. Par exemple, une intervention optimale d'adaptation sur un territoire donné pourrait comprendre un ouvrage de retenue pour protéger une infrastructure d'intérêt, une relocalisation stratégique d'un quartier trop exposé et très vulnérable socioéconomiquement, avec un réaménagement visant le vivre avec l'eau dans un quartier d'exposition plus faible, ainsi qu'un incitatif ou une mesure réglementaire pour l'immunisation de tout nouveau bâtiment.

4.2.1 En quoi consistent les solutions visant à protéger ?

Les solutions et stratégies visant à protéger impliquent la construction de structures et la mise en place de systèmes techniques comme les digues, les barrages, les murs anti-inondations ou les canaux de dérivation. Ces structures sont conçues pour appliquer un contrôle sur l'écoulement des cours d'eau et pour éloigner les eaux de crues des maisons, des communautés ou des installations essentielles. Dans la littérature scientifique, on souligne l'importance que la sélection d'ouvrages de protection comme solution pour atténuer le risque lié aux inondations, soit soutenue par des analyses de risque et des études économiques qui font la démonstration de la nécessité ainsi que la durabilité de ce type d'intervention. De plus, on y soulève que puisque la mise en place de ces structures ne peut pas supprimer entièrement le risque dans les zones qu'elles protègent, il est important que ce constat soit reflété dans la cartographie et dans les autres vecteurs de communication du risque (Biron et al., 2014; Kline et Cahoon, 2010; Simard et al., 2019; Thomas et Gagnon, 2020; Corneau, 2019).

Par ailleurs, si les structures conventionnelles dites « grises » visant à protéger sont classifiées à l'intérieur de cette approche, d'autres types d'ingénierie davantage basés sur la nature, comme la stabilisation végétale et la création de milieux humides, contribuent également comme moyen de protection (Dasgupta, 2021).

Tableau 4.1 Objectifs et mesures visant à appliquer un contrôle sur l'écoulement des cours d'eau en zone à risque d'inondation ou de risques fluviaux aux échelles individuelle, des quartiers et communautés, et de la société.

Échelle d'intervention	Objectifs et mesures de contrôle de l'écoulement des cours d'eau en zone à risque d'inondation ou de risques fluviaux	Co-bénéfices
Individuelle	<p>Contrôler la trajectoire et l'étendue de l'eau lors d'un épisode d'inondation sur une propriété afin de limiter les dommages aux biens et aux personnes.</p> <p>Installer des sacs de sable et des membranes de polyéthylène devant les entrées et les ouvertures, bloquer des conduites d'égout du sous-sol s'il n'y a pas de clapet anti-refoulement, bloquer des drains, calfeutrer des fenêtres, installer une barrière anti-inondation ou une pompe de secours (Gouvernement du Québec, s.d; Croix-Rouge Canadienne, s.d).</p>	
Quartier / communauté	<p>Construction d'ouvrages techniques d'envergures conçues par des experts afin de tenir les eaux de crues à l'écart des communautés.</p> <p>Construction de digues, artificialisation des rives, rehaussement des routes, construction de muret anti-inondation et l'encochement massif (Doberstein et al., 2019; Cahoon, 2010)</p>	<p>Bénéfices écosystémiques liés aux mesures de protection basés sur la nature (Dagpusta, 2021)</p> <p>Autres bénéfiques à documenter</p>
Société	<p>Planifier et gérer des infrastructures publiques de protection contre les inondations.</p> <p>L'application par le gouvernement de la Loi sur la sécurité des barrages et de son règlement auprès des propriétaires de barrages comme Hydro-Québec, les municipalités, les MRC ou les entreprises privées (Gouvernement du Québec; s.d; Corneau, 2019).</p>	

Tableau 4.2 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions visant à protéger

État des connaissances
La section sur les enjeux liés aux solutions visant à protéger est marquée par un état des connaissances « intermédiaire ». La documentation publique concernant les ouvrages de protection contre les inondations représente un angle mort dans la caractérisation du risque d'inondation à l'échelle du Québec.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• Favoriser le financement et la mise en œuvre des solutions basées sur la nature (stabilisation végétale, protection des milieux humides, architecture verte, aménagement paysager, etc.),• Le transfert des coûts amont-aval,• Les leviers d'écofiscalité.

4.2.2 En quoi consistent les solutions visant à accommoder ?

L'approche visant à accommoder regroupe les solutions et stratégies d'adaptation conçues pour permettre une utilisation continue du territoire en zones inondables tout en améliorant la résilience des communautés et des infrastructures face aux inondations (Doberstein et al., 2019; Neale et al., 2013). L'approche d'accommodation représente un compromis entre la reconnaissance de la valeur sociale, économique et patrimoniale des milieux occupés et l'importance d'adopter des pratiques de cohabitation responsables avec l'eau. On retrouve l'application de cette approche par exemple lorsqu'on immunise le cadre bâti ou qu'on développe des usages moins sensibles aux inondations.

L'approche d'accommodation se veut également une opportunité pour les citoyens et les communautés confrontés au risque d'inondation de repenser leurs infrastructures et leur communauté tant au niveau architectural que paysager. En effet, la planification d'ensemble à l'échelle d'un quartier ou d'une communauté, en complémentarité aux mesures d'immunisation, se démarque déjà à l'international par ses résultats prometteurs de cohabitation avec l'eau.

Par ailleurs, dans un contexte de changements climatiques qui s'intensifient, la prévision d'évolution de l'aléa d'inondation pose un défi supplémentaire et fait croître la marge d'erreur. Par conséquent, l'application de l'approche d'accommodation doit tenir compte des risques et des différents leviers s'inscrivant dans une démarche de résilience pour mieux faire face aux impacts des inondations. L'adoption d'une telle démarche au cœur des projets de développement apparaît de surcroît comme une attitude proactive indispensable (Biron et Thomas, 2019; CMM, 2020).

Tableau 4.3 Objectifs et mesures visant à permettre une utilisation continue du territoire en zones inondables ou à risques fluviaux aux échelles individuelle, des quartiers et communautés, et de la société.

Échelle d'intervention	Objectifs et mesures visant à permettre une utilisation continue du territoire en zones inondables à risques fluviaux	Co-bénéfices
Individuelle	<p>Immuniser le cadre bâti</p> <p>Lignes directrices définies dans le RAMHHS et mesures proposées par le Centre Intact (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, 2018; Centre Intact, 2021). Voir aussi les nouvelles stratégies de design et de construction innovantes explorées par Architecture sans frontière bâtiments (Architecture sans frontières Québec, n.d)</p>	Amélioration du rendement des services rendus par les écosystèmes pour certaines solutions
Quartier / communauté	<p>Au-delà de l'immunisation du bâtiment, il est important de réfléchir au contexte élargi dans lequel celui-ci s'inscrit (routes, aqueduc, égout, etc.) afin d'améliorer la résilience du réseau dans son ensemble</p> <p>À l'international, des exemples de quartiers et des formes bâties innovantes démontrent la possibilité de cohabiter avec l'eau de manière sécuritaire et résiliente. Ex : sols perméables, bassins de rétention et espaces végétalisés (Thomas et Gagnon, 2020).</p>	<p>hybrides d'immunisation (Warren et Lulham, 2021).</p> <p>Favorise la sensibilisation sociale au risque d'inondation (Thomas et Gagnon, 2020)</p>
Société	<p>Élaborer des politiques et plans d'urbanisme et d'aménagement du territoire proposant des pratiques durables et résilientes en zone inondable.¹</p> <p>Mesures soutenues dans le Programme de résilience et d'adaptation face aux inondations (PRAFI) (création d'aires de biorétention, travaux de nivellement, ouvrages de captage et de stockage des eaux pluviales, aménagements absorbants, tranchés d'infiltration, systèmes de conduites perforées ou des systèmes de stockage en surface des rues) par le MAMH (Gouvernement du Québec, 2021).</p>	<p>Augmentation de la qualité de vie et réduction du stress comparé à l'inaction</p>

¹ Depuis le 1er mars 2022, c'est le règlement transitoire provincial qui gère les interventions dans les rives, littoral et zones inondables. La réglementation municipale portant sur les mêmes objets que le règlement provincial est devenue inopérante.

Formulation abrégée : Comment puis-je immuniser mon bâtiment contre les inondations ?

Il existe de nombreuses solutions d'immunisation des bâtiments référencées sur les sites gouvernementaux et de compagnies d'assurances, ou des solutions architecturales innovantes. Il existe deux grandes catégories d'immunisation, soit l'immunisation humide, où l'eau peut entrer sans générer de dommages, et l'immunisation à sec, où l'eau ne peut pénétrer, par blocage ou surélévation du rez-de-chaussée. Certaines mesures peuvent être encouragées par les assureurs par une réduction de prime, comme les clapets anti-retours. Le Centre Intact d'adaptation au climat de l'Université de Waterloo propose également aux propriétaires des actions visant à accommoder pour mieux se prémunir face au risque d'inondation, notamment lors de pluies torrentielles: entretenir les lieux au moins deux fois par année (nettoyer les gouttières, tester la pompe de puisard, nettoyer les clapets anti-retour) et effectuer des mises à niveau simples comme prolonger les descentes pluviales à 2 mètres des fondations, sécuriser les réservoirs de carburant et enlever les obstructions au drain du plancher (Centre Intact, 2021).

Encadré 1 : Exemple de solution visant à s'accommoder de la présence des inondations : une construction amphibie

Un exemple de solution architecturale innovante, peu connue et peu utilisée en Amérique du Nord, est la construction amphibie. La firme d'architectes Baca Architects, basée à Londres, a construit l'une des premières maisons amphibies en occident. La maison amphibie a comme caractéristique de pouvoir se soulever par flottaison en cas de crue et d'être maintenue en place grâce à des guides d'acier qui minimisent les mouvements latéraux. Le climat canadien posant ses propres défis, ce type de construction est actuellement le sujet d'études et de tests techniques à l'Université de Waterloo, financés par le Conseil national de recherche du Canada (CNRC). À la suite du prototypage, l'équipe de la Buoyant Foundation compte rédiger des lignes directrices pour l'inclusion de la construction amphibie dans le code du bâtiment canadien (Levasseur, 2021).

Encadré 2 : Exemple de solution visant à s'accommoder de la présence des inondations : Le projet Portes du Vercors

Le projet Portes du Vercors est un projet de restructuration urbaine permettant de proposer une nouvelle logique d'aménagement adaptée et résiliente sur un territoire à risque d'inondation dans la ville de Grenoble en France. Le projet des Portes du Vercors, piloté par des acteurs municipaux, des architectes et des firmes d'ingénieries, a pour objectif de développer un écoterritoire mixte de 100 hectares, avec autant de logements que d'activités, des commerces, des bureaux, des loisirs, des espaces verts de qualité, le tout harmonisé avec la gestion du risque d'inondation et axé sur la réduction des vulnérabilités. La présence des aléas d'inondation apparaît même comme une opportunité pour le projet afin d'en faire un symbole identitaire fort plutôt qu'une contrainte (Grenobles-Alpes Métropole, 2017).

Les espaces de développement urbains ont été réfléchis en intégrant la notion de perméabilité des sols afin de créer des réserves pour accueillir l'eau lors des périodes de crues, en plus d'y concevoir de nouveaux milieux récréatifs urbains végétalisés et résilients aux inondations. En plus des initiatives techniques résilientes comme les stationnements inondables et les bâtiments sur pilotis, les initiateurs du projet ont travaillé à dimensionner dans les espaces publics un réseau de gestion hydraulique alternative par des noues et des bassins de rétentions et par la mise en place d'un chemin de délestage des eaux de

ruissellement vers le chenal principal. Ces aménagements à l'échelle d'un quartier urbain produisent comme résultat un paysage changeant en fonction de la montée de l'eau dans le réseau d'écoulement et représentent une première pour les instigateurs du projet : il y a une dimension pédagogique forte à rendre l'eau visible en ville. Selon eux, la cohabitation de proximité avec l'eau dans un milieu changeant favorise la sensibilisation aux risques d'inondation (Grenoble-Alpes Métropole, 2017).

Encadré 3 : L'école sur pilotis de Saint-Raymond de Portneuf

L'École Marguerite d'Youville située à Saint-Raymond de Portneuf est un exemple institutionnel d'accommodation d'un bâtiment. Construite sur pilotis en 1961 et rénovée en 2017, l'école a régulièrement été entourée et baignée d'eau sans l'endommager canadien (Levasseur, 2021). Le débordement provient principalement en raison d'embâcles de glace. Les dommages ont été moindres que ceux subis par un autre bâtiment institutionnel (une résidence pour personnes âgées) à proximité et soumis aux mêmes événements. La réglementation municipale interdit le prolongement du rez-de-chaussée sauf pour l'accès au bâtiment en cas d'urgence, et il est précisé que l'espace doit rester libre pour l'écoulement des eaux de débordement. Toute expansion doit donc être réalisée sur pilotis.

Tableau 4.4 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions visant à accommoder

État des connaissances
La section sur les enjeux liés aux solutions visant à accommoder est marquée par un état des connaissances « mature ». La documentation disponible sur les solutions visant à accommoder est abondante tant sur le plan de la recherche que de la mise en œuvre.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">▪ Innovation architecturale et paysager dans la cohabitation avec l'eau,▪ Améliorer l'accès aux outils de prise de décision pour accélérer l'évaluation de risque (ACA, RROI),▪ Approche inclusive de développement des « plans de gestion intégrée ».

4.2.3 En quoi consistent les solutions visant à relocaliser?

Les solutions visant à relocaliser sont celles où les maisons, les infrastructures ou les communautés qui sont soumises à des inondations fréquentes ou trop dommageables sont physiquement déplacées de manière permanente vers des zones moins à risque, afin de réduire les dommages et d'atténuer le risque dans les milieux déjà occupés (Saunders-Hastings et al., 2020). En effet, les coûts humains et financiers associés aux inondations sont parfois trop grands pour que perdurent des situations d'exposition et nécessitent des actions importantes afin de neutraliser le risque.

La relocalisation comme stratégie d'adaptation est davantage une option de dernier recours dans la gestion des zones à risque d'inondation, notamment car elle mobilise plusieurs éléments sensibles qui sont soumis à l'acceptabilité sociale. En effet, relocaliser des infrastructures ou des communautés soulève entre autres des enjeux d'étalement urbain, de planification, de fiscalité municipale, de droits acquis et d'équité. Qui plus est, les processus de relocalisation sont habituellement entamés dans des contextes de dommages importants et sont conçus pour cibler et neutraliser individuellement les situations de risque élevé, ce qui les prive souvent de plan d'ensemble pour l'aménagement (Thomas et al., 2021).

Plusieurs études ont été réalisées sur les enjeux liés aux programmes de relocalisation et elles permettent de mieux définir les facteurs à prendre en considération pour concevoir un programme avantageux pour la société. On mentionne entre autres l'importance de concevoir des milieux d'accueils équivalents et qui tiennent compte de la distance aux milieux d'emploi et aux services pour réduire les impacts sociaux (Boudreault et Bourdeau-Brien, 2019). On souligne également l'intérêt de déterminer les seuils d'acceptabilité du risque, conséquents avec les impacts anticipés des changements climatiques sur l'évolution du risque d'inondation. Pour les mécanismes de compensation, différents critères peuvent également être définis pour former un scénario de déclenchement d'un programme de relocalisation, comme un seuil de dommages cumulés plutôt qu'une limite à vie (Luechinger et Raschky, 2009). Finalement, on y souligne l'importance pour la société que le programme établisse des mécanismes de partage équitable du fardeau financier, afin qu'il ne repose pas uniquement sur les ménages (Wiering et al, 2017; Boudreault et Bourdeau-Brien, 2020).

