

Projet relatif à l'encadrement de la réalisation des analyses de risques et de vulnérabilités : pour un aménagement résilient du territoire de la Communauté Métropolitaine de Montréal

novembre 2021



Isabelle Thomas et Anne-Laure Fakiroff

LES CAHIERS DE LA RECHERCHE DE L'OIC



OBSERVATOIRE IVANHOÉ CAMBRIDGE
DU DÉVELOPPEMENT URBAIN ET IMMOBILIER

Université 
de Montréal

Rapport OIC, 08 novembre 2021

Texte préliminaire

Isabelle Thomas
Anne-Laure Fakiroff

Projet relatif à l'encadrement de la réalisation des analyses de risques et de vulnérabilités : pour un aménagement résilient du territoire de la Communauté Métropolitaine de Montréal.

Introduction :

Les risques d'inondation se sont révélés être particulièrement dommageables ces dernières années tant du point de vue humain et environnemental que du cadre immobilier, en particulier en 2011, 2017 et 2019. Ils ont soulevé des enjeux majeurs, concernant à la fois les analyses de risques, les données disponibles et méthodes à développer afin d'assurer une démarche uniforme dans la province du Québec.

Ces réflexions sont menées dans le cadre d'un projet de recherche financé par l'OIC et la Communauté Métropolitaine de Montréal (CMM), concernant les analyses de risques dans le contexte territorial de la CMM et en particulier les villes de Deux Montagnes et de Pointe Calumet.

Quelles sont les analyses nécessaires pour une connaissance approfondie des risques ? Quelles recommandations peuvent être émises, en particulier concernant le cadre bâti afin de favoriser la résilience des territoires ?

I. Mise en contexte et démarche d'analyse

I.i Des territoires de plus en plus affectés par le risque d'inondation

Nos sociétés font face à des enjeux d'inondation à toutes les échelles. Le Québec a connu des inondations en 2011, 2017 et 2019. Il existe différents types d'inondation, parmi elles les inondations en eau libre, les pluies intenses, les embâcles, les ruptures d'ouvrages, les submersions marines, le frasil... Ces inondations imposent un nécessaire changement au niveau de la gestion des risques. Les ministères, la Communauté métropolitaine de Montréal et plusieurs municipalités ont ainsi réfléchi et avancé vers la mise en œuvre et le renforcement de la résilience du territoire. Des politiques de transition et d'adaptation ont été élaborées. L'adoption de nouvelles politiques va de pair avec la révision du cadre réglementaire québécois en matière de gestion des inondations. On a constaté qu'à la suite des inondations de 2017, le ministère de la Sécurité publique a publié un an plus tard le Plan d'action en matière de sécurité civile relatif aux inondations. Ce plan a pour objectif de renforcer la prévention, la préparation, la connaissance et la gestion du rétablissement vis-à-vis du risque d'inondation.

De même, suivant les inondations de 2019, le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation a publié en 2020 le Plan de Protection du territoire face aux inondations. Celui-ci insiste sur quatre axes d'intervention qui consistent à cartographier en zones inondables, à actualiser l'encadrement réglementaire, améliorer les processus de planification et d'intervention mais aussi favoriser la connaissance et la communication en lien avec la gestion des risques d'inondation.

Par ailleurs, le projet de loi 67 du gouvernement propose un nouveau régime encadrant l'aménagement du territoire en zone inondable. Il vise notamment à attribuer au gouvernement du Québec et aux MRC des pouvoirs réglementaires élargis et renforcés.

Enfin, on constate que la mise en place de bureaux de projets regroupant plusieurs bassins versants montre la détermination du gouvernement de gérer l'aléa de manière cohérente.

Concernant la CMM, elle a actualisé en juin 2020 les cartes d'inondation sur l'ensemble de son territoire. L'approfondissement de la connaissance des risques lui permet de développer des outils d'adaptation et des propositions pour un cadre réglementaire pertinent. Les mesures mises en place à travers ces outils visent à entraîner une réduction de la vulnérabilité et donc à protéger les populations et leurs biens.

I.ii L'importance d'utiliser un vocabulaire et des concepts communs

Le risque

Il s'agit dans un premier temps de définir le risque. Patrick Pigeon le décrit comme la probabilité d'occurrence de dommages compte tenu des interactions entre processus physiques d'endommagement (aléas) et facteurs de peuplement (vulnérabilité). Tchékémian montre qu'initialement, il se traduit par l'équation : $\text{aléa} \times \text{vulnérabilité}$ même si aujourd'hui le risque englobe l'aléa, la vulnérabilité, les enjeux et la capacité de réponse ou la résilience.

On remarque qu'historiquement, l'étude de l'aléa a été favorisée par rapport à celle de la vulnérabilité puisque pendant longtemps la gestion du risque passait en fait par celle de l'aléa. Le risque était abordé dans sa naturalité, comme un phénomène naturel ou géodynamique interne.

L'aléa :

En ce qui concerne l'aléa, le ministère de la sécurité publique du Québec le définit comme un phénomène, une manifestation physique ou une activité humaine susceptible d'occasionner des pertes en vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement. Picon et Allard l'appréhendent notamment comme la probabilité d'occurrence d'un phénomène, de l'intensité de celui-ci et de sa durée dans l'espace. Il est donc issu de facteurs qui ne peuvent être entièrement maîtrisés par l'homme et met en avant les vulnérabilités existantes au sein d'une société affectée. On se concentre ici sur l'aléa inondation. La méthode développée par l'équipe ARIACTION afin d'établir un diagnostic de la vulnérabilité implique une analyse de la vulnérabilité sociale, de la vulnérabilité territoriale et de l'accessibilité. Une démarche rigoureuse et systématique permet de comprendre les enjeux de chaque territoire.

La vulnérabilité

Une définition communément admise de la vulnérabilité la décrit comme propension d'une société donnée à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique. Cette propension est amenée à varier selon le poids de certains facteurs.

Le ministère de la sécurité publique affirme que c'est une condition résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux qui prédispose les éléments exposés à la manifestation d'un aléa à subir des préjudices ou des dommages.

La vulnérabilité résulte de la combinaison exposition – sensibilité. En effet, l'exposition est liée aux paramètres climatiques tandis que la sensibilité est une composante qui permet de définir le degré d'affectation positive ou négative d'un système selon son exposition au changement climatique. Il existe notamment une sensibilité sociale et territoriale.

Il existe des enjeux lorsque l'on réalise des diagnostics de vulnérabilité. Ces diagnostics permettent de réfléchir aux opportunités d'aménagement résilient adapté aux réalités locales. Les analyses multi-critères permettent de réduire la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques à travers des mesures d'adaptation. Pour atteindre la durabilité, il faut passer par une régulation à travers la coordination de politiques publiques, des mesures d'atténuation des gaz à effet de serre et d'adaptation face à la vulnérabilité et au risque, ce qui amène à la transition énergétique et à un renforcement de la résilience.

L'équipe a notamment développé 14 critères caractérisant la ville résiliente. Celle-ci doit être réfléchie, robuste, redondante, inclusive, intégrée, flexible, éducative, autonome, compatible, équitable, transparente, rigoureuse, innovante et diversifiée.

I.iii. Une démarche de recherche complète

La démarche de recherche comprend diverses étapes et la triangulation de plusieurs types de données. La revue de littérature empirique et théorique facilite la compréhension des termes et concepts clés. Par ailleurs, elle permet de faire le point sur les méthodes d'analyse de risque dans des contextes diversifiés.

