

— DE LA RÉSISTANCE À LA RÉSILIENCE : LES DIGUES COMME OPPORTUNITÉ ?

Isabelle Thomas, professeure titulaire
École d'urbanisme et d'architecture
du paysage
Université de Montréal

Courriel :
isabelle.thomas.1@umontreal.ca

Anne Laure Fakiroff, étudiante
en Doctorat,
École d'urbanisme et d'architecture
du paysage
Université de Montréal

Courriel :
anne-laure.fakiroff@umontreal.ca

RÉSUMÉ

On dénombre au Québec des milliers d'ouvrages de retenue tels que les digues ou barrages. Ceux-ci jouent différents rôles, allant de la production d'électricité à la régulation du débit des cours d'eau ou le stockage de cette dernière. Cependant, ils constituent un enjeu sur divers plans : sécurité, coût, impact environnemental, conflits au niveau de la gestion de l'eau... Dans un contexte de changements climatiques et d'augmentation constante des risques d'inondations, la place de ces ouvrages de protection est aujourd'hui remise en question. Dès lors, cet article se penche sur l'évolution de la gestion du risque au Québec. Il souligne les réflexions actuelles, notamment menées par les experts et décideurs quant au rôle et à la gestion future des digues et barrages.

MOTS-CLÉS

Digues, Ouvrages de protection contre les inondations (OPI), vulnérabilité, résilience, gouvernance, réglementation, risque.

ABSTRACT

In Quebec, there are thousands of retaining structures such as dykes or dams. They play different roles, ranging from electricity production to the regulation of river flow or storage of water. However, they are a challenge on various levels: safety, cost, environmental impact, conflicts in water management...

In a context of climate change and constant increase of flood risks, the place of these protection structures is nowadays questioned.

This article therefore examines the evolution of risk management in Quebec. It highlights the current reflections, notably by experts and decision-makers, on the role and future management of dykes and dams.

KEYWORDS

Dikes, Flood Control Structures (FCS), vulnerability, resilience, governance, regulation, risk.

—

— INTRODUCTION

De nombreuses collectivités sont ébranlées par la crise climatique. Impactées directement ou indirectement, les villes sont amenées à repenser leur aménagement dans un objectif dépassant la simple qualité des cadres de vie quotidiens des citoyens puisqu'il s'agit d'assurer leur sécurité et la solidarité des territoires. Les commémorations de souvenir de la tempête Alex du 2 octobre 2021, un an après le déluge qui s'est abattu sur la France à Breil-sur-Roya, en témoignent. L'ouragan Ida qui a frappé la Louisiane et le Mississippi le 29 août 2021, sévit seize ans après Katrina. Si les digues de la Nouvelle-Orléans ont cette fois-ci résisté, ce n'était pas le cas en 2005. Malgré cela, les pertes en vies humaines et dommages aux biens et infrastructures ont été importants après le passage de l'ouragan et de la tempête sur les territoires États-Uniens jusqu'à New York. Les inondations de novembre 2021 en Colombie Britannique confirment le besoin pressant de s'adapter aux changements actuels. Le dernier rapport du GIEC publié le 9 août 2021 est alarmant et confirme l'impact des actions anthropiques sur le climat. La hausse des températures et du niveau des océans est un fait indéniable, tout comme la multiplication d'épisodes de sécheresse ou de pluies intenses en certaines zones du globe, engendrant des inondations toujours plus dommageables.