Tableau 4.5 Objectifs et mesures visant à relocaliser les enjeux en zone à risque d'inondation ou de risques fluviaux aux échelles individuelle, des quartiers et communautés, et de la société.

Échelle d'intervention	Objectifs et mesures visant à relocalisation les enjeux en zone à risque d'inondation ou de risques fluviaux	Co-bénéfices
Individuelle	<p>Départ volontaire d'une personne habitant en zone inondable.</p> <p>Participer à un programme de rachat ou vendre sa propriété.</p>	
Quartier / communauté	<p>Retirer les éléments de vulnérabilité en zone fortement à risque d'inondation.</p> <p>Collaboration multiéchelles d'acteurs pour favoriser une gestion intégrée de la planification aux options de relocalisation et tenir compte des réalités locales (Thomas et al., 2021).</p>	<p>Redonner leur espace de liberté aux cours d'eau et réduire l'exposition des personnes et des biens aux inondations.</p> <p>Amélioration du potentiel récréotouristique (accès à l'eau)</p>
Société	<p>Retirer les éléments de vulnérabilité en zone fortement à risque d'inondation.</p> <p>Programmes préventifs de relocalisation, d'aide financière et d'indemnisation aux propriétaires et locataires (Boudreault et Bourdeau-Brien, 2019, MSP, 2021).</p>	

Encadré 4 : Exemple de solution de relocalisation à Sainte-Flavie

En 2018, la mise en place d'un programme d'accompagnement des citoyens relativement à l'érosion et la submersion côtière dans la municipalité de Sainte-Flavie dans l'est du Québec est un exemple d'une approche de relocalisation à l'échelle des quartiers et des communautés. Dans la municipalité de Sainte-Flavie, le retrait d'une cinquantaine de résidences trop près d'un rivage en forte érosion a été retenu comme la meilleure option d'adaptation aux problèmes d'érosion et de submersion côtières. Cette mesure a été adoptée suite à la mise à jour, plus contraignante, du cadre normatif pour la MRC de la Mitis, élaborée en collaboration avec une équipe de chercheurs de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) (Paquette-Comeau, 2018). Pour éviter la dévitalisation et pour guider les citoyens dans leur choix, la municipalité de Sainte-Flavie a embauché une chargée de projet en résilience côtière et a conçu un guide d'information afin d'expliquer la nouvelle réglementation plus contraignante. Surtout, la municipalité a fait la demande au ministère de la Sécurité publique pour obtenir le financement nécessaire au développement d'un nouveau projet résidentiel. Ainsi, l'aménagement d'une nouvelle rue, en plein cœur du village, a permis de mettre des terrains à la disposition des propriétaires qui souhaitaient être relocalisés (Radio-Canada, 2018). Finalement, la MRC de la Mitis a adopté une nouvelle réglementation en 2018 afin de limiter le développement de nouvelles constructions dans la zone à risque (Ville de Métis-sur-Mer, 2018).

Encadré 5 : Exemple de solution de relocalisation à Pointe-Gatineau

Les actions gouvernementales qui ont suivi les inondations de 2017 et 2019 dans le secteur de Pointe-Gatineau à Gatineau sont un exemple d'application de l'approche de relocalisation à l'échelle de la société. Le secteur de Pointe-Gatineau à la confluence des rivières Gatineau et des Outaouais est en grande partie situé en zone inondable 0-20 ans. Bien que la construction d'écluses en amont et de barrages hydroélectriques ait réduit la fréquence des inondations avec le temps, des crues importantes ont historiquement affecté la communauté en zone à risque. Après une période d'accalmie d'environ 40 ans, deux inondations record se sont produites en avril 2017 et mai 2019, inondant le secteur et déclenchant un programme de relocalisation planifié via deux vagues successives de rachats de maisons. À la suite de l'inondation de 2017, la législation provinciale a précisé et uniformisé certaines règles en lien avec la reconstruction de bâtiment détruit (notion de perte totale lorsque les dommages atteignent plus de la moitié de la valeur du bâtiment, obligation d'avoir une évaluation des dommages faites par un professionnel, etc.). En quelques semaines, le gouvernement du Québec a facilité la relocalisation planifiée grâce à un programme spécial lié aux inondations de 2017 qui a élargi son programme standard « Aide financière et indemnisation lors d'une inondation ou d'un sinistre ». D'autres améliorations du programme de rachat ont été annoncées en 2019 pour plafonner le montant maximum des rachats afin d'encourager les personnes sinistrées à se réinstaller ailleurs. La relocalisation planifiée dans la communauté de Pointe-Gatineau peut être mieux résumée comme étant effectuée de manière réactive face aux inondations catastrophiques répétées, acquittée par une combinaison de financement municipal, provincial et fédéral. La relocalisation, impliquant principalement des maisons individuelles, comportait un mélange d'éléments de choix volontaires et involontaires, et a été suivie d'un processus prometteur d'engagement communautaire et de réaménagement (Doberstein et al., 2019).

Tableau 4.6 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions visant à relocaliser

État des connaissances
La section sur les enjeux liés aux solutions visant à relocaliser est marquée par un état des connaissances « intermédiaire ». La documentation disponible sur l’approche de relocalisation fait généralement référence à des événements de sinistres passés et moins à la planification.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• Favoriser des usages moins sensibles qui pourraient contribuer à la vitalité d’un secteur (espace récréotouristique, installations éphémères, parc agricole urbain, etc.).• Développer une méthodologie commune du calcul des bénéfices écosystémiques de la relocalisation.• Évaluer comment atténuer ou supprimer le risque résiduel lié à l’incapacité des ménages de payer pour des assurances complètes.• Évaluer l’équité des différentes options des mécanismes de compensation (montant maximal par terrain ou bâtiment, évaluation municipale ou valeur marchande, valeur pré- ou post-sinistre, avantages nets des incitatifs financiers pour se relocaliser dans une même municipalité)

4.2.4 En quoi consiste l’approche visant à éviter ?

L’approche visant à éviter fait appel à des solutions dont l’objectif est d’empêcher de manière proactive la construction de maisons, de communautés ou d’infrastructures dans les zones inondables. Conséquemment, les actions qui découlent de cette approche visent d’abord les secteurs inoccupés en zone inondable pour empêcher l’apparition de vulnérabilités, mais englobent également des stratégies de restriction ou d’élimination du développement dans les zones occupées (Doberstein et al., 2019). En effet, le spectre des solutions et stratégies d’évitement mobilise la planification et l’aménagement du territoire pour interdire ou restreindre le développement, la modification du zonage et l’acquisition de propriétés dans les zones inondables (Neale et al., 2013). À ce titre, il est aussi courant de voir des approches nouvelles ou renforcées mises en œuvre après une catastrophe ou en tant que composante du renforcement de la résilience pour la réduction des risques d’inondations ou l’adaptation au changement climatique. Néanmoins, plus l’approche d’évitement est intégrée tôt dans la planification et l’aménagement des zones inondables, moins les étapes de gestion du risque ultérieures seront laborieuses et coûteuses.

Au niveau sociétal, certains leviers réglementaires s’inscrivent dans une approche d’évitement sont utilisés dans les processus de gestion des zones inondables, afin de prohiber certains choix pour assurer la sécurité publique, la pérennité de l’environnement ou le respect des principes d’urbanisme. Par exemple, il est possible d’interdire toute nouvelle construction ou bâtiment dans les zones inondables à haut niveau de risque (ex. au Québec zone de grands courants dite 0-20 ans).

Pour véhiculer cette interdiction, la société s’appuie sur un éventail d’outils réglementaires ou législatifs, qui évoluent au fil des décennies. Une politique assied des principes et bonnes pratiques, (ex. Politique de protection des rives du littoral et des plaines inondables dite PPRLPI) et permet de donner des avis sur

la conformité à ces principes. Elle peut être renforcée par un règlement temporaire en cas d'urgence quand on s'aperçoit que la politique n'est pas suffisante pour assurer une gestion durable et sécuritaire du territoire (comme la zone d'intervention spéciale dite ZIS adoptée au Québec à la suite des événements de 2017 et 2019). À mesure que les connaissances et pratiques probantes évoluent, les outils réglementaires et législatifs évoluent. Pour exercer un meilleur contrôle de certains choix de société trop risqués, le règlement vient remplacer la politique (PPRLPI) ou le règlement temporaire (ZIS), en ajoutant des restrictions supplémentaires, des mécanismes de suivi et certaines punitions qui découragent les comportements à proscrire. Par exemple, au Québec, la PPRLPI et la ZIS sont depuis 2022 remplacées par un règlement de gestion de zones inondables des rives et du littoral. Il est dit transitoire afin d'être testé, opérationnalisé et que des modifications soient proposées, et il laissera sa place à un règlement permanent, qui pourrait évoluer vers une loi.

Au niveau régional et local, la planification urbaine et l'aménagement du territoire permettent aux municipalités et MRC de choisir les bons usages selon les zones de contraintes, définir le zonage des lots et le potentiel de développement associé, et de fixer les règlements d'usage. Dans une approche d'évitement, les zones de contraintes permettent d'identifier et éviter des enjeux de sécurité publique (ex. éviter la construction d'une résidence pour personnes âgées en zone à haut risque d'inondation) ou de protection de l'environnement (ex. construire trop proche de milieux humides ou hydriques) (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, 2018).

Tableau 4.7 Objectifs et mesures visant à éviter les enjeux en zone à risque d'inondation ou de risques fluviaux aux échelles individuelle, des quartiers et communautés, et de la société.

Échelle d'intervention	Objectif et mesures visant à éviter les enjeux en zone à risque d'inondation ou de risques fluviaux	Co-bénéfices
Individuelle	<p>Réduire l'empiètement au sol</p> <p>Vérifier la cartographie des zones inondables, obtenir un certificat de localisation ou retirer des infrastructures des zones à risques (Centre Intact, 2021)</p>	
Quartier / communauté	<p>Utiliser différents outils de planification municipale qui permet de tenir compte des caractéristiques physiques et de la vocation naturelle des territoires</p> <p>Se servir de leviers fonciers et l'acquisition de terre en milieu riverain pour la conservation de la nature (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, s.d.; Réseau des milieux naturels protégés, s.d.).</p>	<p>Contribue à maintenir les fonctions écologiques régulatrices d'un territoire (le couvert végétal en milieu riverain freine le ruissellement (AGRCQ, 2017)</p>
Société	<p>Utiliser les outils législatifs pour prévenir le développement en zone à risque.</p> <p>Mise en place de programme public et de cadre réglementaire (ex : PPRLPI, ZIS, règlement transitoire)</p>	

Formulation abrégée : Quelles solutions puis-je adopter pour éviter les risques d'inondations sur ma propriété?

Il est possible d'employer des solutions visant à éviter les risques liés aux inondations aux différentes étapes d'acquisition d'une propriété. Avant l'achat, il est possible de vérifier si la propriété est située en zone inondable en consultant les cartes de zones inondables, en obtenant un certificat de localisation et en vérifiant l'historique d'inondation avec les voisins. Lors de la conception d'un bâtiment, la superficie d'empreinte au sol et l'exposition de vulnérabilités peuvent être diminuées dans la réalisation des plans d'aménagement. Lorsque des infrastructures sont déjà présentes sur la propriété, éviter le risque d'inondation peut se traduire par le retrait de certaines d'entre elles, comme un cabanon ou un quai. Tout moyen entrepris pour restreindre, empêcher ou éliminer directement des éléments vulnérables sur une propriété s'inscrivent dans une démarche visant à éviter le risque d'inondation.

Encadré 6 : Exemple de solution visant à éviter les risques d'inondation : Le Grand parc de l'Ouest

En 2019, la Ville de Montréal avait annoncé la création d'un parc nature d'une superficie de plus de 30 km². En faisant l'acquisition de 175 hectares de terrains qui comprennent notamment de rares milieux humides et hydriques au cœur du Grand parc de l'Ouest, la ville en a fait des zones protégées. Ce faisant elle relie des parcs déjà existants à l'extrémité ouest de la ville. L'objectif principal de ce projet est la protection des milieux naturels terrestres et aquatiques, mais il s'inscrit de manière générale dans les objectifs d'adaptation aux changements climatiques de la Ville (Ville de Montréal, 2020). De nombreux secteurs de ce parc font partie de la zone qui a été inondée en 2017 et 2019. Ces secteurs étaient également visés par les ZIS mises en place par le gouvernement en 2017 et 2019. Bien que la stratégie de mise en œuvre ne soit pas encore amorcée, il a été communiqué qu'une portion du territoire, notamment les superficies acquises par la Ville, ne feront pas l'objet de nouveaux développements et seront protégées.

Tableau 4.8 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions visant à éviter

État des connaissances
La section sur les enjeux liés aux solutions visant à éviter est marquée par un état des connaissances « mature ». Il existe beaucoup d'informations disponibles sur les différents moyens qui peuvent être pris pour réduire les vulnérabilités en zone à risque, mais l'approche d'évitement reste une solution marginale dans la planification et l'aménagement du territoire.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">▪ Augmentation de la superficie de territoire conservé et création des espaces verts (récrétourisme, accès à l'eau)▪ Exploration du concept d'espace de liberté pour les cours d'eau.

4.3 COMMENT LES SOLUTIONS BASÉES SUR LA NATURE PEUVENT-ELLES AIDER DANS LA LUTTE CONTRE LES INONDATIONS EN CONTEXTE DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES ?

Les solutions basées sur la nature ressortent comme un sujet prépondérant dans la littérature scientifique en ce qui concerne les stratégies d'adaptation au risque d'inondation. Dans son dernier rapport sur les solutions fondées sur la nature comme moyen pour s'adapter aux risques climatiques liés à l'eau, l'OCDE définit les solutions basées sur la nature comme suit : « Les solutions basées sur la nature cherchent à promouvoir le maintien, l'amélioration et la restauration des écosystèmes comme moyen de relever simultanément une variété de défis sociaux, économiques et environnementaux » (OCDE, 2020).

La solution basée sur la nature est un concept qui a été propulsé dans la sphère médiatique au cours des dernières années grâce aux progrès scientifiques réalisés sur le sujet. Ces progrès ont permis de comprendre qu'en plus d'être efficaces pour atténuer le risque, les différentes solutions basées sur la nature génèrent plusieurs co-bénéfices environnementaux, que ce soit pour la qualité de l'eau, la pollinisation, la création et le maintien des habitats, la séquestration du carbone, le récréotourisme ou tout simplement la qualité de vie. Il s'agit également d'un type de solutions qui présente une flexibilité d'application et qui s'harmonise à la gestion par bassin versant puisque l'objectif dans ce cas-ci, est de valoriser les fonctions écologiques d'un milieu hydrologiquement cohérent (OCDE, 2020; Dasgupta, 2021).