Une revue de littérature sur les outils et démarches d'analyse de risques vise à comprendre tant les démarches statistiques, cartographique que les étapes nécessaires à des diagnostics de risques à l'international. La recherche et l'utilisation de données statistiques et SIG aident à cartographier les enjeux liés aux risques sur certains territoires de la CMM.

Enfin, des entretiens semi-dirigés avec plusieurs experts ont facilité l'élaboration et la validation de recommandations concernant les enjeux et opportunités liés aux risques d'inondation concernant la sécurité des personnes et des biens mais également l'aménagement résilient des territoires.

II. Qu'apprendre des cas internationaux

II.i. Une réglementation spécifique pour les zones inondables françaises

La commission européenne a adopté en 2007 la directive inondation relative à la gestion du risque d'inondation des États membres de l'Union-Européenne. Elle a pour objectif d'instaurer

un cadre général visant à réduire l'impact des inondations sur les populations, l'économie d'un territoire, son environnement, son patrimoine. Elle a été transposée dans le droit français avec l'adoption de la Loi d'engagement national pour l'Environnement (LAE) en 2010.

L'État français a, parallèlement à la mise en œuvre de cette directive, adopté une stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (SNGRI) qui pose trois objectifs :

- 1) Augmenter la sécurité des populations exposées
- 2) Stabiliser à court terme et réduire à moyen terme, le coût des dommages liés à l'inondation
- 3) Raccourcir fortement le délai de retour à la normale des territoires sinistrés

En France on dénombre 122 territoires à risque d'inondation. Ce sont des zones au sein desquelles les enjeux exposés à une inondation sont les plus importants. Les TRI font l'objet d'une cartographie précise.

Par ailleurs, un outil très important dans la gestion du risque d'inondation est le Plan de Prévention des Risques inondation qui vise la maîtrise de l'urbanisation en zone inondable afin de réduire la vulnérabilité des personnes et des biens. Il permet d'identifier des zones à risque et le niveau d'aléa associé, d'interdire toute nouvelle construction dans les zones où les aléas sont les plus forts, de réduire la vulnérabilité des constructions existantes et futures, et de protéger les zones d'expansion de crue afin de ne pas aggraver le risque.

Le PPRI se compose notamment de cartes des aléas, des enjeux présents sur le territoire et du zonage réglementaire. Il se voit associer un règlement qui impose des prescriptions. Ces prescriptions sont relatives à l'aménagement du territoire en interdisant, en autorisant, ou en autorisant sous condition. Le PPRI peut également impliquer l'élaboration des diagnostics de vulnérabilité sur le bâti existant ou imposer des prescriptions constructives pour les nouveaux logements autorisés en zone inondable. Un référentiel de vulnérabilité a d'ailleurs été constitué pour guider les analyses.

Il existe un classement par typologie d'occupation des sols avec les zones d'aléa. Le zonage comprend différentes zones d'occupation des sols avec plusieurs niveaux d'aléas. Pour chaque typologie d'occupation des sols, le niveau d'aléa se voit attribuer des normes spécifiques et adaptées à chaque zone. La classification des niveaux d'aléas qui est réalisée en fonction de l'occupation des sols est un élément fondamental pour l'analyse de risque et de vulnérabilités. Cette classification implique l'aléa inondation en eau libre ainsi que les enjeux liés aux possibles défaillances des ouvrages de protection contre les inondations.

Les programmes d'actions contre les inondations (PAPI) utilisent également des diagnostics de risques pour la mise en œuvre de stratégies d'adaptation aux inondations pertinentes pour les territoires analysés.

II.ii. Une méthode d'analyse séquentielle complexe au Royaume-Uni

Le Royaume-Uni apporte également des éléments intéressants. En effet, il adopte une démarche séquentielle pour encadrer la gestion du risque inondation. Le processus itératif est pertinent. Toute décision relative à l'implantation d'un développement dans un contexte de

risque d'inondation se fonde sur cette méthode d'évaluation composée de différentes étapes :

- Assess : concernant la compréhension du risque
- Avoid : consiste à éviter le danger
- Mitigate : Processus de gestion visant la réduction de la vulnérabilité du développement et du risque

Deux tests doivent être réalisés :

Le premier est le test séquentiel qui comprend trois étapes pour déterminer si le développement projeté est approprié au risque d'inondation :

- Application stratégique et étude de la vulnérabilité du développement
- Définition de la base de données probantes
- Application du test

Le second est le test d'exception qui comprend trois exigences :

- Démonstration selon laquelle le développement offre d'importants avantages de durabilité à la communauté et que ces derniers compensent le risque
- Implantation du développement sur des terres déjà aménagées et développées. Dans le cas contraire, il convient de s'assurer qu'il n'existe pas d'autre site adapté et aménageable situé dans un secteur anciennement développé.
- Démonstration selon laquelle le développement envisagé sera sécurisé et n'aura pas pour effet d'augmenter le risque d'inondation mais tendra au contraire à le réduire

Notre travail tient compte des éléments présentés dans les contextes français et anglais afin de les adapter au contexte québécois et notamment à celui de la CMM.

III. Qu'apprendre du contexte de la CMM ?

Afin de comprendre les enjeux liés aux inondations d'un territoire, il est important d'en connaître le contexte. Les cartes présentées ci-dessous sont des prototypes d'outils nécessaires à la production de diagnostics de risque. Une analyse stricte de la vulnérabilité n'a pas été menée, l'objectif étant dans le cadre de cette recherche de mettre en exergue les principaux enjeux des territoires.

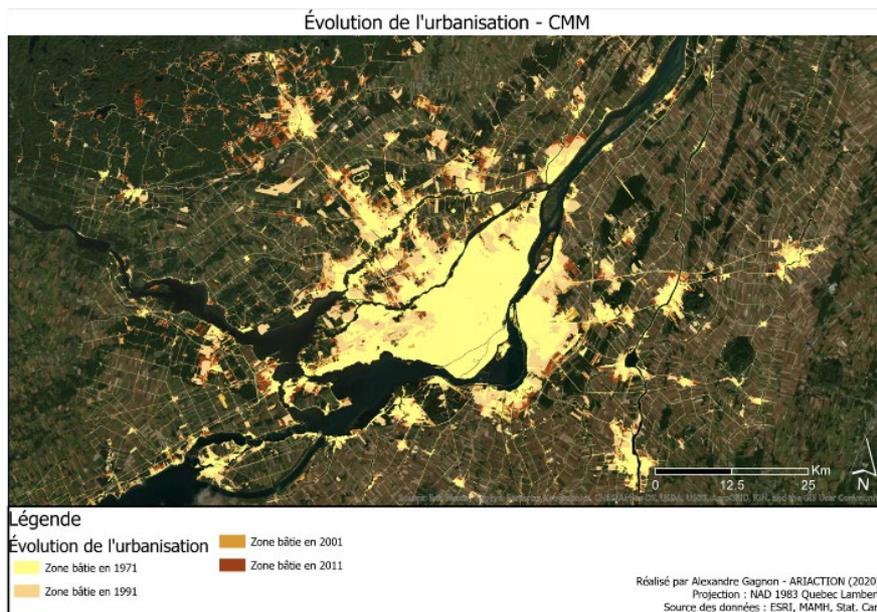


Figure 1 : Évolution de l'urbanisation de la CMM

Sur la figure 1, on peut observer l'évolution de l'urbanisation de la CMM. On réalise que dans les années 70, les rives étaient déjà très occupées. L'étalement urbain a entraîné l'installation de populations à proximité de cours d'eau à risque, mais également une fragmentation administrative. Par ailleurs, la villégiature et les chalets ont été progressivement remplacés par des résidences principales dans des zones à risque d'inondation élevé. La fragmentation administrative doit être prise en compte pour une gestion intégrée de l'ensemble du territoire.