Repenser les politiques publiques et modes de vie n'est plus un choix mais une nécessité pour limiter les conséquences du dérèglement climatique et des actions entreprises dans le passé en termes d'urbanisation et de protection vis-à-vis des inondations. La gestion des risques consiste notamment à identifier, analyser, évaluer tant l'aléa que la vulnérabilité et à prendre des mesures pour y faire face. Vinet (2010) la définit comme « l'ensemble des moyens (juridiques, techniques...) déployés afin de réduire les conséquences d'un sinistre. Elle se fait (soit) à priori, ce qui ressort de la prévention stricto sensu, soit à postériori, une fois le sinistre déclaré, par la gestion des crises, la réparation ou la compensation ». Pendant longtemps, la gestion du risque passait essentiellement par celle de l'aléa et n'intégrait nullement la vulnérabilité. La vision techniciste héritée du XVIIIème siècle et qui a longtemps prévalu, a aujourd'hui laissé place à une vision plus intégrée impliquant toutefois des mesures structurelles. Celles-ci se traduisent sur le territoire par des infrastructures dures telles que les digues ou ouvrages de protection contre les inondations (OPI). Si ces infrastructures ont montré leurs limites, les ouvrages de protection restent cependant une solution encore privilégiée par de nombreux États face aux risques d'inondations. Dès lors, il apparaît nécessaire de comprendre les enjeux liés à ces choix de protection mais aussi de prendre acte de la métamorphose actuelle des paysages et territoires accompagnant le changement de paradigme qui implique de vivre avec l'eau. Plusieurs interro-

gations se posent : Quelle place pour les ouvrages de protection dans la gestion du risque aujourd'hui ? Comment gérer les territoires localisés derrière ce type d'ouvrages ? Quels sont les facteurs susceptibles de favoriser l'intégration de ces cicatrices du passé et selon quelles stratégies ? Comment privilégier aujourd'hui le vivre avec l'eau et intégrer la nature pour renforcer la résilience des territoires ?

— CADRAGES THÉORIQUES : DE L'ALÉA À LA RÉSILIENCE, UNE PRISE DE CONSCIENCE

Les inondations représentent le risque naturel le plus dommageable, avec des impacts économiques et sociaux conséquents (N. Gendreau, M. Longhini, P.M. Combe, 1998). À cet égard, on peut rappeler les inondations qui ont touché la province du Québec dans le Saguenay en 1996 et le sud du Québec en 1998, ayant à elles seules causé des dizaines de morts et occasionné des coûts de plus de 3,5 milliards de dollars en termes de dommages. Puis, au début des années 2000 (2001-2002) et entre 2010 et 2012, le territoire a connu un étiage très intense au printemps, nécessitant l'intervention de services d'apport en eau potable aux populations et territoires sinistrés (Mayer-Jouanjan & Bleau, 2018). Finalement, les inondations de 2011, 2017 et 2019 ont constitué des évènements déclencheurs pour repenser la gestion du risque et l'aménagement du territoire en proie aux inondations au Québec. Un autre évènement ayant accéléré la prise de conscience et la mise en œuvre d'un grand chantier de réflexion a été le bris de la digue de Sainte-Marthe-sur-le-Lac du 27 avril 2019. Cette rupture de digue, le soir du 27 avril 2019, marque l'histoire du Québec... C'est la première fois qu'une digue non reliée à un barrage cède et entraîne des dégâts majeurs (Thomas & al., 2020). Un enjeu notable réside dans l'évolution de l'aménagement derrière cette digue construite à la suite d'inondations dans les années 1970. En effet, sa construction s'est accompagnée d'une urbanisation qui a empiété sur les écosystèmes naturels, accentuant ainsi la vulnérabilité de ce territoire en cas de défaillance de l'ouvrage. Si Sainte-Marthe-sur-le-Lac a été si durement impactée par les inondations, c'est qu'après la construction de sa digue dans les années 1970, la cartographie des zones inondables a été effacée le 26 janvier 1988 (Convention « Canada-Québec », 2000) : le secteur étant considéré comme « protégé ». Les habitations situées derrière la digue n'étaient donc pas appréhendées dans la réglementation comme étant en zone inondable selon la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) et n'avaient donc pas, pour la plupart, été conçues pour faire face aux conséquences d'une inondation. La figure 1 montre les zones inondables en 1977 avant la

construction des digues. Des inondations avaient déjà eu lieu sur ce territoire dans les années 1974 et 1976 (Thomas & al., 2020)¹. Un trait noir surimposé permet de localiser la digue.