En plus des bénéfices environnementaux qu'elles assurent, les solutions basées sur la nature s'inscrivent dans un contexte plus grand et représentent une réponse directe à l'enjeu global des changements climatiques qui menacent les services vitaux offerts par les écosystèmes, comme nos ressources en eau (Neal et al., 2013; Dasgupta, 2021). Le dernier rapport de *Changing Climate* publié en 2021 par le gouvernement du Canada reconnaît d'ailleurs que la valeur des avantages associés aux solutions basées sur la nature sera utile pour faire progresser leur utilisation afin de réduire les impacts des changements climatiques (Warren et Lulham, 2021). De plus, au-delà du progrès conceptuel qui a été réalisé dans ce domaine, les récents développements technologiques de modélisation ont permis de monétiser la valeur des services qui sont rendus par les écosystèmes, ce qui permet aux experts de mieux internaliser le coût des impacts environnementaux lorsqu'on compare des solutions d'adaptation. À l'aide de ces outils, il est désormais possible d'identifier clairement, d'un point de vue économique, que les solutions basées sur la nature sont souvent avantageuses pour les collectivités et la société dans un contexte de changements climatiques (Boyer-Villemaire et al., 2021a).

Les solutions basées sur la nature bénéficient présentement d'un contexte favorable de développement alors qu'elles profitent d'un appui international grandissant et d'un soutien financier plus accessible, mais les ressources pour les mettre en œuvre demeurent encore un facteur limitant. Le défi à relever, et par ailleurs la piste de recherche d'intérêt, s'articule donc autour de la réflexion sur les façons de susciter l'adhésion, de mieux financer les projets et de faire participer l'investissement privé (Warren et Lulham, 2021).

Formulation abrégée : Qu'est-ce qu'une solution basée sur la nature et quel est le lien avec les zones inondables ?

Selon l'OCDE' « les solutions basées sur la nature cherchent à promouvoir le maintien, l'amélioration et la restauration des écosystèmes comme moyen de relever simultanément une variété de défis sociaux, économiques et environnementaux » (OCDE, 2020).

En plus d'être efficaces pour atténuer le risque, les différentes solutions basées sur la nature génèrent plusieurs co-bénéfices environnementaux, que ce soit pour la qualité de l'eau, la pollinisation, la création et le maintien des habitats, la séquestration du carbone, le récréotourisme ou tout simplement la qualité de vie. De plus, elles coûtent souvent moins cher à implanter et à entretenir sur une longue période que les infrastructures traditionnelles. Pour ces raisons, les études économiques révèlent que les solutions basées sur la nature bien conçues et entretenues sont souvent avantageuses pour les collectivités et la société dans un contexte de changements climatiques. L'information cartographique sur les zones inondables est une information importante pour la conception des solutions basées sur la nature. À l'inverse, des techniques permettent de tester l'efficacité des solutions et cartographier leur effet positif sur les zones inondables.

Tableau 4.9 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés aux solutions basées sur la nature

État des connaissances
La section sur les enjeux liés aux solutions basées sur la nature éviter est marquée par un état des connaissances « intermédiaire ». Les techniques sont en émergence assez abondante dans la littérature internationale et les outils et techniques de conception, validation, mise en œuvre ou suivi commence à apparaître au Québec, mais sont encore peu généralisées. Des études sur l'application et la transférabilité dans notre climat sont requise .
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">▪ Appliquer et tester la transférabilité des SNB dans notre climat▪ Valider les paramètres de quantification des retombées des SNB pour le Québec▪ S'entendre sur des méthodes standard d'évaluation des SNB, les intégrer dans les mécanismes de divulgation des risques climatiques et des infrastructures vertes

4.4 COMMENT ASSURER UNE COHÉRENCE DES ÉCHELLES D'ACTION POUR FAIRE FACE COLLECTIVEMENT AUX INONDATIONS EN S'APPUYANT SUR LA CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES ?

La littérature sur la gestion des risques souligne l'importance de choisir les solutions pour faire face aux inondations de façon collaborative, car la problématique des inondations n'affecte pas que des individus, mais bien des éléments de réseaux qui sont gérés collectivement.

Dans la transformation du modèle de gestion du risque d'inondation qui s'opère dans plusieurs pays depuis 20 ans, on retient qu'il est nécessaire de s'éloigner des décisions gouvernementales répondant à un seul problème et de se rapprocher de la prise de décision collaborative qui regroupe les organisations publiques, communautaires, privées ou citoyennes. La littérature scientifique est consensuelle à ce sujet : la gestion du risque lié aux inondations montre de meilleurs résultats lorsque les besoins sont coordonnés entre les échelles d'interventions et que la structure de gouvernance est claire (Lebel et al., 2006; Goldstein et al., 2015; Normandin, 2019). Cette nouvelle approche de gouvernance collaborative permet d'envisager plusieurs solutions pour répondre à plusieurs problèmes interreliés et permet notamment une prise de décision qui considère les conséquences et non seulement les probabilités.

Pour parvenir à appliquer ce type de gestion intégrée et mettre en œuvre des solutions de résilience urbaines à travers une grande variété d'acteurs, le groupe de recherche-action Cité-ID Living Lab propose l'adoption de trois types d'outils : l'adoption d'une idée intégratrice pour coaliser les acteurs, la mise en place de mécanismes de coordination pour la convergence des intérêts et la planification et le suivi de la mise en œuvre (Normandin, 2021).

Dans ce contexte, la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables constitue un véhicule important pour soutenir le dialogue collaboratif (voir aussi la section sur les enjeux liés à la communication). La carte est un outil pédagogique qui permet de faire un lien entre le rationnel (compréhension de système complexe), autant que l'émotif (repérer des endroits qui suscite l'affect et hausse l'adhésion à la démarche). La publication d'une cartographie amène donc un outil de mobilisation important pour la prise de décision multi-acteurs.

Enfin, la publication de la nouvelle cartographie des zones inondables marque un jalon important dans la gouvernance d'un territoire. Étudier le rôle des acteurs de la société civile dans la prise de décision collaborative sur la base de cette cartographie constitue une piste de recherche pertinente pour susciter l'action et développer des mécanismes collaboratifs, mais aussi repérer des occasions de transférer ces bonnes pratiques pour d'autres enjeux de gestion territoriales et de risques climatiques.

Tableau 4.10 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés à la collaboration et aux échelles de décision

État des connaissances
La section sur les enjeux liés à la collaboration et aux échelles de décision est marquée par un état des connaissances « mature ». Il existe beaucoup d'informations disponibles provenant de différents cadres disciplinaires et multidisciplinaires sur les différentes approches de collaboration, tant à l'international qu'au Québec.
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">▪ Le suivi des progrès, défis et facteurs facilitants de l'implantation de la collaboration dans le cadre de la mise en place des bureaux de projet inondations▪ Exploration des leçons apprises pour le transfert vers la gestion multialéas

5. ENJEUX LIÉS AUX MÉTHODES D'ÉVALUATION DES IMPACTS ET SOLUTIONS, ET OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION

Formulation abrégée : Quels sont les principaux outils d'aide à la décision qui s'appuient sur la nouvelle cartographie ?

Il existe de nombreux outils d'aide à la décision pour soutenir la prise de décision dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques (Webster et al., 2008). L'utilisation des outils doit s'ajuster au niveau de sensibilisation et d'expertise des personnes concernées, à la disponibilité des données, des ressources et du temps, et à la finalité de la décision. Notamment, est-ce qu'on en est seulement à identifier les risques, à comparer des solutions très différentes, à mesurer l'efficacité d'une solution en particulier ? Des exemples d'outils comprennent le diagnostic de vulnérabilité, la démarche d'analyse de risques, la comparaison de scénarios, l'analyse multicritères, l'analyse coûts efficacité et l'analyse coûts avantages, etc. Le choix dépend de plusieurs facteurs.

La publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables permettra d'envisager plus systématiquement l'utilisation d'outils quantitatifs comme l'analyse de risque, l'analyse coûts-efficacité et l'analyse coûts-avantages.

5.1 COMMENT LE COÛT DE L'INACTION PEUT-IL ÊTRE ANALYSÉ ? AVEC QUEL(S) OUTIL(S) ? COMMENT LA CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES Y CONTRIBUE-T-ELLE ?

Dans un contexte d'évolution du climat, les coûts liés à l'inaction peuvent être analysés par une analyse économique qui tient compte d'un éventail d'impacts positifs et négatifs et leur évolution dans le temps, comme une analyse coûts-avantages (ACA) (Webster et al., 2008). En effet, la démarche d'ACA permet de dresser un scénario de la non-intervention (ou un autre scénario de référence de poursuite des pratiques usuelles ou '*statu quo*'), auquel s'intègre l'effet anticipé des changements climatiques sur les principales catégories d'impacts. Ce scénario permet d'identifier les coûts associés en l'absence de mesures, en s'appuyant sur plusieurs catégories d'information cartographique dont fait partie la cartographie des zones inondables. Il existe des guides qui détaillent ces techniques d'évaluation économique (ex. Boyer-Villemaire et al., 2021b; Penning-Rowsell et al., 2013).

La démarche générale s'appuie sur des informations liées aux inondations, croisées avec celles qui sont liées à l'activité ou de l'actif qui est touché par des dommages, ainsi que des valeurs économiques qui transforment l'impact en chiffre monétaire.

Une des techniques d'estimation des coûts des dommages s'appuie sur les dommages annuels moyens pour diverses probabilités de niveau d'eau combinée aux seuils critiques d'endommagement. Pour les bâtiments, on utilise un jeu de courbes de profondeur de submersion-taux d'endommagement

spécifiques à chaque catégorie de bâtiments (ex. unifamiliale avec ou sans sous-sol) (ex. Bonnifait, 2005). Pour les champs agricoles, on utilise les probabilités mensuelles d'étendues d'eau croisées avec des budgets de ferme types selon les cultures pour calculer les pertes annuelles moyennes de revenus, mais aussi les coûts de nettoyage des champs en fonction de la superficie inondée. D'autres enjeux, notamment liés aux infrastructures de transports, utilisent d'autres variables issues de la représentation cartographique des zones inondables, comme la profondeur d'eau et la durée probable des événements. Ultimement, il s'agit donc de croiser des informations cartographiques liées aux inondations, avec des informations (spatiales ou non), qui sont liées à l'activité ou de l'actif qui est touché par des dommages, en une chaîne d'impacts qui aboutit à la valorisation économique des coûts ou des avantages. Des impacts de second degré d'interaction peuvent aussi être calculé, par exemple les coûts d'impacts de santé mentale, qui provient du nombre de personnes affectées, qui provient lui-même du nombre de bâtiments affectés croisé avec le nombre de personnes par ménage. L'addition de tous les impacts quantifiés économiquement sur la période d'étude donnée (avec un paramètre économique nommé le taux d'actualisation) permet d'évaluer le coût de l'inaction.

Ensuite, ce scénario peut être comparé à des scénarios où des mesures d'atténuation des risques seraient mises en place. Le calcul du coût de l'inaction et l'ampleur des coûts qu'il est possible d'éviter grâce aux mesures d'adaptation permettent de justifier le besoin d'intervenir. La tendance générale à dégager est que l'inaction est souvent plus coûteuse sur un horizon de 50 ans que la mise en place de solutions d'adaptation qui optimisent 1) les coûts des mesures, 2) l'efficacité à éviter des dommages et leurs conséquences indirectes, et 3) les bénéfices environnementaux pour la société. Il est toutefois nécessaire de bien contextualiser chaque situation pour capter les impacts locaux liés aux inondations et envisager des solutions efficaces et adaptées à ce contexte.

Formulation abrégée : Qu'est-ce qu'une analyse coûts-avantages (ACA) ? Quel est le lien avec la cartographie des zones inondables ?

Une analyse coûts-avantages, aussi nommée ACA, est une méthode d'évaluation économique parmi plusieurs autres comme l'analyse multicritères. L'ACA permet de comparer les retombées d'actions envisagées, en faisant le bilan des impacts tant positifs que négatifs en valeur monétaire. En contexte de risques liés aux rivières, les principaux coûts sont ceux des dommages directs engendrés par les inondations ou autres aléas de rivière, qui ne peuvent être évités par les actions envisagées, ainsi que les coûts des mesures envisagées. Les principaux avantages reposent sur les coûts évités grâce aux mesures, mais aussi les bénéfices connexes, qu'ils soient économiques, sociaux ou environnementaux. Cette méthode permet de tenir compte des impacts dans le présent, mais aussi pour les générations futures.

En la combinant à une évaluation de risque qui s'appuie sur la cartographie des zones inondables, cette méthode d'évaluation économique permet d'intégrer les contextes naturels d'un territoire (sa topographie, son réseau hydrique, etc.) par des fonctions de dommages liées à des variables environnementales, par exemple une courbe de taux d'endommagement d'un bâtiment en fonction d'un niveau d'eau atteint. Elle permet aussi de prendre en compte certains contextes de protection du patrimoine ou l'ajustement à la démographie locale ou régionale (ex. nombre d'habitants par ménage). Ainsi, en s'appuyant sur la cartographie des zones inondables et en considérant un ensemble de coûts et d'avantages, cette méthode permet de soutenir des décisions plus éclairées.

5.2 EST-CE QUE LES RÉSULTATS D'UNE ACA PEUVENT ÊTRE EXTRAPOLÉS SUR L'ENSEMBLE D'UN TERRITOIRE ?

Oui, l'extrapolation des résultats d'une analyse coûts-avantages est possible. Par contre, il est important de reconnaître que la fiabilité des résultats sera alors réduite. Il est donc avantageux de contextualiser ce type d'analyse sur un plus petit territoire, avec les caractéristiques et dynamiques qui lui sont propres, notamment en s'appuyant sur la cartographie des zones inondables. Il y a une valeur ajoutée au fait de contextualiser une ACA, même au niveau d'une MRC, avec la collaboration d'experts pour sa réalisation.

5.3 QUELLES SONT LES GRANDES CATÉGORIES D'IMPACTS ÉTUDIÉS DANS UNE ACA ? QUEL EST LE LIEN AVEC LA CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES ?

En plus de présenter les avantages économiques de plusieurs scénarios, l'ACA permet de considérer plusieurs types d'impact. En effet, la technique utilisée permet d'identifier des impacts sur les secteurs agricole, commercial et industriel, résidentiel, psychosocial, municipal, économique et environnemental. Chaque étude doit faire l'objet d'une matrice d'impacts spécifiques à son contexte. Une liste partielle des impacts les plus courants est présentée dans le tableau ci-dessous. Chaque catégorie d'impacts est analysée par des données dont la cartographie des zones inondables fait partie, avec des méthodes de quantification spécifiques à chacun des postes d'impacts.

Par exemple, pour les impacts sur le secteur agricole, l'étude ACA réalisée dans un secteur agricole en Estrie (Boyer-Villemaire et al., 2021b) prenait en compte cinq postes d'impacts : les dommages aux cultures engendrant des pertes de revenus, le coût de nettoyage de débris en champs, le coût de la stabilisation des berges, l'ajout de coûts d'opérations (ex. réensemencement) et le retrait de coûts d'opérations (ex. dépenses d'amendement évités). Seuls les deux premiers, les plus importants économiquement pour la société, ont été retenus pour la quantification. La quantification repose sur une formule unique pour chaque poste d'impact, constituée de variables et paramètres biophysiques (ex. probabilité mensuelle de différents niveaux d'eau), d'utilisation du sol (ex. types de cultures en place et probabilité basée sur des modèles de rotation des cultures), et de variables ou paramètres économiques, comme le prix du marché régional de chaque culture concernée. C'est en combinant ces divers facteurs que sont calculés les coûts, le plus souvent basé sur les dommages annuels moyens, qui peuvent varier en fonction de l'évolution des scénarios de changements climatiques, et peuvent être projetés sur la période de l'étude.

Tableau 5.1 Méthodes de quantification et paramètres de la monétisation des coûts liés aux inondations, pour une liste partielle d'impacts.