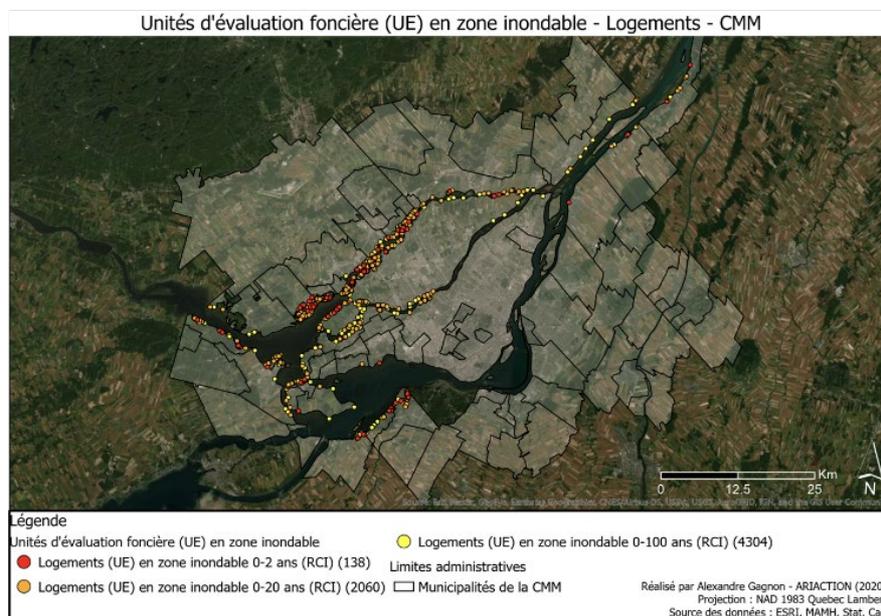


Figure 2 : Logements en zone inondable, CMM

La figure 2, relative aux unités d'évaluation foncière en zone inondable montre l'existence d'un nombre important de logements au bord de la rivière des Mille-îles en zone inondable 0-2 ans et 0-20 ans, tandis qu'un nombre conséquent de logements implantés au bord de la rivière des prairies se situent en zone inondable 0-20 ans et 0-100 ans.

Le risque encouru est donc plus important pour les logements proches de la rivière des Mille-îles que pour la rivière des Prairies.

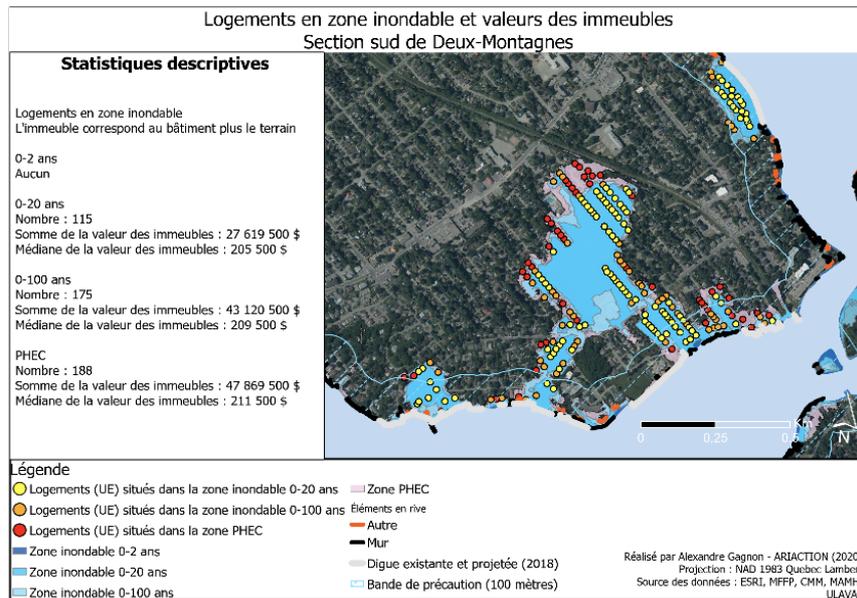


Figure 3 : Logements et valeurs des immeubles en zone inondable, ville de Deux-Montagnes

La figure 3 expose les logements en zones inondables et leur valeur. Il est crucial de développer des infrastructures afin de protéger cet habitat déjà construit et à risque. Il est également nécessaire d'accompagner les citoyens dans l'adaptation de leur logement par une communication transparente sur le niveau de risque et les moyens de s'adapter.

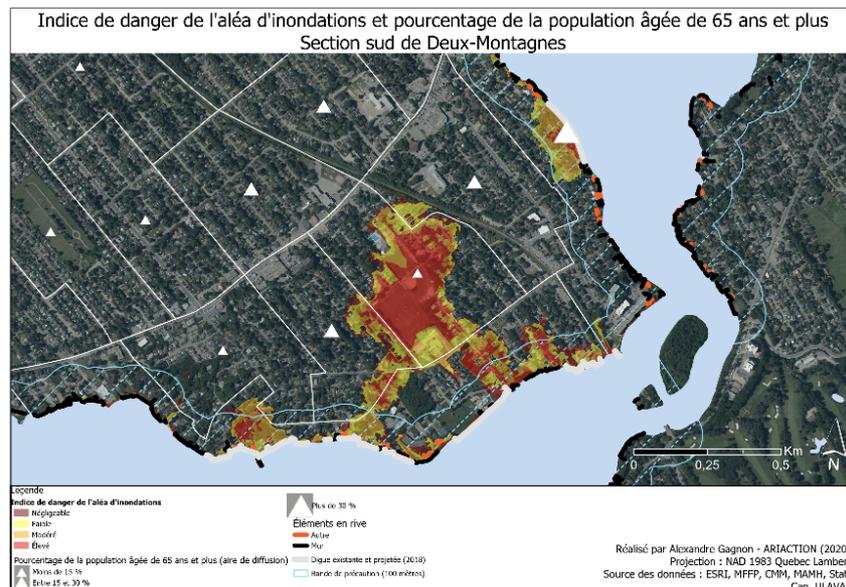


Figure 4 : Indice de danger de l'aléa inondations, ville de Deux-Montagnes

La figure 4 présente un exemple d'indice de danger de l'aléa inondation. Cet indice sera à modifier quand les nouvelles normes du MELCC seront rendues publiques. La carte montre l'importance de la population de plus de 65 ans dans des zones à risque, population vulnérable qui doit être préparée au risque.