Carte de zone inondable de Sainte-Marthe-sur-le-Lac de 1977, produite par le gouvernement fédéral avant la construction de la digue.

Figure 1 : Zone inondable de Sainte-Marthe-sur-le-Lac en 1977. (source : Gouvernement du Canada, 1977, modifiée le trait noir a été retracé par l'Équipe ARIACTION (2020) à partir de la carte de Radio-Canada²).

Le soir du 27 avril 2019, dans un contexte de crues printanières exceptionnelles à travers l'ensemble du Québec, la digue protectrice végétalisée de Sainte-Marthe-sur-le-Lac cède. Une brèche se forme au niveau de la 27^{ème} Avenue et rapidement la Ville s'emplit d'eau inondant 700 à 800 résidences. La perception relative à la sécurité de l'ouvrage s'est avérée illusoire.

1 Le projet de recherche Territoires, retours d'expérience et inondations en 2017 et 2019 (T.REX-2) a été appuyé par le Cadre pour la prévention de sinistres 2013-2022 du gouvernement du Québec (CPS 19-20-06).

2 <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1170206/cartes-zone-inondable-sainte-marthe-cmm>

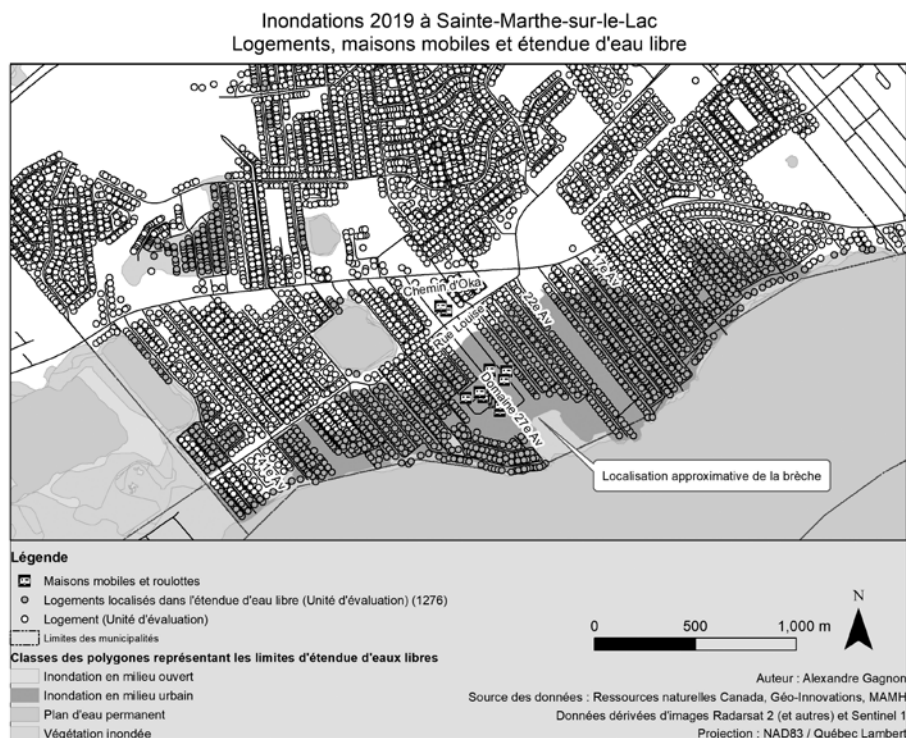


Figure 2 : Localisation des bâtiments dans la zone inondée par le bris de digue le 27 avril 2019. (Source : équipe ARIAAction).