	Impact	Méthode de quantification	Hypothèses	Données	Valeurs	Sources
Agricole	Dommage aux cultures	Dommage annuel pondéré	La perte de rendement varie selon le mois, la superficie et le type de culture	-Probabilité d'inondation mensuelle par horizon climatique	1 à 82 % / 1 à 47 %	Leconte et Bizhanimanzar, 2020 / Trudel et Gobji, 2020
				-Perte de rendement mensuelle	0 à 100 %	Penning-Rowse et al., 2013, adapté par les CLS
				-Modèle de rotation des cultures	0 à 100 %	FADQ, 2018, adapté par les CLS
				-Marge sur coûts variables, par budget / ha	238 à 1000 \$/ha	Budget à l'hectare du CRAAQ, par culture
	Coût de nettoyage de débris en champs	Dommage annuel pondéré	Le coût varie selon le mois, la superficie et le type de culture	-Probabilité d'inondation mensuelle par horizon clim.	1 à 82 % / 1 à 47 %	Leconte et Bizhanimanzar, 2020 / Trudel et Gobji, 2020
				-Modèle de rotation des cultures	0 à 100 %	FADQ, 2018, adapté par les CLS
				-Salaire horaire	15 \$/h	Enquête terrain
				-Coût horaire machinerie	30,69 \$/h	CRAAQ, 2014
				-Travail manuel/superficie /mois inondé/culture	0 à 20 h/ha selon le mois, la culture	Enquête terrain
				-Travail machinerie/superficie /mois inondé/culture	0 à 10 h/ha selon le mois, la culture	Enquête terrain
Comm. & Indust.	Coûts des dommages aux bâtiments par la submersion	Courbes de profondeur d'eau-dommages	La valeur monétaire des dommages subis à la structure des bâtiments et leurs contenus varie selon la profondeur d'eau atteinte dans le bâtiment et selon le type de bâtiment	-Profondeur d'eau au centroïde du lot	0 à 2 m	MAMH, 2019 ; Leconte et Bizhanimanzar, 2020; Trudel et Gobji, 2020
				- % d'endommagement à la structure selon le type de bâtiment	0 à 100 %	CMI Lac Champlain et Rivière Richelieu, in prep.
				- % d'endommagement au contenu selon le type de bâtiment	0 à 100 %	CMI Lac Champlain et Rivière Richelieu, in prep.
Résidentiel	Dommages aux résidences par la submersion	Courbes de profondeur d'eau-dommages	La valeur monétaire des dommages subis à la structure des bâtiments et leurs contenus varie selon la profondeur d'eau atteinte dans le bâtiment et selon le type de bâtiment	-Profondeur d'eau au centroïde du lot	0 à 2 m	MAMH, 2019 ; Leconte et Bizhanimanzar, 2020; Trudel et Gobji, 2020
				- % d'endommagement à la structure selon le type de bâtiment	0 à 100 %	Bonnifant, 2005
				- % d'endommagement au contenu selon le type de bâtiment	0 à 100 %	CMI Lac Champlain et Rivière Richelieu, in prep.
	Dépenses engendrées par les évacuations	Courbe de profondeur d'eau-durée	La durée de l'évacuation dépend de la profondeur d'eau dans le bâtiment, laquelle engendre des dépenses d'hébergement et d'entretien	-Profondeur d'eau au centroïde du lot	0 à 2 m	MAMH, 2019 ; Leconte et Bizhanimanzar, 2020; Trudel et Gobji, 2020
				-Courbe de profondeur d'eau-durée d'évacuation	0 à 365 jrs	FEMA, 2009
				- Montant quotidien prévu au programme d'aide financière	20\$/jr, ou 1000\$/mois/résidence si RDC atteint	MSP, 2009

	Impact	Méthode de quantification	Hypothèses	Données	Valeurs	Sources
Psychosocial	<i>Dépenses et pertes chez les sinistrés</i>	Transfert de valeurs	La prévalence supplémentaire de certains troubles de santé chez l'adulte exposé aux inondations engendre une perte de productivité et de qualité de vie, des dépenses complémentaires et en soins de santé supplémentaires	-Profondeur d'eau au centroïde du lot	0 à 2 m	MAMH, 2019 ; Leconte et Bizhanimanzar, 2020; Trudel et Gobji, 2020
				-Nombre d'adultes / ménage	1,56 adulte/ménage	Recensement 2016
				-Estimation des coûts monétaires espérés par ménage inondé	16 434 \$/sinistré	CMI Lac Champlain et Rivière Richelieu, in prep.
Municipal	<i>Dépenses en gestion des urgences</i>	Transfert de valeur	Les dépenses de gestion des urgences représentent une proportion supplémentaire aux dommages résidentiels	-Dommages résidentiels à la structure	(voir plus haut)	(voir plus haut)
				-Facteur multiplicateur	10,70 %	Penning-Rowse et al., 2013
	<i>Dépenses en nettoyage des débris</i>	Transfert de valeur	Les dépenses de nettoyage des débris représentent une proportion supplémentaire aux dommages résidentiels basée sur le volume et les coûts de nettoyage	-Dommages résidentiels à la structure	(voir plus haut)	(voir plus haut)
				-Volume de débris/m ² de bâtiment inondé	21 à 36 m ² par bâtiment inondé	CMI Lac Champlain et Rivière Richelieu, in prep.
			-Coûts de nettoyage	14,37 \$/m ²		
Économie	<i>Dommages aux bâtiments institutionnels par la submersion</i>	Courbes de profondeur d'eau-dommages	La valeur monétaire des dommages subis à la structure des bâtiments et leurs contenus varie selon la profondeur d'eau atteinte dans le bâtiment et selon le type de bâtiment	-Profondeur d'eau au centroïde du lot	0 à 2 m	MAMH, 2019 ; Leconte et Bizhanimanzar, 2020
				- % d'endommagement à la structure selon le type de bâtiment	0 à 100 %	Bonnifant, 2005
				- % d'endommagement au contenu selon le type de bâtiment	0 à 100 %	CMI Lac Champlain et Rivière Richelieu, in prep.)
	<i>Perte de productivité – fermeture de route</i>	Courbe de profondeur d'eau-durée	La fermeture des routes entraîne une perte de productivité pour les automobilistes devant emprunter un trajet alternatif.	-Seuil de profondeur d'eau	300 mm	Pregolato, 2017
				-Durée de fermeture	1 journée	
				-Proportion d'automobiliste adoptant un trajet alternatif	100 %	
				-Taux d'occupation moyen	1,23 adulte/véhicule	Adapté de Sambe et al., 2016
				-Valeur horaire du temps	12,80 à 33,60 \$/h	
				-Débit de circulation annuel moyen par mode de transp.	nb. véhicules/h	MTQ, 2019
				- Temps additionnel du détour	nb. minutes	GoogleMaps

	Impact	Méthode de quantification	Hypothèses	Données	Valeurs	Sources
Environnement	Séquestration du carbone	Transfert de valeur	Valeur du service = charge de carbone séquestrée annuellement x valeur annuelle du coût social du carbone	-Différence de charge entre scénario de référence et scénarios d'adaptation	Modélisation par InVEST selon l'étude de cas	Voir rapports régionaux ACA inondations Boyer-Villemare et al., 2021
				-Coût social du carbone/décennie (extrapolation linéaire)	51 à 105 \$/t (2020 à 2070)	ECCC, 2016
	Qualité de l'eau	Transfert de valeur	Valeur du service = flux de rétention annuelle (azote, phosphore, sédiment) x la valeur de traitement en usine	-Différence nette de flux annuel d'azote, de phosphore et de sédiments entre le scénario de référence et les scénarios d'adaptation	Modélisation par InVEST selon l'étude de cas	Voir rapports régionaux ACA inondations Boyer-Villemare et al., 2021
				-Coût de traitement en usine d'azote, phosphore et sédiments	N : 5,77 \$/kg P : 41,52 \$/kg Séd : 18,68 \$/t	Olewiler, 2016
	Biodiversité	Transfert de valeur	Valeur du service = score de qualité de l'habitat x valeur/acre de création d'habitat arboré	-Différence nette du score de la qualité de l'habitat entre le scénario de référence et les scénarios d'adaptation	Modélisation par InVEST selon l'étude de cas	Voir rapports régionaux ACA inondations Boyer-Villemare et al., 2021
				-Valeur par hectare de création d'un habitat terrestre arboré	451,30 \$CAD/ha	Borisova-Kidder, 2006

Note : Ceci est une liste partielle. D'autres exemples d'impacts sont les pertes de revenus industriels et commerciaux, le temps supplémentaire lié aux détours, impacts aux bâtiments d'intérêt patrimonial, impacts sur les pistes cycles, pertes de revenus liées à l'isolement géographique. Chaque étude doit faire l'objet d'une matrice d'impacts spécifiques à son contexte.

Source : Boyer-Villemare et al., 2021b

Formulation abrégée : Quels coûts et avantages dois-je considérer pour prendre une décision éclairée en zone inondable et quelle est l'influence de la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables ?

L'exercice de sélectionner les principaux coûts et avantages à considérer pour prendre une décision éclairée dépend de plusieurs facteurs liés aux problèmes à résoudre et gagne à être réalisé en concertation avec les principaux groupes de personnes concernées ou particulièrement vulnérables, en ayant en main la cartographie des zones inondables et d'autres zones de contraintes liées aux rivières :

- *Quel est l'objet de la décision ?* Par exemple, un foyer ou un bâtiment industriel, un lot agricole, une nouvelle entreprise à implanter, tout un quartier, toute une municipalité, tout un bassin-versant, toute une MRC.
- *Où est situé le problème ?* Par exemple, au bord d'un lac dans les montagnes, dans une plaine agricole où la rivière sillonne ? En pleine ville près de l'embouchure de la rivière dans le fleuve Saint-Laurent ?
- *Quel est le degré de risque auquel fait face l'objet d'intérêt qui pose problème ?* Selon la carte des zones inondables, quelle est la sévérité probable à la localisation du problème ou projet ? Comment évoluera-t-elle ?
- *Qui pose la question et qui sont les principaux groupes d'acteurs concernés par cette question ?* Exemple, une personne qui se demande si elle achètera une propriété, une municipalité qui cherche des solutions durables pour réduire les coûts des inondations dans un de ses quartiers où sont situés des terrains résidentiels et commerciaux, une province qui souhaite réduire les frais publics d'indemnisation.
- *Sur quelle période de temps envisage-t-on la décision ?* La durée de vie d'une maison ou d'une infrastructure (plusieurs décennies), une perspective d'aménagement du territoire (plusieurs générations, plus d'un siècle) ?

En ayant ces réponses en mains, on peut se poser la question sur les types d'impacts observés historiquement. Un impact peut être positif (à renforcer), ou négatif (à éviter). L'utilisation de la carte des zones inondables pour offrir un bon support pour initier cette réflexion avec les acteurs. Parmi les types d'impacts les plus courants et pouvant être quantifiés, on retrouve les suivants, mais il en existe plusieurs autres dans chaque catégorie :

- *Les impacts agricoles* (dommage aux cultures, coûts de nettoyage des débris en champs),
- *Les impacts commerciaux et industriels* (coûts des dommages aux bâtiments par la submersion),
- *Les impacts résidentiels* (dommages aux résidences par la submersion, dépenses engendrées par les évacuations),
- *Les impacts psychosociaux* (dépenses et pertes chez les personnes sinistrées ou affectées),
- *Les impacts municipaux* (dépenses supplémentaires en gestion des urgences, dépenses en nettoyage de débris ou services de rétablissement à la population),
- *Des impacts économiques* (dommages aux bâtiments institutionnels par submersion, perte de productivité due à la fermeture des routes)
- *Des impacts environnementaux* (effets sur la séquestration du carbone, la qualité de l'eau, la biodiversité).

La cartographie des zones inondables influence la quantification des impacts : l'identification de nouvelles zones inondables permet de mesure de nouveaux impacts et la publication d'une cartographie plus précise, reconnue et légitime augmente de beaucoup la fiabilité des calculs. Certains postes d'impacts sont plus sensibles que d'autres à l'aspect spatial et selon leur importance dans le contexte de décision à prendre, on gagne à tester cette sensibilité (ex. si on s'est trompé de 50 cm dans le niveau d'eau maximal, est-ce que ça change notre décision ?).

Il faut reconnaître que plusieurs impacts de nature sociale (ex. effets sur la cohésion sociale) ou la présence de risques résiduels qui sont moins bien documentés (ex. prévision des embâcles et de l'érosion des berges) sont plus difficile à connecter avec la cartographie, à comparer aux autres impacts et à projeter dans le temps. Ils doivent quand même être considérés dans la décision, mais de manière qualitative. Enfin, une décision éclairée tient aussi compte de la distribution des impacts sur les différents groupes d'acteurs et des effets cumulatifs sur certains groupes de populations ou d'entreprises qui sont à la base plus vulnérable et ont moins bonne capacité à absorber les événements d'inondation.

Tableau 5.2 État des connaissances et pistes de recherche : Outils d'aide à la décision

État des connaissances
<p>La section sur les outils d'aide à la décision est marquée par un état des connaissances « intermédiaire ». Il existe un guide méthodologique spécifique pour la réalisation d'ACA en contexte d'inondations au Québec, toutefois, certains postes d'impacts sont absents et certains paramètres sont issus de transferts de la littérature et pourraient être plus adaptés au contexte québécois.</p>
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• Comparer les ACA avec d'autres outils d'aides à la décision comme l'analyse multicritère pour la prise de décision en adaptation• Développer des estimations de dommages pour les bâtiments agricoles et patrimoniaux• Développer des évaluations de la valeur actuelle nette sur une base spatiale• Améliorer l'estimation des dommages liés à la gestion des urgences• Développer des estimations d'impacts sur des postes plus complexes comme la dépendance à des marchés internationaux• Améliorer l'analyse de risques résiduels dans une approche mutli-alés et multicritère• Améliorer la prise en compte d'enjeux sociaux plus complexes comme la cohésion sociale et l'attachement au lieu• Améliorer l'estimation de l'incertitude notamment par des analyses de sensibilité utilisant des techniques de rééchantillonnage statistiques (ex. Monte Carlo)• Valoriser l'utilisation de l'atlas hydroclimatique au sein de la démarche

6. ENJEUX DE COMMUNICATIONS

La communication est une étape primordiale dans la gestion du risque et de l'aléa. Le chapitre suivant présentera les retombées d'une bonne communication et les meilleures techniques pour celle-ci. Nous verrons aussi comment la communication, notamment de la cartographie des risques d'inondation, peut favoriser la mise en place de mesures adaptatives par le citoyen, et comment une meilleure compréhension du risque et des outils en place favorise le rétablissement en temps de crise.

6.1 POURQUOI LA COMMUNICATION EST-ELLE IMPORTANTE EN GESTION DES RISQUES ?

Selon une enquête auprès de plusieurs milliers de répondants faite en 2021, les Canadiens seraient souvent inconscients des risques d'inondations et n'ont pas tendance à mettre en place des mesures de protection (Valois et al. 2020a ; Zirolecki et al. 2020). Entre autres, ce manque de connaissances du risque d'inondations affecte la motivation à mettre en place des mesures de protection. Cette motivation se base sur les critères suivants : la perception de l'aléa, la perception des enjeux et de la vulnérabilité, la perception de la probabilité que le risque se matérialise, et la perception de la capacité à faire face et à mettre en œuvre des mesures d'adaptation (Birkholz et al., 2014 ; de Boer et al., 2014). Ces facteurs de motivation peuvent aussi être classés comme deux étapes distinctes : informer et éduquer les citoyennes et citoyens du risque, et les inspirer à agir (Lieske et al., 2014). Un programme de communication efficace doit être en mesure de répondre à ces critères et la publication d'une nouvelle cartographie des zones inondables contribue à cet effort, afin ultimement de mesurer des retombées sur les habitudes préventives et de préparation liées aux risques d'inondations.