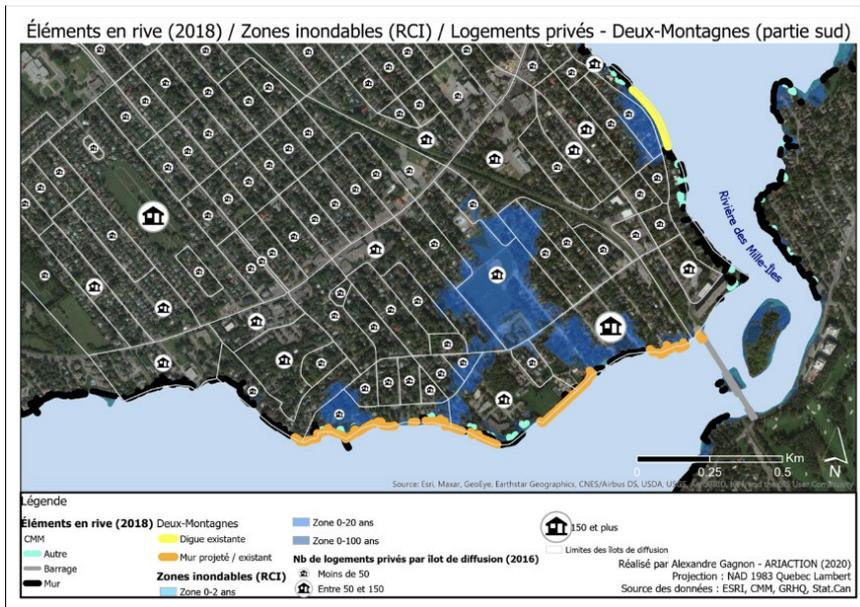


Figure 5 : Éléments vulnérables en zone inondable, ville de Deux-Montagnes

La figure 5 est un exemple d'incorporation d'éléments de sensibilité sociale et territoriale à l'aléa inondation. Elle met notamment en avant le nombre de logements privés par îlot de diffusion en zone inondable et le fait que les bords de rive de Deux-Montagnes sont protégés par une digue, un barrage et divers murs. Il s'agit donc de tenir compte de l'existence de ces ouvrages en raison du fait qu'ils peuvent accentuer le risque d'inondation. Il apparaît également fondamental de les gérer de manière systémique.

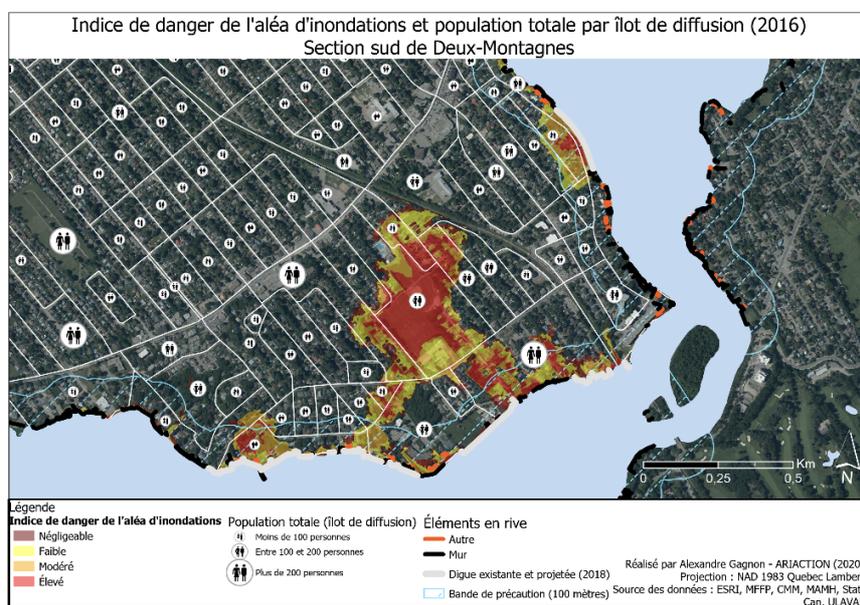


Figure 6 : Indice de danger et population totale

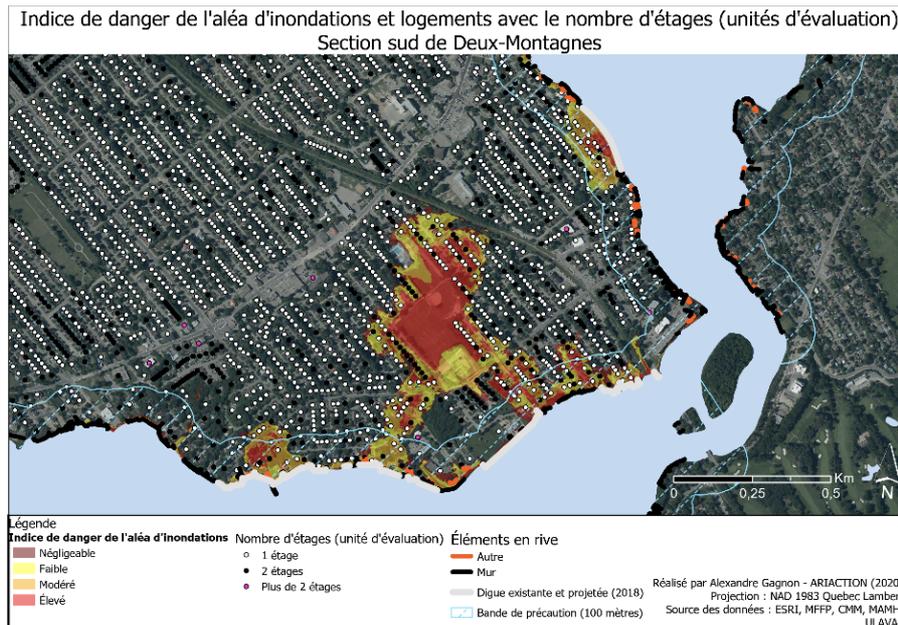


Figure 7 : Indice de danger et nombres d'étages par logement

Les figures 6 et 7 montrent l'importance de la population totale dans les zones à risque. Par ailleurs, la figure 6 permet de visualiser les endroits où les enfants de moins de 14 ans sont concentrés. Si on la compare à la figure 7, on réalise que plusieurs logements n'ont qu'un étage. Il faudrait ajouter des informations sur les chambres dans les sous-sols. Rappelons que tant l'indice de danger que la bande de précaution derrière la digue sont fictifs. Néanmoins, ces cartes présentent des prototypes nécessaires aux diagnostics de vulnérabilité de risques qui doivent s'accompagner de restrictions règlementaires.

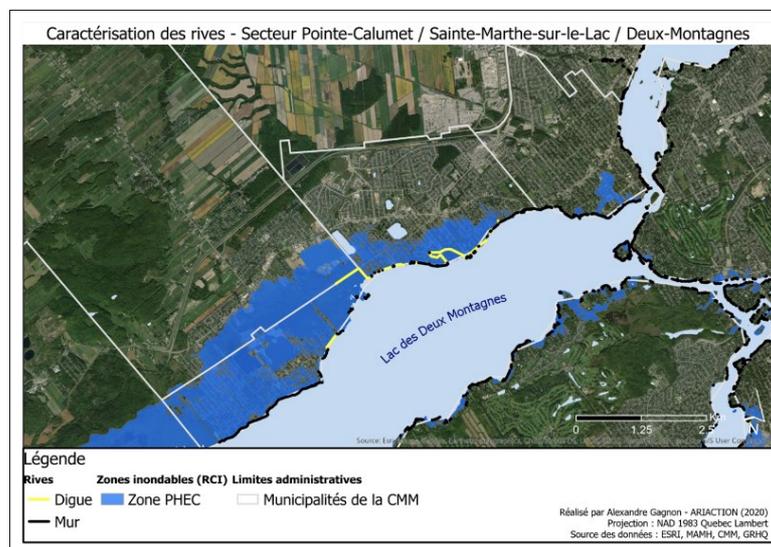


Figure 8 : Caractérisation des rives

La plus haute eau connue correspond aux plus importantes hauteurs de submersion historiques atteintes. La figure 8 montre l'emplacement des digues et des murs. On constate que tous les bords de rive ne sont pas entièrement protégés par les ouvrages, ce qui peut entraîner une infiltration rapide de l'eau en cas de crue. Il s'agit de tenir compte dans le cadre règlementaire des enjeux et risques liés aux digues. De plus, il est fondamental d'intégrer des

ouvrages de protection qui répondent à une logique systémique. En effet, la conjonction d'un mur, d'une digue ou autre ouvrage constitue un système. On doit donc penser les ouvrages en système et non les traiter par section. Il est indispensable d'avoir des scénarii de bris de digue et une cartographie des zones de dissipation d'énergie à l'instar de ce que produit la France afin de pouvoir anticiper les crises et permettre un aménagement du territoire résilient.