Des études pointues ont démontré que contrairement à une idée fautive selon laquelle les sociétés restaient passives face aux catastrophes considérées comme des punitions d'ordre divin ou relevant de forces supranaturelles, celles-ci ont, de tout temps, pris des mesures pour s'adapter à leur environnement selon les ressources et moyens techniques dont elles disposaient (Vinet, 2010). Elles tentaient tant bien que mal de faire face à un risque « banal » et récurrent. À partir du XVIII^e siècle, les catastrophes et notamment les inondations, sont progressivement considérées comme le produit de phénomènes naturels et de processus physiques conceptualisables. Les corps des ingénieurs se mobilisent afin de prévenir un risque qu'ils pensent pouvoir maîtriser grâce aux progrès réalisés en hydraulique et hydrologie. C'est la raison pour laquelle la gestion du risque est longtemps passée par celle de l'aléa. En effet, le risque était abordé dans sa naturalité, en tant que « phénomène naturel ou géodynamique interne (géophysique) ou externe (hydrométéorologique) représentant la menace et s'exprimant par un champ d'action (espace), une magnitude (volume), une intensité ou un débit, une

violence (impact) et une récurrence (fréquence) » (Thouret & D'Ercole, 1996). La réaction à posteriori, c'est-à-dire une fois la crise passée, caractérise également l'approche du risque de l'époque. La construction d'une digue à Montréal, dans le Vieux-Port (Cité du Havre aujourd'hui) après la grande inondation de 1886 illustre ce phénomène. Il est aisé de reporter les conséquences d'une catastrophe sur un phénomène naturel tandis que d'autres facteurs interviennent. Comme le soulignent Veyret et Reghezza (2006), la survenue d'un même aléa sur différents territoires n'affecte pas les sociétés de la même manière. Par exemple, les conséquences et les dommages causés par une même catastrophe en un lieu et une époque différents ne seront pas semblables. Dès lors, la vision naturo-centrée qui prévalait jusqu'en 1970 a été remise en question face à la prise de conscience des effets de l'action anthropique dans les années 1980-1990.

La littoralisation des sociétés et l'étalement urbain dans une société en pleine croissance durant les trente glorieuses ont conduit à urbaniser des zones inondables. La définition du risque a alors changé, incluant désormais une composante humaine, au cœur du concept de vulnérabilité. Ainsi, Pigeon (2002) définit le risque comme « la probabilité d'occurrence de dommages compte tenu des interactions entre processus physiques d'endommagement (aléas) et facteurs de peuplement (vulnérabilité). Les interactions conditionnent l'endommagement, comme les mesures préventives ou correctives qui cherchent à le gérer, et qui sont spatialement observables. La notion de risque comporte donc une double composante ; celle de l'endommagement potentiel, comme celle de l'endommagement effectif tel qu'il peut être socialement identifié ». Finalement, il s'agit désormais d'aller au-delà de cette dichotomie nature-culture et de se pencher sur leurs interactions. Une société saisit réellement l'importance du risque et des mesures à prendre pour y faire face lorsqu'elle y est exposée. Ainsi, si la notion de risque relève de l'ordre du potentiel, de l'éventuel, elle se matérialise cependant à travers un endommagement qui impacte des populations et un territoire (Leone & Vinet, 2006). Par ailleurs, le risque et sa concrétisation en catastrophe constituent « une représentation sociale et subjective fortement liée à une décision politique provenant des acteurs gouvernementaux. Un événement est considéré comme un « désastre » lorsque les élites politiques (et médiatiques) lui apposent ce qualificatif » (Thomas & Da Cunha, 2017). La capacité d'une ville à faire face à une crise détermine les conséquences et donc l'endommagement résultant d'une catastrophe. Elle pourra renforcer sa résilience ou accentuer sa vulnérabilité. Si la résilience est considérée comme un mot valise, faisant aujourd'hui l'objet d'une multitude d'interprétations et d'utilisations conduisant à une certaine confusion, on se contentera ici de la définition donnée dans le cadre de la Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes (SIPC) lancée en 2000

par l'Assemblée Générale de l'ONU. Ainsi, la résilience est décrite comme « la capacité d'un système, une communauté ou une société exposée aux risques de résister, d'absorber, d'accueillir et de corriger les effets d'un danger, en temps opportun et de manière efficace, notamment par la préservation et la restauration de ses structures essentielles et de ses fonctions de base » (UNISDR, 2009). Ainsi, la ville résiliente peut faire face aux différentes perturbations qui agissent sur son système (social, spatial, économique) et rester en place tout en se renforçant à travers une démarche écosystémique.