6.1.1 Quel est l'état de l'art pour présenter le risque et l'aléa ?

Une meilleure compréhension des concepts de risque, d'aléa, d'exposition, de vulnérabilité, de sévérité et de probabilité permet de favoriser la motivation à adhérer aux mesures d'adaptation. Les études canadiennes suggèrent clairement un besoin d'augmenter le niveau de conscience du risque d'inondation.

Dans le contexte de la sensibilisation générale, une schématisation visuelle permettant de bien distinguer l'aléa (naturel), la vulnérabilité (anthropique), la probabilité d'inondations et l'effet anticipé des changements climatiques constitue un exemple d'outil pour soutenir l'éducation. Cela permet de distinguer le rôle des humains dans le risque et de mieux comprendre comment certaines actions peuvent modifier l'aléa ou la vulnérabilité (Birkholz et al., 2014 ; de Boer et al., 2014).

Dans le contexte des cartographies, on relève deux enjeux de communication principaux. Le premier porte sur les erreurs de compréhension et d'interprétation, qui sont fréquentes. Fournir des explications claires sur les méthodes scientifiques et les indicateurs utilisés pour l'élaboration des cartes permet de minimiser ces erreurs (Tanguay-Hébert et al., sous presse). Le deuxième enjeu porte sur la représentation de la vulnérabilité. Pour mieux saisir les impacts, il est important d'intégrer les vulnérabilités du territoire dans les représentations hydrographiques, comme la présence de bâtiments ou d'infrastructures (Tanguay-Hébert et al., sous presse). Enfin, il doit y avoir une cohérence entre les pratiques de communication

cartographique du risque et le choix des indicateurs entre la phase prévisionnelle et la phase d'aménagement du territoire. En effet, certains enjeux de communications sont communs aux deux phases et peuvent générer de la confusion s'ils ne sont pas clairement distingués. Parmi les enjeux communs, on retrouve notamment la communication des incertitudes et la représentation temporelle (probabilité de survenance et *pas de temps*) de l'aléa (Frini, in prep.).

6.1.2 Comment la communication peut-elle favoriser la mise en place de mesures adaptatives, et la compréhension du nouveau cadre réglementaire ?

Plusieurs techniques de communication favorisant l'adaptation peuvent être mises en place. Ces techniques seront présentées en détail dans les questions suivantes. Par contre, voici quelques bonnes pratiques pour favoriser la mise en place de mesure d'adaptation. Premièrement, il faut être en mesure de créer (et garder) un lien de confiance avec le public cible. Cette confiance peut être, entre autres, créée et maintenue par la place donnée au citoyen dans la communication et la prise de décision (voir question suivante sur l'importance de la communication en gestion des risques). Deuxièmement, le fait de lister les mesures de protection et d'adaptation permet d'être exhaustif dans la communication et de favoriser le passage à l'action. En redonnant un sentiment de contrôle aux citoyens, cela contribue à prévenir certains impacts psychosociaux comme l'éco-anxiété. Finalement, les gouvernements locaux doivent être en mesure d'être des exemples proactifs dans l'adoption de ces mesures (Lieske et al., 2014)².

Formulation abrégée : Pourquoi la communication du risque est-elle importante pour l'adaptation aux changements climatiques ?

La communication est importante dans la gestion de risque parce qu'elle permet, en premier lieu, d'améliorer la compréhension du danger et de ses causes : elle permet d'informer les citoyens sur les risques et les aléas et favorise ainsi le passage à l'action par la mise en place de mesures adaptatives (Valois et al. 2020a ; Ziolecki et al. 2020). De plus, afin de mieux présenter la notion du risque aux citoyens et aux communautés, il est primordial d'être en mesure de différencier l'aléa naturel et la vulnérabilité anthropique (Birkholz et al., 2014 ; de Boer et al., 2014). Finalement, plusieurs bonnes pratiques peuvent être mises en place, comme lister les mesures de protection et d'adaptation, les bonnes pratiques à conserver, etc. (Lieske et al., 2014).

² Cet exercice a été mis de l'avant dans le chapitre solution de ce document question-réponse

6.2 POURQUOI LA COMMUNICATION EST-ELLE IMPORTANTE EN GESTION DES RISQUES ? COMMENT COMMUNIQUER POUR FAVORISER UNE CULTURE DU RISQUE AU QUÉBEC ?

Un objectif principal de la communication de risque en contexte de gestion des inondations est de favoriser l'adaptation et de réduire les vulnérabilités. Afin d'atteindre ces objectifs, la communication doit s'articuler de manière intentionnelle et autour de cette idée commune, être planifiée et en continu dans le temps, favoriser la participation citoyenne, et être flexible selon le public cible.

Premièrement, la communication est un processus en continu et commence bien avant la manifestation de l'inondation. Ce processus en continu s'appuie sur des activités de communications planifiées. La littérature scientifique s'entend pour dire que les activités de communication sont plus efficaces quand elles sont adaptées au public cible. Il faut donc bien connaître ce public cible (âge, expériences d'inondations, compréhension du risque, profession, intérêt pour le sujet, etc.) (Ziolecki et Thistlethwaite, 2019). Par ailleurs, il faut reconnaître la multiplicité des acteurs en contexte de gestion des inondations, ce qui requiert des approches de communications multiples selon les rôles, responsabilités et contribution de chaque groupe d'acteur (Tanguay-Hébert et al., sous presse). Ce travail de distinction des publics cibles permet ensuite de mieux planifier la communication dans un contexte plus large, avec des objectifs échelonnés dans le temps et différenciés (Ryan, 2016).

Deuxièmement, avec une meilleure compréhension du public cible, il est aussi préférable de favoriser la participation citoyenne dans la prise de décision. Une stratégie de mobilisation, complémentaire à la stratégie de communication, peut effectivement être une bonne avenue pour favoriser la participation et le passage à l'action. L'organisation International Association for Public Participation (IAP2) présente un continuum de communication qui favorise l'adaptation et la participation citoyenne en cinq étapes : informer, consulter, impliquer, collaborer, autonomiser (IAP2, 2018). Cette approche vient aussi rejoindre une autre thématique commune dans la littérature scientifique, soit les avantages de la communication citoyenne (People centered approach ou bottom up communication). La communication citoyenne a pour but d'inclure les citoyens dans les décisions et dans le processus de prise de décision, elle se veut collaborative et transparente (Scolobig et al., 2015). Dans le contexte des cartographies de risque, il est aussi démontré que les approches consultatives permettent d'améliorer la compréhension des outils cartographiques et l'acceptabilité des mesures réglementaires qui en découlent (Tanguay-Hébert et al., sous presse). Cette approche est plus en mesure de motiver les citoyens à s'impliquer et s'adapter, et ainsi réduire leur vulnérabilité (Haer et al., 2016 ; Scolobig et al., 2015 ; Wolff, 2021).

Troisièmement, plusieurs techniques peuvent être employées pour améliorer la communication. Selon les différents publics cibles, le message, sa vulgarisation, son contexte, et le médium pourraient être différents. En plus des différentes techniques de communication, différentes vulgarisations³ ou médiums de partage peuvent être utilisés pour mieux rejoindre certains publics cibles (Daignault et al., 2018 ; Malecki et al., 2021). L'approche de coconstruction des canaux de communication avec les populations locales, soutenue par un accompagnement d'experts et diverses consultations, permet de bien cibler les

³ Cet exercice a été mis de l'avant tout au long de ce document avec les deux versions de chaque réponse.

besoins locaux, est très appréciée des parties prenantes et valorise l'information locale pertinente (Casault et al., 2021).

Ainsi, la communication doit être planifiée selon le public cible et être continue dans le temps, doit être en mesure d'impliquer les citoyens dans ce processus, et doit s'adapter aux différents publics cibles. Ultimement, la communication de risque constitue une condition de succès fondamentale pour la résilience des communautés (Casault et al., 2021).

Formulation abrégée : Quelles sont les conditions de succès d'une bonne communication pour soutenir la valorisation des cartographies et de leur cadre réglementaire ?

Afin d'atteindre les objectifs de la communication, plusieurs pratiques peuvent être mises en place. Premièrement, voir la planification de la communication comme un processus en continu qui commence bien avant l'urgence permet de rassurer la population et d'initier la sensibilisation au risque, pour ensuite éclairer les choix d'adaptation. En effet, la communication doit être planifiée dans un contexte plus large de soutien à la prise de décision éclairée avec des objectifs de communication échelonnés dans le temps, de la sensibilisation aux choix collectifs de mesures d'adaptation (Ryan, 2016 ; Ziolecki et Thistlethwaite, 2019).

Deuxièmement, il est nécessaire d'avoir une meilleure compréhension des publics cibles sur le territoire ou dans l'organisation concernés, ses caractéristiques démographiques, préférences en termes de plateformes ou de messages, mais aussi le degré de sensibilisation aux enjeux des changements climatiques. La communication en contexte d'inondations est complexe et implique de nombreux acteurs. Mieux connaître les publics cibles permet de personnaliser les messages, leur vulgarisation, le contexte et les médiums (Daignault et al., 2018 ; Malecki et al., 2021).

Troisièmement, ces ingrédients, avec des messages positifs portant sur les coûts évités et surtout sur les avantages ou cobénéfices amenés par les solutions envisagées, créent un contexte favorable pour motiver les citoyens à s'impliquer dans les décisions d'adaptation, et ainsi réduire leur vulnérabilité tant individuelle que collective (Haer et al., 2016 ; Scolobig et al., 2015 ; Wolff, 2021).

Encadré 7 : Exemples de communication du risque qui peuvent inspirer un plan de communication

Un exemple de bonne pratique québécoise est le média UnPointCinq. Ce média présente principalement un message positif visant l'action contre les changements climatiques. Selon une étude publiée en lien avec l'arrivée de ce média, les formats d'informations les plus populaires étaient les chroniques, les docu-reportages audiovisuels, et les nouvelles journalistiques (tant audiovisuelles qu'écrites) (Daignault et al., 2018). L'utilisation de plusieurs formats de média pourrait aider à rendre l'information plus accessible pour un plus grand nombre de populations.

Un autre exemple de pays où les moyens de communication sont bien adaptés au contexte des inondations est celui de la France. En effet, la France (surtout EauFrance et l'Agence de l'eau) fait souvent appel à l'utilisation de vidéos explicatives pour expliquer le concept du risque d'inondation. Ils présentent aussi une segmentation de l'information permettant au citoyen de comprendre le risque et savoir comment mieux s'adapter (i.e. « les risques naturels liés à l'eau, connaître les risques pour mieux les gérer, réduire les aléas et les enjeux, organiser les secours et sensibiliser le public »).

6.3 QUELLES SONT LES BONNES PRATIQUES ET CELLES À ÉVITER POUR UNE BONNE COMMUNICATION DES RISQUES ?

Plusieurs méthodes de communication permettent d'améliorer la communication des risques.

Tout d'abord, en plus de vulgariser les communications selon le public cible, il est avantageux de présenter les messages le plus simples et clairs possible. De plus, lorsque possible, l'utilisation de messages accrocheurs permet de rendre la communication plus mémorable.

Une des pratiques les plus importantes est de garder les messages positifs. L'utilisation de messages et d'images négatifs aurait plus tendance à distancer les citoyens, et à défavoriser l'adaptation (Ruiu et al., 2020 ; Zirolecki et Thistlethwaite, 2019).

Une autre pratique de communication qui favorise la compréhension et l'adhésion au message est la visualisation. L'utilisation de vidéos explicatives et d'images peut aider la compréhension du risque (Birkholz et al., 2014 ; Lieske, 2012 ; Lieske et al., 2014). Les images peuvent aussi être utilisées pour favoriser certains comportements en montrant des actions et des comportements souhaitables.

6.4 QUELLES SONT LES BONNES TECHNIQUES POUR LE PARTAGE DE LA CARTOGRAPHIE ?

Suite à une étude faite par Ouranos dans le cadre de l'initiative INFO-Crue, des consultations auprès des ministères quant à la nature des outils et de la présentation des informations ont été tenues. Les cartes et les graphiques ont été retenus comme pouvant être des outils soutenant la visualisation. En générale, la visualisation permettait de bien comprendre le risque (Birkholz et al., 2014; Jean et al., 2021; Lieske, 2012; Lieske et al., 2014). En plus d'une meilleure compréhension, les cartes permettent aussi de susciter l'intérêt des citoyens (Lieske et al., 2014) et favorisent la motivation à l'adaptation (Lieske, 2012).

Aussi, la communication citoyenne et la cartographie participative peuvent être avantageuses. En effet, présenter et outiller les citoyens à utiliser la cartographie des zones inondables favorise leur adoption de cet outil (Kuser Olsen et al., 2018).

Finalement, un manque de recherche précise sur l'utilisation de la cartographie pour présenter le risque d'inondation a été noté (Charriere et al., 2012). Afin d'améliorer les pratiques de visualisation en lien avec la cartographie, des leçons peuvent être tirées de l'utilisation de cartographie d'autres types de risque. Par exemple, le risque d'avalanche, de tempête météorologique, de vague de chaleur, de feux de forêt, etc. (Charriere et al., 2012).

6.5 QUELLES LEÇONS TIRER DE LA COMMUNICATION DE LA COVID-19 ?

Le contexte de la pandémie du COVID-19 peut être utilisé pour tirer des conclusions sur la communication du risque en général et l'accompagnement de la communication liée à la publication des nouvelles cartographies de risque d'inondation. Premièrement, la communication du risque durant la COVID-19 au Québec a permis de rendre la crise tangible et de mobiliser les citoyens à y faire face. De plus, la communication de la COVID-19 a démontré la nécessité de mettre en place un plan de communication clair, avec une synergie entre les médias, les institutions, les experts, et les entités gouvernementales.

Les récentes études réalisées sur la communication de la COVID-19 ont également fait ressortir certaines leçons pour rendre les discours plus efficaces. Elles citent entre autres l'importance de préparer des messages clé pour le grand public, de prendre en compte les facteurs influençant la perception du risque, de combiner l'action individuelle et collective avec l'action politique, de faire appel aux valeurs et aux normes sociales, ainsi que de se méfier de la politisation du risque (Parent, 2021; Malecki et al., 2021).