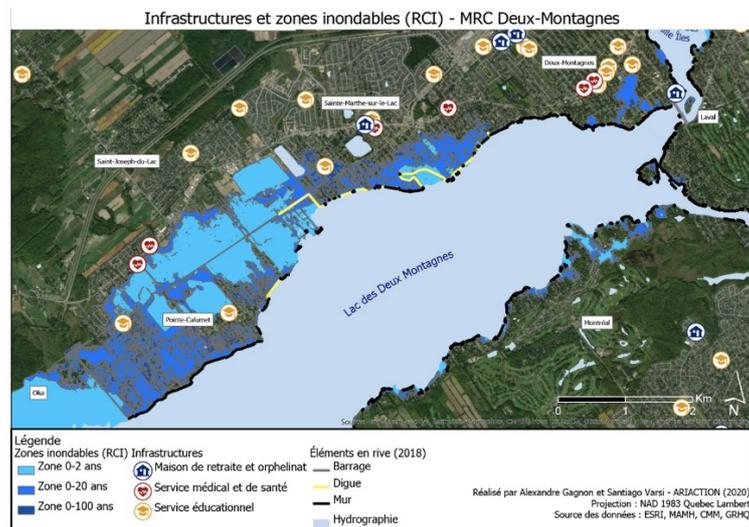


Figure 9 : Infrastructures et zones inondables, MRC

La figure 9 expose plusieurs infrastructures sensibles en zone inondable dans la MRC Deux-Montagnes et est un exemple de cartographie de la vulnérabilité territoriale. On note ici, une forte présence des zones inondables 0-2 ans et 0-20 ans au bord du Lac des Deux Montagnes, mais également un nombre important de services éducationnel, médical et de santé. De nombreux murs et digues ont également été élevés. Cela dit, il est important de les considérer en système tant pour leur gestion que pour leur maintenance. Par ailleurs, il est pertinent de ne pas avoir de vide entre deux digues puisque cela pourrait avoir des répercussions dramatiques en cas de crise liée à des inondations majeures.

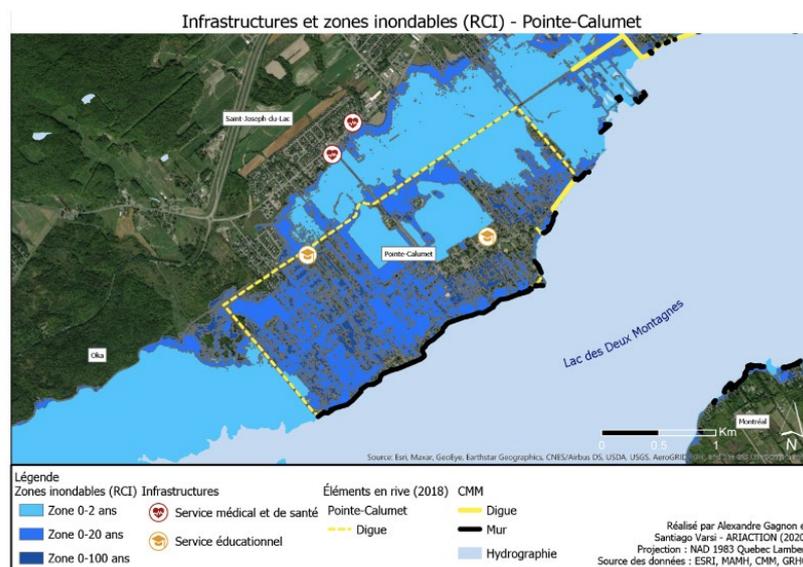


Figure 10 : Infrastructures et zones inondables, Pointe Calumet

Cette carte expose les infrastructures existantes de Pointe-Calumet. On note la forte présence de murs et de digues censés protéger les zones inondables de 0-2 ans et 0-20 ans. Les services médicaux et de santé sont à la limite de la zone inondable 0-20 ans et semblent n’avoir accès qu’à une voie d’évacuation en cas d’inondation, ce qui peut poser un problème majeur. Ainsi, la question de l’accessibilité aux infrastructures de santé et éducationnel de même qu’aux nombreux logements se pose. En cas d’inondation, parfois profonde, l’accès aux véhicules de police et de pompiers peut être empêché ou rendu complexe.

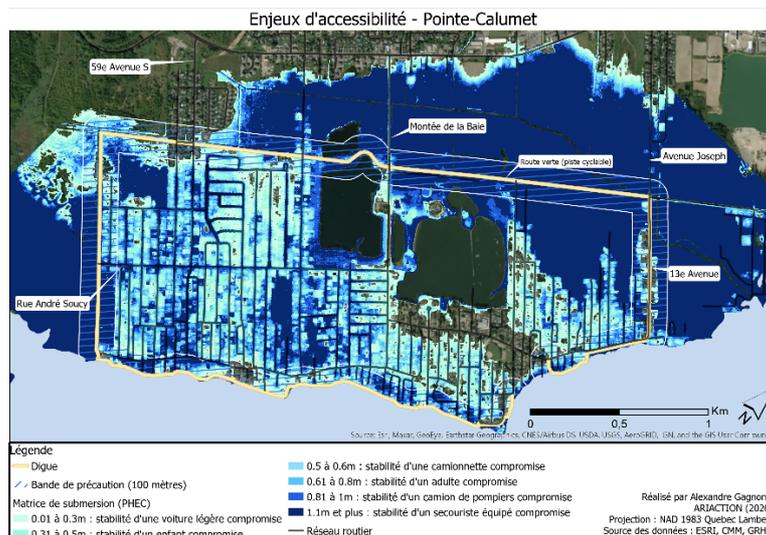


Figure 11 : Pointe Calumet et les enjeux d’accessibilité

La figure 11 montre l’enjeu particulier d’accessibilité auquel est confrontée la municipalité de Pointe-Calumet. En effet, il n’existe qu’un accès pour évacuer les personnes en cas d’inondation. Le problème majeur de cette collectivité est l’accessibilité puisque pour l’instant, en cas d’inondation, il n’y a qu’une sortie pour 7000 résidents.

Les cartes présentées dans cette partie illustrent des exemples de prototypes nécessaires dans une approche de gestion par le risque.

IV. Orientations et recommandations

L’analyse croisée des documents, cartographies et entrevues nous amène à porter une réflexion en lien avec le tableau de la liste des vulnérabilités qui suit. Ce dernier est notamment inspiré du référentiel national de vulnérabilité aux inondations français publié en 2016.