Tableau 5.3 État des connaissances et pistes de recherche : Enjeux liés à la communication

État des connaissances
<p>La section sur les enjeux liés à la communication est marquée par un état des connaissances « mature ». Au Québec, la littérature évolue rapidement, elle a été centrée sur la communication pour l'intervention (seuils d'alerte) et se dirige davantage vers les contextes et la planification de la communication citoyenne, plusieurs projets de recherche vont dans ce sens. Toutefois, il y a un besoin de continuer à renforcer la multidisciplinarité et la collaboration entre toutes les échelles de communication, ainsi qu'à généraliser les meilleures pratiques.</p>
Pistes de recherche
<ul style="list-style-type: none">• Analyser comment la communication « préventive » permet de réduire les niveaux de stress et d'anxiété face aux inondations et favorise l'action citoyenne. Le contexte du Québec et des inondations pourrait être étudié.• Utilisation de l'innovation sociale pour améliorer la communication des risques.• Poursuivre les apprentissages liés à la communication du COVID-19• Renforcer l'arrimage avec le contexte des changements climatiques• Communication des risques d'inondations et populations vulnérables, notamment les jeunes

7. SYNTHÈSE, LIMITES, CONCLUSIONS ET RETOMBÉES

7.1 SYNTHÈSE

7.1.1 Questions-réponses

La revue de la littérature a permis de produire 38 questions-réponses et 22 formulations abrégées. Le chapitre économique couvre à lui seul plus du tiers des questions. Une part de ce volume provient du fait qu'il contient une revue partielle sur certains outils d'aide à la décision, qui est un enjeu multidisciplinaire. Il est suivi du chapitre sur les solutions, sur lesquelles la littérature est assez abondante. Les chapitres enjeux sociaux et communications ont atteint un nombre de réponses intermédiaire : une masse critique d'informations existe ou est en développement et tous deux pourraient être encore davantage investigués. Le chapitre environnemental est celui sur lequel le moins d'information a été répertoriée, notamment car les impacts sont très hétérogènes sur le territoire.

Tableau 7.1 Nombres de questions-réponses et de formulations abrégées par chapitre

Chapitre	Nombre de Questions-Réponses	Nombre de formulations abrégées
Enjeux économiques	11	6
Enjeux sociaux	7	6
Enjeux environnementaux	2	1
Solutions	8	4
Outils d'aide à la décision	3	3
Communications	7	2
TOTAL	38	22

7.1.2 Maturité des connaissances inventoriées

La revue de la littérature a permis d'identifier les degrés de connaissances sur les divers enjeux de la cartographie et des inondations abordés dans les chapitre précédents (voir figure et tableau ci-dessous).

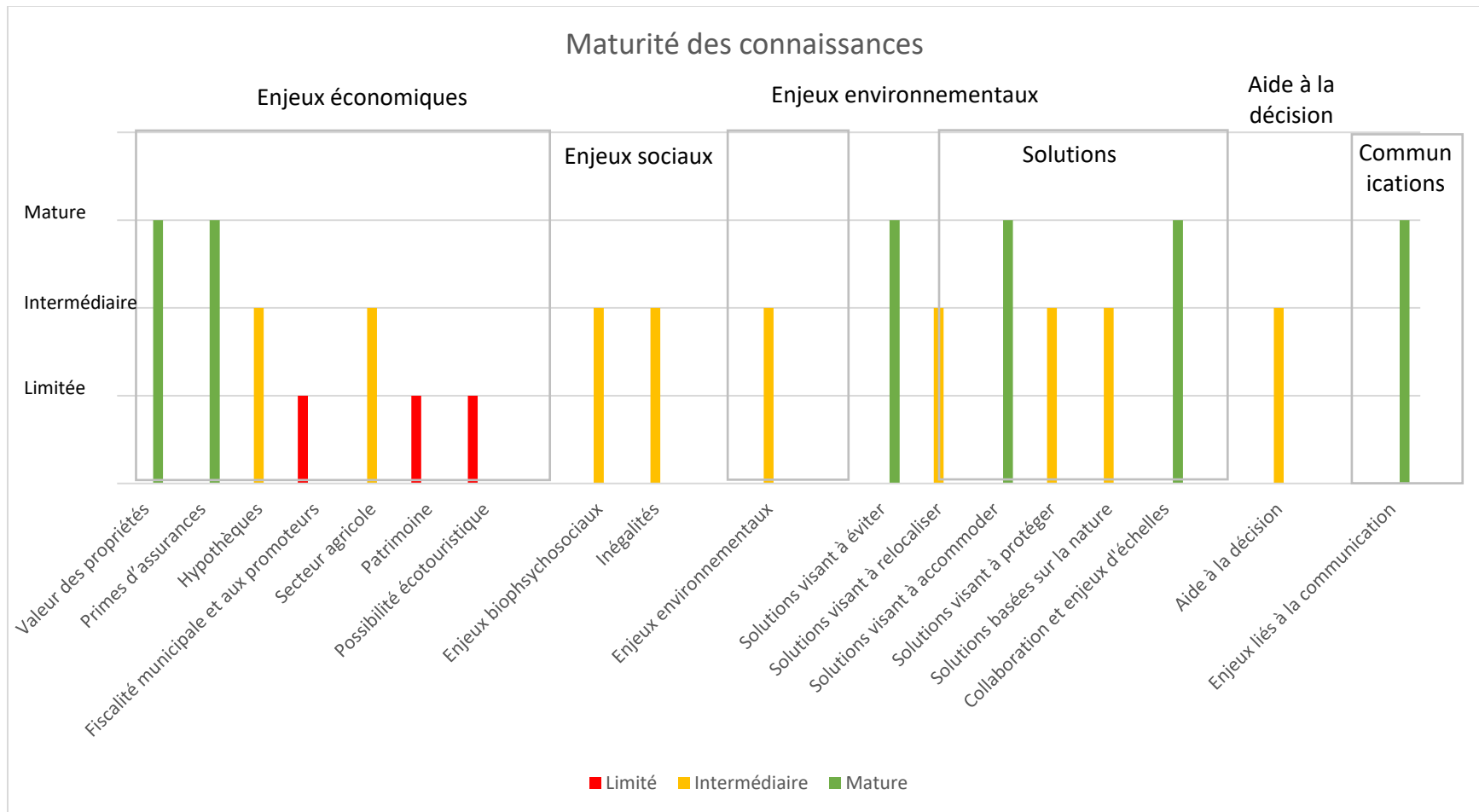


Figure 1. Degré de maturité des connaissances selon les enjeux liés à la publication de la nouvelle cartographie et son cadre réglementaire

Tableau 7.2 Propositions de stratégies de gestion des connaissances selon la maturité des connaissances

Maturité des connaissances	Sujets	Proposition de stratégies de gestion des connaissances
Limitée	Enjeux économiques : <ul style="list-style-type: none"> • les impacts de la publication de la cartographie et son cadre réglementaire <ul style="list-style-type: none"> ○ la fiscalité municipale et les promoteurs ○ le patrimoine ○ la possibilité écotouristique 	Stimuler l'acquisition de connaissances auprès des experts du Québec ayant peu abordé ces questions du point de vue de l'adaptation aux changements climatiques
Intermédiaire	Enjeux économiques : <ul style="list-style-type: none"> • les impacts de la cartographie et son cadre sur les hypothèques • les impacts de la cartographie et son cadre sur le secteur agricole Enjeux sociaux : <ul style="list-style-type: none"> • impacts biopsychosociaux de la cartographie et son cadre • impacts de la publication de la cartographie et son cadre Enjeux environnementaux : <ul style="list-style-type: none"> • impacts environnementaux de la cartographie et son cadre Solutions : <ul style="list-style-type: none"> • les solutions visant à relocaliser les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux • les solutions visant les solutions visant à protéger les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux • les solutions basées sur la nature Outils d'aide à la décision <ul style="list-style-type: none"> • La diversité des outils avec changements climatiques 	Poursuite de l'acquisition de connaissances avec les experts du Québec
Mature	Enjeux économiques : <ul style="list-style-type: none"> • impacts de la cartographie et son cadre sur la valeur des propriétés • impacts de la cartographie et son cadre sur les primes d'assurances Solutions : <ul style="list-style-type: none"> • les solutions visant à éviter les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux • les solutions visant à accommoder les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux • les enjeux de collaboration multi-niveaux Communications : <ul style="list-style-type: none"> • Les enjeux de communication liés à la publication de cartes et leur cadre réglementaire 	Veille scientifique sur les nouveaux développements Mieux mobiliser les connaissances Faire des analyses synthèses ou méta-analyses Illustrer dans des contextes concrets Diffuser ces connaissances, notamment dans des cadres de formation

Des stratégies de gestion des connaissances sont proposées pour chaque catégorie.

- *Les connaissances les plus limitées* se situent principalement au niveau économique sur les impacts de la publication de la cartographie et son cadre réglementaire sur la fiscalité municipale et les promoteurs, le patrimoine et la possibilité écotouristique. Le Québec compte plusieurs experts sur ces sujets qui ont été peu abordé du point de vue de l'adaptation aux changements climatiques, il s'agit de sujets sur lesquels l'acquisition de connaissances est à stimuler.
- *Les connaissances intermédiaires* portent sur les impacts de la cartographie sur les hypothèques et le secteur agricole, les enjeux sociaux liés à la publication de la cartographie (biopsychosociaux et les inégalités), les enjeux environnementaux, ainsi que sur les solutions visant à relocaliser et à protéger les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux, les solutions basées sur la nature, et les outils d'aide à la décision. Certains de ces sujets commencent à être abordés par des experts au Québec ou au Canada. La poursuite de l'acquisition de connaissances est nécessaire.
- *Les connaissances les plus matures* portent sur les enjeux économiques reliés aux impacts de la cartographie sur la valeur des propriétés et les primes d'assurances, sur l'éventail des solutions visant à éviter et à accommoder les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux, ainsi qu'aux enjeux de communication liés à la publication de cartes et leur cadre réglementaire et aux enjeux de collaboration à de multiples niveaux. Le Québec possède une expertise et fait déjà des recherches sur ces sujets. Pour ces sujets, les prochaines étapes viseraient à mieux mobiliser, faire des analyses synthèses ou méta-analyses, illustrer dans des contextes concrets et diffuser ces connaissances, notamment dans des cadres de formation.

7.1.3 Pistes de recherche

La synthèse des pistes de recherche se situe à l'annexe A. Un total de 57 pistes a été identifié. Ces pistes gagneront à être priorisées selon la maturité des connaissances et le degré d'urgence requis.

7.2 LIMITES ET DISCUSSION

Plusieurs angles morts et limites ont été relevés lors du projet et des discussions.

7.2.1 Limites relatives à la démarche de mobilisation des connaissances

Systematiser la revue de la littérature sur certaines questions afin de dépasser la narration : L'effort de revue de la littérature a été important : il a permis de mobiliser des exemples et meilleures pratiques internationales autant que de valoriser et répertorier des efforts à l'échelle du réseau québécois de la recherche, notamment en ce qui concerne plusieurs documents issus de la littérature grise (voir glossaire). Pour certains enjeux, la démarche pourrait s'inspirer encore davantage des revues systématiques, où la question doit être spécifique, les sources de données abondantes, avec une approche de recherche explicite basée sur des critères dont l'application est uniforme, dans un processus d'évaluation rigoureux permettant une synthèse quantitative des connaissances (si cette synthèse inclut une approche statistique, cela peut même mener à une méta-analyse) (Rother, 2007). Alors seulement est-il possible de faire une généralisation basée sur les évidences scientifiques. Toutefois, pour un large spectre de questions à couvrir, l'approche narrative était plus appropriée.

La science de la décision et le rôle des partenariats : Certains aspects liés à la science de la décision mériteraient un état des lieux plus approfondis en lien la publication des cartes et leur cadre réglementaire. Plus généralement, il serait intéressant d’approfondir la résilience aux risques climatiques, notamment l’éventail des outils d’aides à la décision, la prise de décision collaborative, multiorganisationnelle, préventive et itérative. Les principes des sociétés apprenantes pourraient aussi être explorés dans ce cadre.

7.2.2 Pistes de discussions générales

La couverture d’INFO-Crue et les régions : Souvent mentionnée durant les discussions, il faut se rappeler que la couverture d’INFO-Crue aux 50 bassins versants prioritaires constitue une première étape vers une meilleure gestion des risques fluviaux. En plus des territoires mandatés pour la cartographie des zones inondables, ces 50 bassins versants couvrent une très grande partie du Québec méridional. Il demeure que des enjeux de valorisation des cartes tout comme des événements surviendront sur les territoires hors cartographie et il est important de se préparer à répondre aux préoccupations émergentes de ces contextes. Parmi les enjeux prévisibles liés aux territoires hors INFO-Crue, comment mettre en place un cadre réglementaire en l’absence de cartographie et d’accès à l’expertise? En ce qui concerne la gestion des territoires éloignées les enjeux prévisibles sont la perception des institutions, le juste niveau d’autonomie décisionnelle et les impacts sur la vitalité économique régionale dans les territoires éloignés des grands centres.

De la gestion d’un aléa aux événements complexes : L’objet de la cartographie en préparation porte sur les inondations en eau libre et c’est déjà un chantier très complexe. Cependant, les meilleures pratiques de décision d’aménagement doivent se fonder sur une approche multi-aléas (ex. FEMA, 2021), pour mettre en œuvre une vision intégrée. De plus, les événements vécus en Colombie-Britannique à l’automne 2021 renforcent le besoin de considérer les interrelations entre les conséquences d’un point de vue systémique. Ces éléments soutiennent une perspective plus large de la planification de la résilience des communautés et de la société. Cela implique d’un côté la nécessité de conserver des marges de manœuvre pour prendre des décisions en temps opportun avec des informations asymétriques sur certains aléas. D’un autre côté, cela appelle à améliorer la mobilisation des connaissances en considérant mieux cette complexité (ex. repenser les frontières et portées des états des connaissances, dédier des efforts aux synthèses et aux liens entre les objets d’étude, prévoir la mise à jour régulière, etc.).

7.3 CONCLUSIONS

Le projet d’état des connaissances sur les enjeux en lien avec la publication de la nouvelle cartographie des zones inondables et son cadre normatif a été initié à l’été 2021 dans le contexte du projet INFO-Crue.

Ce projet a été co-construit et a pris la forme d’un question-réponse afin d’outiller le Gouvernement, le ROBVQ et leurs partenaires lors des consultations liées à la publication du cadre normatif et de la cartographie. Le processus collaboratif s’est appuyé sur un groupe de travail multiministériel (MELCC, MAMH, MSP, MERN) et des séances d’ateliers d’information avec des experts de plusieurs disciplines pour partager et enrichir les contenus.

Le projet s'est appuyé sur une revue de la littérature présentée sous forme de questions-réponses. Elles couvrent des enjeux économiques, sociaux, environnementaux, les solutions de réduction des risques et les enjeux de communications. Chaque question présente un portrait détaillé et rigoureux sur le sujet, qui se veut vulgarisé, et est destinée à outiller un public plus averti tel que les acteurs gouvernementaux. Les formulations abrégées qui présentent une version synthétisée des réponses, sont généralement narrées à la première personne, et sont destinées à des acteurs moins spécialisés dans un certain sujet.

Les résultats du projet consistent en plus de 41 questions-réponses, bonifiées par 18 formulations abrégées pour certains enjeux complexes. Cette démarche a permis de qualifier la maturité des connaissances inventoriées sur la base des critères d'abondance et de distribution des connaissances pour chaque bloc thématique de questions. Des pistes de recherche et proposition de gestion des connaissances ont été avancées.

- *Les connaissances les plus limitées* se situent principalement au niveau économique sur les impacts de la publication de la cartographie et son cadre réglementaire sur la fiscalité municipale et les promoteurs, le patrimoine et la possibilité écotouristique.
- *Les connaissances intermédiaires* portent sur les impacts de la cartographie sur les hypothèques et le secteur agricole, les enjeux sociaux liés à la publication de la cartographie (biopsychosociaux et les inégalités), les enjeux environnementaux, ainsi que sur les solutions visant à relocaliser et à protéger les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux, les solutions basées sur la nature et les outils d'aide à la décision en contexte d'adaptation aux changements climatiques.
- *Les connaissances les plus matures* portent sur les enjeux économiques reliés aux impacts de la cartographie sur la valeur des propriétés et les primes d'assurances, sur l'éventail des solutions visant à éviter et à accommoder les actifs ou activités en zones à risque d'inondations ou d'aléas fluviaux, ainsi qu'aux enjeux de communication liés à la publication de cartes et leur cadre réglementaire, et les enjeux de collaboration à de multiples niveaux.