<p>Objectif 1</p> <p>Garantir la sécurité des personnes et des biens</p> 	<p>Objectif 1</p> <p>Garantir la sécurité des personnes et des biens</p>	<p>Axe 1 : Exposition des populations au risque d'inondation</p> <p>Axe 2 : Dangers liés à l'exposition des personnes et bâtiments</p>
<p>Objectif 2</p> <p>Favoriser la réduction des dommages</p> 	<p>Objectif 2</p> <p>Favoriser la réduction des dommages</p>	<p>Axe 3 : Exposition des infrastructures et réseaux sur le territoire</p> <p>Axe 4 : Prise en compte de l'enjeu d'accessibilité pour les populations et infrastructures</p>
<p>Objectif 3</p> <p>Promouvoir un aménagement résilient</p> 	<p>Objectif 3</p> <p>Promouvoir l'adoption de pratiques et aménagements résilients</p>	<p>Axe 5 : Atteinte à l'environnement</p> <p>Axe 6 : Capacité à renforcer la culture du risque</p>

Réalisé par l'équipe **ARLACTIN** / Isabelle Thomas, Anne-Laure Fakiroff, Aglaé Casault

Réalisé par l'équipe **ARLACTIN** / Isabelle Thomas, Anne-Laure Fakiroff, Aglaé Casault

Figure 12 : Les objectifs et axes proposés

Sur la figure 12, les objectifs se déclinent en axes. Par exemple l'objectif 1 visant à garantir la sécurité des biens et des personnes a été divisé en deux axes : le premier concerne l'exposition des populations au risque d'inondation tandis que le deuxième se penche sur les dangers liés à l'exposition des personnes mais aussi des bâtiments.

Les axes sont eux même divisés en sources de vulnérabilités. Des indicateurs précis ont été élaborés pour chaque source mais ceux-ci ne seront pas présentés ici.

Ces éléments permettent de construire des diagnostics robustes et précis des vulnérabilités sur des territoires spécifiques.

Après l'élaboration d'un tableau permettant de mener des analyses de vulnérabilité, des fiches synthèses ont été élaborées. Elles présentent des recommandations basées tant sur la littérature, les entretiens effectués que les cartes réalisées pour comprendre les enjeux du contexte de la CMM ou tout simplement pour donner appuyer l'argumentaire par des exemples. Nous en avons sélectionné quelques-unes. Les fiches sont élaborées en fonction des objectifs de la figure 12. Trois fiches ont été sélectionnées comme exemple.

FICHE 2 | RÉDUIRE L'EXPOSITION DES POPULATIONS AU RISQUE D'INONDATION

Garantir la sécurité des personnes et biens

Entretiens
Pascale Biron
Marielle Chenesseau
Arnaud Clément

Objectif 1 Objectif 2 Objectif 3

Contenu
Afin de réduire l'exposition des populations au risque d'inondation, un approfondissement des connaissances en la matière est fondamental. Les inondations, conséquence de multiples phénomènes, sont pourtant fréquemment abordées uniquement à travers la catégorie de l'aléa eau libre et non selon les autres formes qu'elles peuvent prendre telles que les embâcles, les refoulements d'égout, etc. Un diagnostic territorial est nécessaire pour identifier et localiser les personnes les plus vulnérables, les zones sensibles du territoire mais aussi cibler les enjeux et solutions adaptées à la catégorie d'inondation concernée. L'acquisition de données peut être réalisée à travers les capteurs de télédétection laser ou LIDAR. La précision de cet outil favorise le développement d'un modèle numérique de terrain avec une meilleure délimitation de l'aléa. L'élaboration ainsi que la mise à jour de la cartographie des zones inondables et à risque d'inondation doit également se faire de manière uniforme. À ces cartes pourront être associées des normes spécifiques d'aménagement appropriées au degré de risque d'inondation.

Le développement urbain sera ainsi orienté en fonction du degré de risque d'inondation très fort, fort, modéré, ou faible. Un zonage réglementaire est recommandé en utilisant une gestion par le risque afin de distinguer les différentes zones à risque et usages associés permis ou prohibés. Ainsi, les outils de planification devront intégrer ces nouvelles normes. Le projet de Loi n°67 ressert la réglementation en ce sens, en renforçant notamment les pouvoirs réglementaires du gouvernement provincial (réglementation relative aux permis de construction, aux zones non cartographiées à la délimitation des zones inondables etc). Restaurer des systèmes, outils et équipements permettant de surveiller, contrôler en temps réel, réaliser des observations et faire des prévisions (station et échelle afin de mesurer les fluctuations du niveau de l'eau, satellite, radar, programme informatique, capteurs, détecteurs, outils d'analyse) permet d'anticiper tout risque d'inondation et favorise ainsi la sécurité des personnes et des biens. Il est par ailleurs fondamental de faire une distinction entre les zones urbanisées et les zones non urbanisées. Au sein des zones urbanisées, il convient de différencier les centres urbains denses et les zones urbanisées en périphérie. Ainsi, les prescriptions pour un nouveau site seront différentes selon sa localisation. Par ailleurs, pour réduire l'exposition de la population, les nouveaux projets seront soumis à une analyse incrémentale qui devra en prouver la conformité.

FICHE 2

Exemples

Synthèse pour l'établissement du zonage réglementaire

Aléa	faible ou modéré	fort	très fort
Zones urbaines	Centre urbain Les constructions nouvelles sont soumises à prescriptions	Sont soumises à prescriptions : • Les constructions nouvelles dans les densités croissées ; • Les constructions nouvelles dans le cadre d'opération de renouvellement urbain, avec réduction de la vulnérabilité Toute autre construction nouvelle est interdite	Sont soumises à prescriptions : • Les constructions nouvelles dans le cadre d'opération de renouvellement urbain, avec réduction de la vulnérabilité Toute autre construction nouvelle est interdite
Zones non urbanisées	Zone urbanisée hors centre urbain Les constructions nouvelles sont soumises à prescriptions	Sont soumises à prescriptions : • Les constructions nouvelles dans le cadre d'opération de renouvellement urbain, avec réduction de la vulnérabilité Toute autre construction nouvelle est interdite	Toute construction nouvelle est interdite

Extrait du « Décret PPI - Modalités d'application » par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2019

Recommandations

- Renforcer la réglementation des zones à risque d'inondation et différencier l'exposition du cadre bâti selon sa densité;
- Adapter les usages en fonction du degré de risque;
- Déployer des outils cartographiques et de surveillance des risques d'inondation sur les territoires exposés et assurer d'avoir des caractéristiques présentées de manière désagrégée;
- Établir des prescriptions robustes pour assurer une urbanisation résiliente dans les zones constructibles inondables.

Figure 13 : Recommandation de réduction de l'exposition des populations au risque d'inondation

FICHE 3 | PROTÉGER LES BIENS ET LES BÂTIMENTS À TRAVERS LE RENFORCEMENT DE LA CONNAISSANCE DE LA VULNÉRABILITÉ DU TERRITOIRE

Garantir la sécurité des personnes et biens

Entretiens
Pascale Biron
Marielle Chenesseau
Arnaud Clément

Objectif 1 Objectif 2 Objectif 3

Contenu
Documenter la vulnérabilité sociale et territoriale est une mesure nécessaire pour pouvoir protéger les biens et bâtiments d'un territoire exposé au risque d'inondation. Les diagnostics de vulnérabilité doivent être réalisés de manière systématique sur les territoires à risque. Ainsi, ces derniers favorisent une meilleure compréhension des caractéristiques et dynamiques du territoire et donc une bonne appréhension de l'aléa inondation.

Deux composantes de la vulnérabilité sont essentielles, à savoir la vulnérabilité territoriale et la vulnérabilité sociale, auxquelles s'ajoute la capacité d'adaptation de la population. Par ailleurs, il est également nécessaire de connaître les enjeux concernant l'accessibilité. Ces diagnostics permettent de localiser et d'évaluer la configuration des infrastructures existantes. L'acquisition de données relatives aux usages du bâti, à la superficie occupée ou à la densité des infrastructures fait partie intégrante de l'étude de vulnérabilité. En déterminant quelles infrastructures critiques sont directement exposées et constituent une source de vulnérabilité, les diagnostics individuels de vulnérabilité des bâtiments permettent de cibler les travaux nécessaires à leur sécurité.

Grâce à ces diagnostics, les habitants et propriétaires d'infrastructures essentielles exposés peuvent adopter des mesures de prévention et d'adaptation. Ils peuvent consolider et protéger la structure des édifices, transférer les habitants légers dans des zones où le risque est moindre, assurer une révision régulière de l'état des bâtiments et respecter ou réviser certains critères de construction au sein d'une zone exposée à un aléa selon des normes architecturales préétablies.

Des routes alternatives ou d'évacuation peuvent être planifiées et anticipées pour assurer l'accessibilité des professionnels de secours aux zones à risque. Les acteurs locaux doivent surtout adopter des règles régissant l'occupation du sol dans les zones exposées avec des normes d'immunité et des densités maximales d'occupation du sol. Des diagnostics individuels des établissements patrimoniaux doivent également être réalisés. Si nécessaire, une mesure visant à déplacer les bâtiments patrimoniaux les plus exposés devrait être considérée. Du moins, il faudra exécuter des travaux d'aménagement résilient permettant la préservation et la mise en valeur du patrimoine bâti et paysager, visant à adapter les bâtiments patrimoniaux et à en réduire la vulnérabilité mais également élaborer des plans de sauvegarde et préservation des bâtiments, biens patrimoniaux, et archives.

Lorsqu'elles disposent des ressources suffisantes pour le faire, les municipalités ont également la possibilité de prévenir tout risque en relocalisant les bâtiments les plus vulnérables.

FICHE 3

Logements en zone inondable et valeurs des immeubles
Section sud de Deux-Montagnes

Statistiques descriptives

Logements en zone inondable
Immobilier enregistré au bâtiment plus le terrain

0-2 ans
Moyenne : 120
Somme de la valeur des immeubles : 17 619 500 \$
Moyenne de la valeur des immeubles : 149 330 \$

3-10 ans
Moyenne : 115
Somme de la valeur des immeubles : 43 110 500 \$
Moyenne de la valeur des immeubles : 375 743 \$

MRC
Moyenne : 188
Somme de la valeur des immeubles : 47 868 500 \$
Moyenne de la valeur des immeubles : 253 556 \$

APRÈS
Logements (LÉ) situés dans la zone inondable 0-20 ans : 1000 MRC
Logements (LÉ) situés dans la zone inondable 20-100 ans : 1000 MRC
Logements (LÉ) situés dans la zone MRC : 1000 MRC
Zone inondable 0-2 ans : 1000 MRC
Zone inondable 20-100 ans : 1000 MRC
Zone inondable 100 ans : 1000 MRC

Statut par Annuaire Sogre : 1000 MRC
Statut par Annuaire Sogre : 1000 MRC
Statut par Annuaire Sogre : 1000 MRC
Statut par Annuaire Sogre : 1000 MRC

Infrastructures et zones inondables (RCI) - MRC Deux-Montagnes

Logement (LÉ) 0-2 ans
Logement (LÉ) 20-100 ans
Logement (LÉ) 100 ans
Zone inondable 0-2 ans
Zone inondable 20-100 ans
Zone inondable 100 ans
Statut par Annuaire Sogre : 1000 MRC
Statut par Annuaire Sogre : 1000 MRC
Statut par Annuaire Sogre : 1000 MRC
Statut par Annuaire Sogre : 1000 MRC

Ces cartes présentent des exemples qui témoignent de l'importance d'avoir des informations complémentaires pour établir des diagnostics de vulnérabilité.

Exemples
La municipalité de Saint-Raymond qui a subi des inondations récurrentes liées aux embâcles, a transféré dans une zone plus sécuritaire la caserne de pompier inondée (Thomas I. et al, 2017)

Figure 14 : Recommandation de renforcement de la connaissance de la vulnérabilité du territoire

FICHE 5 | CONNAÎTRE, GÉRER ET ENTREtenir LES OUVRAGES DE PROTECTION DE MANIÈRE SYSTÉMIQUE

Favoriser la réduction des dommages

Objectif 1  Objectif 2  Objectif 3 

Entretiens
Pascale Biron
Marielle Chenesseau
Arnaud Clément

Contenu
Le changement de paradigme que l'on vit aujourd'hui s'inscrit dans un objectif de préservation de l'environnement et vise à composer avec l'eau plutôt que d'élever des infrastructures de protection afin de s'en protéger. Dès lors, il est souhaitable d'éviter la construction de nouvelles digues. Néanmoins, dans le cas où elles existent déjà, il est essentiel d'établir une cartographie du système de digues afin de connaître les ouvrages de protection existants dans la province du Québec. Cette cartographie devrait être réalisée de manière intégrée mais aussi actualisée sur une base régulière afin de tenir compte des transformations qui ont lieu. De même, après réalisation d'un diagnostic de l'ouvrage, il faudrait réaliser les travaux nécessaires en cas de non-conformité de ce dernier. Appréhender les ouvrages en système permet d'accroître leur potentiel de protection et de robustesse. En ce sens, la modélisation des éventuelles ruptures de digues favorise l'anticipation des effets dominos susceptibles d'en résulter.

La résilience du territoire et de ses ouvrages de protection suppose une connaissance approfondie de leur fonctionnement, de leur risque de défectuosité ainsi que de la sauvegarde de leurs fonctionnalités de base. La mise en place d'un dispositif de recensement des différents ouvrages hydrauliques permettrait d'identifier :

- Les ouvrages de protection existants, leurs propriétaires et gestionnaires;
- Les enjeux situés derrière des ouvrages (adaptation des bâtiments);
- La surveillance de leur entretien (inspections visuelles, entretien courant, surveillance durant les crues, visites post-crue);
- Leur capacité de résistance et de viabilité face aux risques d'inondation.

Un cadre général de conception, d'utilisation et de gestion des ouvrages doit être élaboré afin que des normes contraignantes et des tests de viabilité tenant compte des niveaux d'eau projetés dans un horizon lointain les régissent. Par ailleurs, il serait important de garantir un statut juridique clair et précis de l'ouvrage et du rôle du propriétaire et gestionnaire. Formaliser les relations avec les différents prestataires intervenant dans la gestion de la digue permet de délimiter les rôles et responsabilités de chacun, ce qui est tant utile dans la gestion courante de l'ouvrage qu'en cas d'incident.

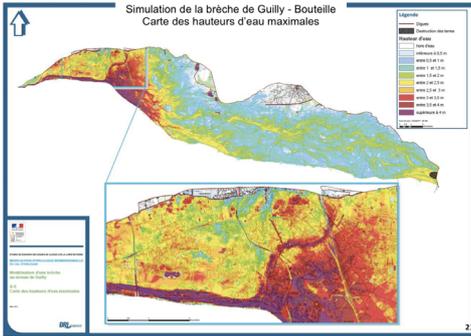
Par ailleurs, une distinction pourrait être réalisée entre les barrages et les digues. En effet, un classement des ouvrages serait élaboré et se baserait sur leurs caractéristiques et mesures géométriques tout comme la population à protéger. Un ordre serait défini, partant des ouvrages majeurs aux plus modestes.

Enfin, des analyses impliquant des scénarios de bris de digues sont nécessaires afin de cartographier les zones de dissipation d'énergie et d'établir des mesures de réduction du risque et des prescriptions concernant le cadre bâti existant et futur.