7.4 RETOMBÉES

De manière tangible, ce projet a produit du matériel de mobilisation des connaissances que les partenaires ont prévu utiliser dans un contexte de consultation à court terme, ainsi qu'une liste de pistes de recherche pouvant guider le développement des connaissances. De manière intangible, la retombée principale aura été de construire une base de compréhension commune à plusieurs ministères autour de ces connaissances, grâce au processus collaboratif entourant la production des contenus.

8. RÉFÉRENCES

- Agence de la consommation en matière financière du Canada. (2008). *Le coût du stress financier en perte de productivité*. Gouvernement Du Canada. <https://www.canada.ca/fr/agence-consommation-matiere-financiere/services/mieux-etre-financier-travail/ressources/infographie-cout.html>
- Architecture Sans Frontière Québec. (2021). *Cohabiter avec l'eau: État des connaissances en matière d'adaptation des bâtiments aux inondations*. <https://www.asf-quebec.org/portfolio-items/cohabiter-avec-leau/#:~:text=L'%C3%A9v%C3%A9nement%20tenu%20le%2010,la%20r%C3%A9silience%20du%20cadre%20b%C3%A2ti>.
- Bakos, K., Feltmate, B., Chopik, C., Evans, C. (2022) Nager sur place : les effets des inondations catastrophiques sur le marché de l'habitation du Canada. Préparé par le Centre Intact d'adaptation au climat, Université de Waterloo, 49 p.
- Birkholz, S., Muro, M., Jeffrey, P. et Smith, H. M. (2014). Rethinking the relationship between flood risk perception and flood management. *Science of The Total Environment*, 478, 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.061>
- Bélanger, P., Bourdeau-Brien, M., & Dumestre, M. (2018). The Impact of Flood Zones on Residential Property Prices : The Case of Canada. *Journal of Sustainable Real Estate*, 10(1), 135–162. <https://doi.org/10.5555/1949-8276.10.1.135>
- Biron, P., Thomas, I. (2019). Mieux vivre avec l'eau, pour être plus résilient face aux inondations. *The Conversation*. <https://theconversation.com/mieux-vivre-avec-leau-pour-etre-plus-resilient-face-aux-inondations-122250>
- Boudreault, M. (2020). Limite à vie sur les inondations : vers un nouveau pacte social ? *The Conversation*. <https://theconversation.com/limite-a-vie-sur-les-inondations-vers-un-nouveau-pacte-social-132304>
- Boudreault, M., Bourdeau-Brien, M. (2020). Limite à vie sur les inondations successives : vers un nouveau pacte social ? *Assurances et Gestion Des Risques*, 87(1–2), 1. <https://doi.org/10.7202/1070750ar>
- Bowker, P., Escameia, M., Tagg, A. (2007). Improving the Flood Performance of New Buildings. *Communities*, 100. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/602d673ee90e0709e8d085d8/Improving_the_Flood_Resilience_of_Buildings_Through_Improved_Materials__Methods_and_Details_Technical_Report.pdf
- Boyer-villemaire, U., Kanli, C. V., Ledoux, G. (2021). *Quantifying Psychosocial Impacts From Coastal*

Hazards for Cost-Benefit Analysis in Eastern. 3(July), 1–17.
<https://doi.org/10.3389/fclim.2021.591416>

Boyer-Villemaire, U., et al. (2021a). Guide méthodologique d'analyse coûts-avantages des options d'adaptation aux inondations et aléas fluviaux en contexte de changements climatiques. Rapport présenté à Ressources naturelles Canada. Ouranos. Montréal 81 p. + annexes.

Boyer-Villemaire, U., et al. (2021b). Analyse coûts-avantages des options d'adaptation aux inondations et aléas fluviaux de la rivière Coaticook à Compton. Rapport présenté à Ressources naturelles Canada. Ouranos. Montréal. 109 p. + annexes.

Buffin-Bélanger, T., Biron, P. M., Larocque, M., Demers, S., Olsen, T., Choné, G., ... & Eyquem, J. (2015). Freedom space for rivers: An economically viable river management concept in a changing climate. *Geomorphology*, 251, 137-148.

Casautl, A., Thomas, I., Fakiroff, A.L., Chehab, R. (2021) La communication du risque : un ingrédient fondamental de la résilience. *Urbanité, Hiver-Printemps 2021*, pp. 25-27.

Centre Intact, University of Waterloo. (2021). Trois Étapes Pour une Protection Rentable. *Inondation à La Maison*, 3. <https://www.centreintactadaptationclimat.ca/les-rapports-recents/>

Chang, J. I., Yoon, S. (2016). The economic benefit of coastal erosion control in Korea. *Journal of Coastal Research*, 1(75), 1317–1321. <https://doi.org/10.2112/SI75-264.1>

Charriere, M. K. M., Junier, S. J., Mostert, E. et Bogaard, T. A. (2012). Flood risk communication: Visualization tools and evaluations of effectiveness. *FLOODrisk 2012: The 2nd European Conference on FLOODrisk Management ;Science, Policy and Practice: Closing the Gap* ;, Rotterdam, The Netherlands, 20-22 November 2012; Authors Version. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A02a043cd-69a9-4e37-b719-145ccaf1c924>

Chisty, M. A., Dola, S. E. A., Khan, N. A., Rahman, M. M. (2021). Intersectionality, vulnerability and resilience: why it is important to review the diversifications within groups at risk to achieve a resilient community. *Continuity Resilience Review*, ahead-of-p(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/CRR-03-2021-0007>

Clark, C., Mitchell, P. (2020). Avoiding climate Apartheid: Climate Justice as a Necessary Condition for Equitable Transformational Adaptation. In R. C. Brears (Ed.), *The Palgrave Handbook of Climate Resilient Societies* (pp. 1–24). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32811-5_70-1

Commission Mixte International. (2019). *Causes et Impacts des inondations passées dans le bassin du lac Champlain et de la rivière Richelieu*. Déposé par Le Groupe d'étude international du lac Champlain et de la rivière Richelieu. <https://ijc.org/sites/default/files/2020-03/9056-CMI%20Rapport%20public%20FR-FINAL-HR.pdf>

CMM. (2020). *Mémoire de la Communauté Métropolitaine de Montréal sur le projet de loi 67* (Vol. 148). https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2020/10/Memoire_CMM_PL67.pdf

- Daignault, P., Champagne St-Arnaud, V. et Poitras, P. (2018). *Communication de l'action climatique dans un contexte québécois. Portrait psychographique, stratégies de cadrage et mise en oeuvre du projet pilote du média Unpointcinq*. Ouranos. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23683.45609>
- Dang-Tan, T., Ismaila, A., Zhang, S., Zarotsky, V., Bernauer, M. (2015). Clinical, humanistic, and economic burden of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in Canada: a systematic review. *BMC Research Notes*, 8, 464. <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1427-y>
- Demers-Bouffard, D. (2021). *Les aléas affectés par les changements climatiques : effets sur la santé, vulnérabilités et mesures d'adaptation*. <https://www.inspq.qc.ca/publications/2771#:~:text=Les%20maladies%20cardiovasculaires%20ou%20respiratoires,%C3%AAtre%20associ%C3%A9s%20aux%20changements%20climatiques>.
- Doberstein, B., Fitzgibbons, J., Mitchell, C. (2019). Protect, accommodate, retreat or avoid (PARA): Canadian community options for flood disaster risk reduction and flood resilience. *Natural Hazards*, 98(1), 31–50. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3529-z>
- FEMA (2021) Region 3. Reducing Risk in the Floodplain. FEMA, 38 p.
- Fondation David Suzuki, Nature Action Québec, Société Québécoise de phytotechnologie. (2018). *Le rôle des infrastructures naturelles dans la prévention des inondations dans la communauté métropolitaine de Montréal*.
- Généreux, M., Lansard, A.-L., Maltais, D., Gachon, P. (2020). *Impacts des inondations sur la santé mentale des Québécois : pourquoi certains citoyens sont-ils plus affectés que d'autres?* Mon Climat, Ma Santé.
- Gilbert, J , Vellinga, P. (1990). Coastal zone management. *Climate Change: The IPCC Response Strategies. Science (New York, N.Y.)*, 133–158.
- Goldstein, B.E., Wessells, A.T., Lejano, R. et Butler, W. (2015). Narrating resilience: Transforming urban systems through collaborative storytelling. *Urban Studies*, 52(7), 1285-1303.
- Gouvernement du Canada. (2018). *Assurance pour les événements inattendus et les catastrophes*. <https://www.canada.ca/fr/agence-consommation-matiere-financiere/services/assurance/evenements-inattendus-catastrophes.html>
- Gouvernement du Québec. (n.d.). *Aide financière pour propriétaires et locataires sinistrés | Gouvernement du Québec*. <https://www.quebec.ca/securite-situations-urgence/obtenir-aide-sinistre>
- Gouvernement du Québec. (2020a). *Plan de protection du territoire face aux inondations : des solutions durables pour mieux protéger nos milieux de vie*. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications-adm/documents/plan_protection_territoire_inondations/PLA_inondations.pdf?1634924214
- Gouvernement du Québec. (2020b). *Projet de loi n° 67, loi instaurant un nouveau régime d'aménagement dans les zones inondables des lacs et des cours d'eau, octroyant temporairement aux municipalités des pouvoirs visant à répondre à certains besoins et modifiant diverses dispositions*. 67, 1–20. https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/ministere/legislation/pl_67_omnibus_docu

ment_public.pdf

Grenoble-Alpes Métropole. (2017). *Candidature métropolitaine au Grand prix de l'aménagement*.

Haer, T., Botzen, W. J. W. et Aerts, J. C. J. H. (2016). The effectiveness of flood risk communication strategies and the influence of social networks—Insights from an agent-based model. *Environmental Science Policy*, 60, 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.03.006>

IAP2. (2018). Spectrum of Public Participation. IAP2 International Federation. https://iap2.org.au/wp-content/uploads/2020/01/2018_IAP2_Spectrum.pdf

Institut national de santé publique. (n.d.). *Inondations : Des catastrophes coûteuses*. Mon Climat, Ma Santé. <http://www.monclimatmasante.qc.ca/inondations.aspx>

Jean V., Frini A., Boucher M-A., Desjardins R. (2021), Besoins et préférences des futurs utilisateurs de visualisation des prévisions hydrologiques: Résultats d'une recherche qualitative menée auprès des ministères du gouvernement du Québec. Rapport présenté Ouranos. Montréal. Université du Québec à Rimouski. 116p. + annexes.

Kehoe, J. (2021). Ecotourism could help the 'Amazon of North America' recover. Here's how. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/travel/article/the-amazon-of-north-america-is-disintegrating-visit-mindfully>

Kennedy, I. A. (2021). *Presentation - After paradise: inequalities in resource access and resilience after the 2018 camp fire*. Sommet Désastre et Résilience 2021, Montréal.

Kousky, C., Palim, M., Pan, Y. (2020). *Flood Damage and Mortgage Credit Risk: A Case Study of Hurricane Harvey*. <https://doi.org/10.1080/10527001.2020.1840131>

Krawchenko, T., Keefe, J., Manuel, P., Rapaport, E. (2016). Coastal climate change, vulnerability and age friendly communities: Linking planning for climate change to the age friendly communities agenda. *Journal of Rural Studies*, 44, 55–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.12.013>

Kuser Olsen, V. b., Momen, B., Langsdale, S. m., Galloway, G. e., Link, E., Brubaker, K. I., Ruth, M. et Hill, R. I. (2018). An approach for improving flood risk communication using realistic interactive visualisation. *Journal of Flood Risk Management*, 11(S2), S783-S793. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12257>

Label, L., Anderies, J.M., Campbell, B., Folke, C., Hatfield-Dodds, S., Hughes, T.P. et Wilson, J. (2006). Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems. *Ecology and Society*. 11(1). 1-19

Levasseur, E. (2021). *Cohabiter avec l'eau : État des connaissances en matière d'adaptation des bâtiments aux inondations*. Architecture sans frontières Québec (Montréal, Québec). <https://www.asf-quebec.org/cohabiter-avec-leau-2021/>

Lewis, P. (2019). Pour une gestion responsable des zones à risque d'inondations. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications->

adm/documents/plan_protection_territoire_inondations/RAP_comite_scientifique_inondations.pdf?1634924215

- Lieske, D. J. (2012). Towards a Framework for Designing Spatial and Non-Spatial Visualizations for Communicating Climate Change Risks. *GEOMATICA*, 66(1), 27-36. <https://doi.org/10.5623/cig2012-006>
- Lieske, D. J., Wade, T. et Roness, L. A. (2014). Climate change awareness and strategies for communicating the risk of coastal flooding: A Canadian Maritime case example. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140, 83-94. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.04.017>
- Luechinger, S., & Raschky, P. (2009). Valuing flood disasters using the life satisfaction approach. *Journal of Public Economics*, 93(3), 620–633. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2008.10.003>
- Malecki, K. M. C., Keating, J. A. et Safdar, N. (2021). Crisis Communication and Public Perception of COVID-19 Risk in the Era of Social Media. *Clinical Infectious Diseases*, 72(4), 697-702. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa758>
- Marciniak, M. D., Lage, M. J., Dunayevich, E., Russell, J. M., Bowman, L., Landbloom, R. P., Levine, L. R. (2005). The cost of treating anxiety: the medical and demographic correlates that impact total medical costs. *Depression and Anxiety*, 21(4), 178–184. <https://doi.org/10.1002/DA.20074>
- Massé, S., Demers, S., Besnard, C., Buffin-Bélanger, T., Biron, P. M., Choné, G., & Massey, W. (2020). Development of a mapping approach encompassing most fluvial processes: Lessons learned from the freedom space for rivers concept in Quebec (Canada). *River Research and Applications*, 36(6), 947-959.
- Massé, H., Laberge, M., & Massé, G. (2002). L'analyse différenciée selon les sexes au gouvernement du Québec: vers une mobilisation interne et des alliances stratégiques pour l'égalité. *Lien social et Politiques*, (47), 43-54. <https://doi.org/10.7202/000341ar>
- Normandin, Julie-Maude (2019). La sécurité civile en transformation : analyse comparative de la conception et de la mise en œuvre de la résilience face aux désastres. Thèse. École nationale d'administration publique, 526 p
- Neale, T., Farstad, G., Elford, S., Chantler, A., Crawford, E., Guerin, G., Jardine, D. (2013). *Sea Level Rise Adaptation Primer: A Toolkit to Build Adaptive Capacity on Canada's South Coast*. January, 201. <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/resources/slr-primer.pdf>
- Ouazad, A., Kahn, M. (2019). *Mortgage Finance and Climate Change: Securitization Dynamics in the Aftermath of Natural Disasters*. <https://doi.org/10.3386/w26322>
- Parent, É. (2021) Apprendre de la crise sanitaire de la COVID-19 afin d'optimiser la communication des changements climatiques au Québec. Rapport de stage sous la supervision de S.Bleau et M. Généreux, présenté à Ouranos, Montréal, 53 p.