FICHE 5

Exemples

Simulation de la brèche de Gully - Boutelle
Carte des hauteurs d'eau maximales



Zone de dissipation d'énergie à l'arrière des levées des P.P.R.I. du Val d'Orléans - Agglomération Orléanaise - Val Amont

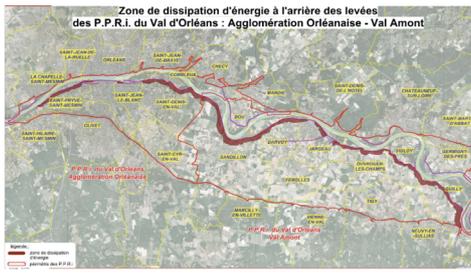


Figure 15 : Recommandation de gestion et entretien des OPI de manière systémique

FICHE 6 | DÉVELOPPER LA RÉSILIENCE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE DANS LA GESTION DU RISQUE D'INONDATION

Promouvoir l'adoption de pratiques et aménagements résilients

Objectif 1  Objectif 2  Objectif 3 

Entretiens
Pascale Biron
Marielle Chenesseau
Arnaud Clément

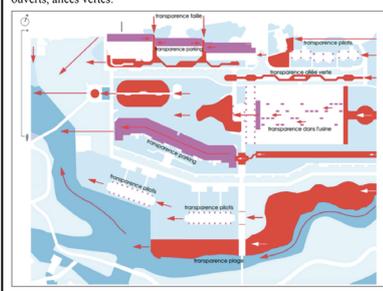
Contenu
Repenser l'aménagement du territoire est une étape clé dans le processus de construction de la ville résiliente aux inondations. Les normes d'aménagement devraient tout d'abord être adaptées au degré de risque d'inondation. Ainsi, dans les zones à haut risque d'inondation, les usages permis et les constructions doivent être circonscrits, les constructions à vocation résidentielle, commerciale, industrielle devenant ainsi prohibées. Des exceptions pourraient être envisagées selon des critères très stricts. En revanche, dans les zones à risque modéré d'inondation, des normes de protection et d'immission des constructions existantes ou à venir pourraient être appliquées. Le cadre bâti s'appuierait sur des critères de résilience préalablement définis. Les principes de la ville résiliente en zone inondable résident dans trois éléments essentiels selon Rode et Gralpeois (2017) : l'élevation des infrastructures, la forme urbaine non obstruante et le stockage de l'eau. Le quartier de Matra à Romorantin en France a été pensé et conçu selon cette stratégie et a fait ses preuves. Encourager les constructions en hauteur (pilotes) et privilégier l'implantation de noues/baïssières aux abords des propriétés vulnérables répond au principe d'élevation. À cela s'ajoute l'interdiction de construction de sous-sol dans les zones à risque et pour les sous-sols existants, l'interdiction d'installation de chambres à coucher. De même, des prescriptions relatives aux matériaux et techniques de construction spécifiques devraient être adoptées afin d'augmenter la résistance des bâtiments aux aléas (brique, bloc de béton, béton armé, brique de verre).

Des plans de protection des milieux naturels pourraient également être élaborés. La protection des zones naturelles d'expansion des crues favoriserait la limitation du ruissellement en permettant une meilleure absorption et rétention de l'eau dans le sol. Une réduction de l'imperméabilisation et de l'artificialisation des sols est primordiale. Des zones tampons près des cours d'eau pourraient donc être restaurées, et les milieux humides et hydriques reconstruits. Le projet de relocalisation des personnes situées en zone inondable permettrait de répondre à ce besoin, dans le cas où la municipalité disposait des moyens et ressources nécessaires. L'accompagnement des municipalités est indispensable dans la planification en amont, la mobilisation des leviers d'acquisition foncière pour la protection de ces espaces ainsi que dans la mise en œuvre des actions nécessaires au réaménagement. Une gestion intégrée des eaux pluviales est à explorer, en permettant la séparation des eaux usées d'une part, et celle des eaux pluviales d'autre part. Il en résulterait une réduction des volumes d'eau rejetés vers le réseau ou le milieu naturel grâce à un système d'infiltration des eaux non polluées, de stockage des eaux pluviales, une régulation des débits ou des rejets de manière différée. De même, les pratiques de gestion optimale (P.G.O.) de l'eau combinent plusieurs solutions telles que les chaussées réservoirs, rigoles gazonnées, bandes filtrantes végétalisées et chaussées perméables, bardeaux, sacs de sable les jardins de pluie, les fossés et noues, les puits d'absorption, bassins d'infiltration végétalisés qui permettent de s'adapter aux spécificités de chaque territoire. Il est néanmoins indispensable que les acteurs privés et publics en matière d'assainissement soient sensibilisés afin qu'ils adoptent les bonnes pratiques et surveillent l'entretien des aménagements de rétention d'eau pluviale.

FICHE 6

Exemples

Le quartier de Matra à Romorantin en France constitue un exemple d'aménagement adapté aux inondations qui a privilégié le principe de transparence hydraulique. Malgré la densification existante, il répond aux principes de la ville résiliente. Des aménagements ont été conçus pour favoriser un retrait rapide de l'eau en cas d'inondation, grâce à des transparences hydrauliques telles que des constructions sur pilotis, stationnements ouverts, allées vertes.



Note explicative des notions techniques et réglementaires liées au système d'endiguement.
Source : S. Rode, M. Gralpeois et E. Daniel-Lacombe, 2018.

Recommandations

- Établir des critères de résilience pour favoriser un urbanisme résilient;
- Favoriser une architecture et un cadre bâti adaptés au type de risque;
- Intégrer la gestion par le risque pour pouvoir construire de manière résiliente en zone inondable constructible;
- Assurer le retrait rapide de l'eau ou l'adaptation des bâtiments pour assurer la protection des citoyens et la remise en état rapide du cadre bâti.

Figure 16 : Recommandation de développement de la résilience de l'aménagement du territoire dans la gestion du risque d'inondation

La recherche globale a permis de cerner plusieurs enjeux de la CMM concernant les risques. La réalisation d'un modèle préliminaire d'encadrement des analyses de risques et de vulnérabilités avec une liste préliminaire des vulnérabilités est nécessaire pour comprendre les forces et les faiblesses des territoires. Il est essentiel d'identifier les enjeux à travers des diagnostics des territoires afin de pouvoir diminuer la vulnérabilité et améliorer la résilience des collectivités à risque d'inondation. Un chantier majeur est en cours au Québec pour favoriser l'aménagement et le réaménagement résilient du cadre bâti tout en assurant la sécurité des citoyens, chantier qui nécessite des études approfondies ainsi qu'un processus co-constructif.

Conclusion :

Ce projet de recherche a permis de mettre en exergue plusieurs points importants. Une grande partie du cadre bâti québécois est à risque d'inondation. Une démarche rigoureuse est nécessaire afin de diagnostiquer les risques d'inondation pour en assurer l'aménagement sécuritaire et résilient. Les démarches nécessitent la connaissance actualisée des risques, la communication transparente des enjeux liés aux risques, l'analyse des enjeux et forces visant à construire des stratégies d'adaptation pertinentes et une gestion par le risque.

Comme l'expliquait Aristote : « Le doute est le commencement de la sagesse ». Il est crucial de prendre du recul sur les choix d'aménagements passés, d'établir des analyses poussées de risque afin de faciliter la mise en œuvre d'un aménagement résilient.