- Penning-Rowsell, E.C. (2013) Flood and Coastal Erosion Risk Management: A Manual for Economic Appraisal. Routledge, 448 p.
- Rother, E. T. (2007). Systematic literature review X narrative review. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20, v-vi. 10.1590/S0103-21002007000200001
- Ryan, K. (2016). Incorporating emotional geography into climate change research: A case study in Londonderry, Vermont, USA. *Emotion, Space and Society*, 19, 5-12. <https://doi.org/10.1016/j.emospa.2016.02.006>
- Saunders-Hastings, P., Barnard, M., Doberstein, B. (2020). *Planned Retreat approaches to support resilience to climate change in Canada*. https://gevityinc.com/sites/default/files/documents/gid_328323.pdf
- Scolobig, A., Prior, T., Schröter, D., Jörin, J. et Patt, A. (2015). Towards people-centred approaches for effective disaster risk management: Balancing rhetoric with reality. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 12, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.01.006>
- Shr, Y. H., Zipp, K. Y. (2019). The aftermath of flood zone remapping: The asymmetric impact of flood maps on housing prices. *Land Economics*, 95(2), 174–192. <https://doi.org/10.3368/LE.95.2.174>
- Tanguay-Hébert, F., Motulsky, B. Lessard, L. (sous presse). Concertation et consultation des parties prenantes sur les impacts et besoins en matière de documentation du risque d’inondations dans l’estuaire fluvial de la région métropolitaine de Québec. Dans Chaire Ecozone (dir.), Un recueil de recherche dans le Saint-Laurent : portrait multidisciplinaire d’un système vital (titre temporaire). Réseau Québec Maritime.
- Thomas, I., Milot, N., Nadeau, M., Perras, C. (2021). *MIEUX VIVRE AVEC L’EAU: ADAPTER NOS MILIEUX DE VIE AUX INONDATIONS*. <https://vivreenville.org/notre-travail/videos/conferences/mieux-vivre-avec-l-eau-adapter-nos-milieux-de-vie-aux-inondations.aspx>
- Trogrlić, R. Š., Rijke, J., Dolman, N., Zevenbergen, C. (2018). Rebuild by design in Hoboken: A design competition as a means for achieving flood resilience of urban areas through the implementation of green infrastructure. *Water (Switzerland)*, 10(5), 553. <https://doi.org/10.3390/w10050553>
- U.S Department of the Interior. (n.d.). *Guidelines on flood adaptation for rehabilitating historic buildings*. <https://www.nps.gov/orgs/1739/upload/flood-adaptation-guidelines-2021.pdf>
- Webster, A., Gagnon-Lebrun, F., Desjarlais, C., Nolet, J., Sauvé, C., Uhde, S. (2008) L'évaluation des avantages et des coûts de l'adaptation aux changements climatiques. Rapport d'ÉcoRessources, remis à Ouranos. 66 p.
- Wiering, M., Kaufmann, M., Mees, H., Schellenberger, T., Ganzevoort, W., Hegger, D. L. T., Larrue, C., & Matczak, P. (2017). Varieties of flood risk governance in Europe : How do countries respond to driving forces and what explains institutional change ? *Global Environmental Change*, 44, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.02.006>
- Wilkin, C. L., Connelly, C. E. (2015). Dollars and sense: the financial impact of Canadian wellness initiatives†. *Health Promotion International*, 30(3), 495–504.

<https://doi.org/10.1093/HEAPRO/DAT070>

Williams, G. P. (1979). Protection des immeubles contre les inondations. *Digeste de La Construction Au Canada, CBD-198F*.

Wolff, E. (2021). The promise of a “people-centred” approach to floods: Types of participation in the global literature of citizen science and community-based flood risk reduction in the context of the Sendai Framework. *Progress in Disaster Science, 10*, 100171. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2021.100171>

Zhang, L., Leonard, T. (2019). Flood Hazards Impact on Neighborhood House Prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics, 58*(4), 656–674. <https://doi.org/10.1007/s11146-018-9664-1>

Ziolecki, A. et Thistlethwaite, J. (2019). Communicating Flood Risk to Canadians: Understanding the Challenges and Developing Best Practices. Findings from a Research Workshop. Partners for Action. https://uwaterloo.ca/partners-for-action/sites/ca.partners-for-action/files/uploads/files/communicating_flood_risk_to_canadians_workshop_report__3.pdf

ANNEXES

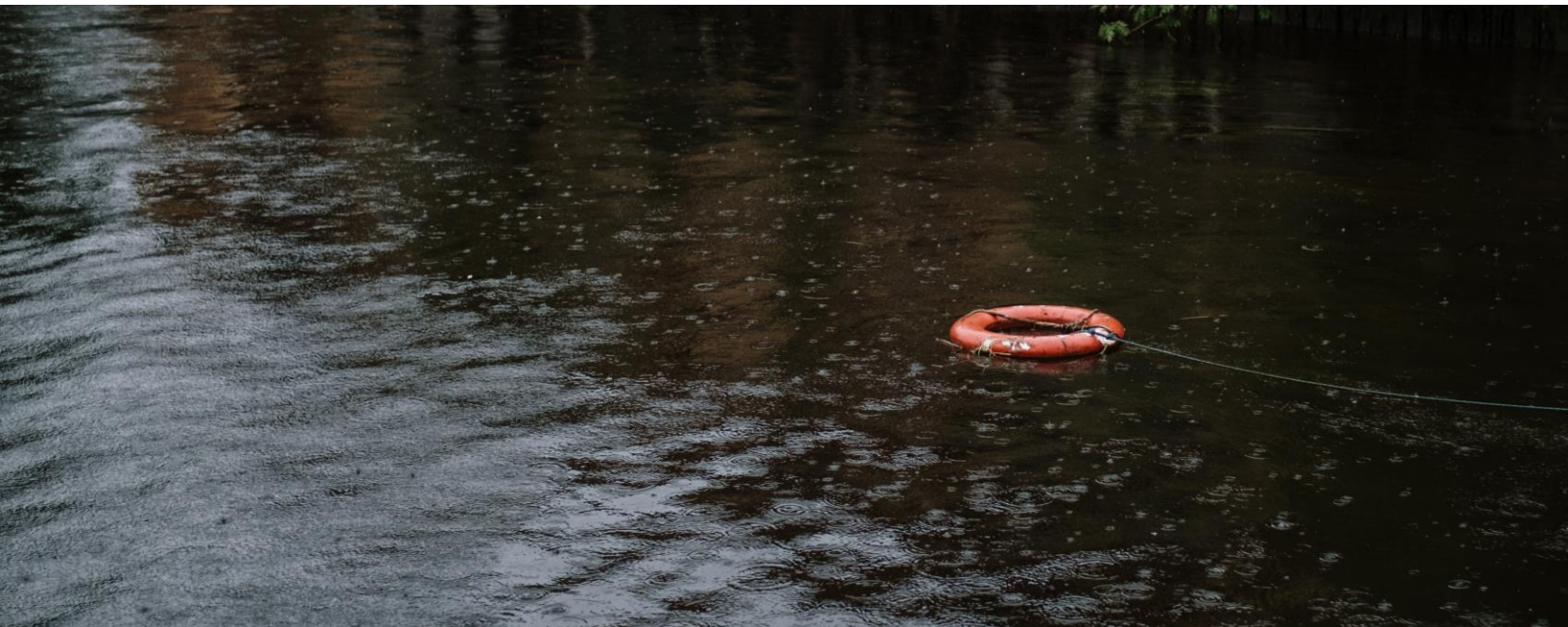
ANNEXE A – LISTE EXHAUSTIVE DES PISTES DE RECHERCHE

Chapitre / Sujet	Pistes de recherche
Enjeux économiques	
Valeur des propriétés	<ul style="list-style-type: none"> • Étudier l'impact de la mise en place de la ZIS sur le prix de vente des propriétés • Faire la validation et le suivi des connaissances scientifiques en étudiant l'impact perçu au Québec suite à la publication de la nouvelle cartographie • Étudier l'impact des mesures d'adaptation du cadre bâti (protection, immunisation, etc.) sur la valeur des propriétés
Primes d'assurances	<ul style="list-style-type: none"> • Approfondir la compréhension des techniques utilisées par les assureurs privés pour établir le niveau de risque permettant de mieux comprendre l'impact spécifique de la publication de la carte. • Étudier l'impact des mesures d'adaptation du cadre bâti (protection, immunisation, etc.) sur le prix des assurances (i.e. comprendre comment ces mesures pourraient réduire le risque pour un terrain, et alors réduire le prix de l'assurance). • Documenter l'évolution des primes pré- et post-cartographie
Hypothèques	<ul style="list-style-type: none"> • Faire la validation et le suivi des connaissances suite à la publication de la cartographie pour mieux identifier les impacts causés par la publication de la nouvelle cartographie.
Fiscalité municipale et aux promoteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Approfondir la compréhension des impacts municipaux et intermunicipaux sur la projection des revenus fonciers liés aux impacts de la publication de la cartographie. • Analyser l'impact des mesures d'adaptation du cadre bâti (protection, immunisation, etc.) sur le marché du développement immobilier. • Inventorier et évaluer des mesures d'adaptation visant l'atténuation des impacts sur les revenus fonciers, comme la réglementation pour la densification du tissu urbain ou des mesures de développement vertical.
Secteur agricole	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluer le coût économique d'ensemble de l'enjeu agricole en zone inondable au Québec

	<ul style="list-style-type: none"> • Approfondir la compréhension des impacts des changements climatiques en zone à risque d'inondation sur la projection des prix et de la disponibilité des terres agricoles. • Étudier les fonctions de dommages des bâtiments agricoles et des mesures d'immunisation pour ces bâtiments. • Évaluer le coût des pertes associées à l'isolement géographique des producteurs agricoles, pour déterminer des seuils de tolérance à l'isolement et des options alternatives • Inventorier les meilleures pratiques de mesures de gestion des risques d'inondations et d'érosion des berges en secteur agricole à l'échelle de la société, notamment mutualisation du risque (public, privé), seuils de tolérance aux dédommagement cumulatif • Évaluation intégrée des nombreux programmes de subvention • Analyser les impacts psychosociaux des agriculteurs touchés par les inondations
Patrimoine	<ul style="list-style-type: none"> • En utilisant la nouvelle cartographie, identifier les bâtiments patrimoniaux à haut risque en zone inondable afin de prévoir des mesures intégrées pour réduire les conséquences sur le patrimoine.
Possibilité écotouristique	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier des critères de possibilité écotouristique optimale en zone inondable et en réaliser la cartographie sur un territoire donné. • Évaluer le potentiel écotouristique en zone inondable comme levier de diversification de l'économie régionale du point de vue macroéconomique. • Développer, tester et évaluer des modèles d'affaires écotouristiques dans des zones urbaines, périurbaines et rurales.
Enjeux sociaux	
Enjeux psychosociaux	<ul style="list-style-type: none"> • Un suivi suite à la publication de la cartographie pourrait permettre le développement de nouvelles connaissances scientifiques au Québec, et valider les connaissances internationales sur ce sujet.
Inégalités	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation d'une Analyse différenciée selon le sexe et intersectionnelle (ADS+) pourrait être utilisée pour mieux comprendre les inégalités créées par les inondations et leur gestion. • Les connaissances sur le bilan des inégalités sociales engendrées par certains aléas hydroclimatiques en évolution, comme les inondations, gagneraient à être améliorées • Évaluer les cadres conceptuels et techniques d'analyse des inégalités • Analyser les approches et mesures d'atténuation des inégalités au sein des solutions d'adaptation de type institutionnel • Outil de suivi de l'efficacité des mesures d'atténuation des impacts sociaux des changements climatiques
Enjeux environnementaux	

Enjeux environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration de la quantification des services écosystémiques dans l'aménagement des zones inondables.
Solutions	
Solutions visant à éviter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planification et aménagement : se familiariser avec les mécanismes permettant d'augmenter la superficie de territoire conservé et de créer des espaces verts dans une approche qui vise à empêcher de manière proactive le développement en zone inondable, (récrétourisme, accès à l'eau) ▪ Exploration du concept d'espace de liberté pour les cours d'eau.
Solutions visant à relocaliser	<ul style="list-style-type: none"> • Dans un contexte de relocalisation, explorer quels seraient les usages moins sensibles qui pourraient contribuer à la vitalité d'un secteur (espace récréotouristique, installations éphémères, parc agricole urbain Développer une méthodologie commune du calcul des bénéfices écosystémiques de la relocalisation. • Évaluer comment atténuer ou supprimer le risque résiduel lié à l'incapacité des ménages de payer pour des assurances complètes.
Solutions visant à accommoder	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovation architecturale et paysager dans la cohabitation avec l'eau, ▪ Améliorer l'accès aux outils de prise de décision pour accélérer l'évaluation de risque (ACA, RROI), ▪ Approche inclusive de développement des «plans de gestion intégrée».
Solutions visant à protéger	<ul style="list-style-type: none"> • Explorer les solutions basées sur la nature (stabilisation végétale, enrochement, etc.) dans une approche de protection pour générer des co-bénéfices environnementaux et responsabiliser la cohabitation avec l'eau. (stabilisation végétale, architecture verte, aménagement paysager, etc.), • Le transfert des coûts amont-aval (partage des coûts), • Explorer les leviers d'écofiscalité.
Solutions basées sur la nature	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer et tester la transférabilité des SNB dans notre climat • Valider les paramètres de quantification des retombées des SNB pour le Québec • S'entendre sur des méthodes standard d'évaluation des SNB, les intégrer dans les mécanismes de divulgation des risques climatiques et des infrastructures vertes
Collaboration et enjeux d'échelle	<ul style="list-style-type: none"> • Le suivi des progrès, défis et facteurs facilitants de l'implantation de la collaboration dans le cadre de la mise en place des bureaux de projet inondations • Exploration des leçons apprises pour le transfert vers la gestion multialéas
Outils d'aide à la décision	
Outils d'aide à la décision	<ul style="list-style-type: none"> • Comparer les ACA avec d'autres outils d'aides à la décision comme l'analyse multicritère pour la prise de décision en adaptation

	<ul style="list-style-type: none"> • Développer des estimations de dommages pour les bâtiments agricoles et patrimoniaux • Développer des évaluations de la valeur actuelle nette sur une base spatiale • Améliorer l'estimation des dommages liés à la gestion des urgences • Développer des estimations d'impacts sur des postes plus complexes comme la dépendance à des marchés internationaux • Améliorer l'analyse de risques résiduels dans une approche multialéas et multicritère • Améliorer la prise en compte d'enjeux sociaux plus complexes comme la cohésion sociale et l'attachement au lieu • Améliorer l'estimation de l'incertitude notamment par des analyses de sensibilité utilisant des techniques de rééchantillonnage statistiques (ex. Monte Carlo) • Valoriser l'utilisation de l'atlas hydroclimatique au sein de la démarche
Communications	
Enjeux liés à la communication	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser comment la communication « préventive » permet de réduire les niveaux de stress et d'anxiété face aux inondations, et favorise l'action citoyenne, le contexte du Québec et des inondations pourrait être étudié. • Communication des risques et innovation sociale • Poursuivre les apprentissages liés à la communication du COVID-19 • Renforcer l'arrimage avec le contexte des changements climatiques • Communication des risques d'inondations et populations vulnérables, notamment les jeunes



550 SHERBROOKE OUEST, TOUR OUEST, 19^e ÉTAGE, MONTRÉAL, QC, CANADA, H3A 1B9 | TÉLÉPHONE 514 282.6464 | TÉLÉCOPIEUR 514 282.7131 | WWW.OURANOS.CA