La recherche de la ville résiliente se traduit par un idéal politique de protection, de rationalité et de maîtrise de l'environnement (Djament-Tran et als. 2011). L'élévation de digues et barrages a longtemps été la réponse à ce triple objectif. Néanmoins, on ne compte plus les événements de rupture de barrages et de digues dans le monde : barrage de Malpasset dans le Var en France (423 morts en 1959), barrage de Puentes (région de Murcie en Espagne) (600 morts en 1802), barrage de Los Angeles (420 morts en 1928), barrage de Banqiao en Chine (1975, entre 26 000 à 240 000 décès) barrage de Morvi en Inde (15 000 morts en 1979) et plus récemment la rupture du barrage d'Atta-peu au Laos (26 morts, 130 disparus), barrage de Brumadinho au Brésil (200 personnes portées disparues, 2019). En moyenne, on compte chaque année au moins une rupture de barrage dans le monde (Vinet, 2010). C'est ainsi que l'ingénieur André Coyne (1959), le concepteur du barrage de Malpasset dans le Var, affirmait que « de tous les ouvrages construits de main d'homme, les barrages sont les plus meurtriers ». Les causes de rupture de barrages et digues sont diverses. Elles peuvent aussi bien être d'ordre technique (défaut de conception, dimension, construction ou matériaux employés, désuétude de l'ouvrage de protection) que naturel (crues majeures ou exceptionnelles, tempête, submersion marine, glissements de terrain) ou humain (carences dans les dossiers techniques, d'organisation, études de danger et diagnostics préalables, insuffisance du contrôle d'exécution, défaut de surveillance et d'entretien, acte malveillant).

Malgré ces événements, de nombreux ouvrages de protection sont encore construits. En France, divers facteurs expliquent ce phénomène en lien avec l'installation dans les zones à risque. En effet, Scarwell et Laganier (2004) soulignent notamment l'ancienneté des dernières catastrophes majeures qui favorise l'oubli du risque, les carences persistantes dans le domaine de la culture du risque, les prix de vente peu élevés des maisons en zone à risque, le manque de responsabilité endossée par les individus face à un fort interventionnisme de l'État, les contraintes pour les élus locaux à empêcher l'installation de citoyens dans des espaces submersibles mais à forte valeur ajoutée.

De son côté, Vinet (2010) affirme que lorsque l'on se penche sur les représentations sociales liées aux divers modes de prévention du risque, les po-

pulations ont tendance à préférer des mesures structurelles intervenant sur l'aléa. En effet, si celles-ci sont coûteuses, elles sont néanmoins visibles et donc « palpables », contrairement aux mesures non structurelles (culture du risque, maîtrise de l'occupation du sol, etc). Il ajoute à juste titre que « pour les aménageurs et les responsables de la prévention des inondations, il est très difficile d'argumenter sur la faillibilité des protections structurelles ». Dès lors, on comprend mieux le recours aux mesures techniques et structurelles de protection contre les crues. Pourtant, les nombreuses défaillances d'ouvrages, comme celle de Sainte-Marthe-sur-le-Lac, expliquent la prise de conscience de leurs fragilités, mais aussi la transformation actuelle des démarches visant à redonner leur place à l'eau et à la nature au sein des collectivités urbaines. Ainsi, la multiplication d'opérations et travaux de correction des lits des cours d'eau a eu plusieurs impacts. Tout d'abord, c'est le système hydrologique qui est touché. La morphologie des cours d'eau et leurs écosystèmes aquatiques, les processus d'infiltration, d'évaporation, de transit des charges sédimentaire, ou encore de ruissellement sont modifiés. Ensuite, les cours d'eau endigués entravent l'expansion de l'eau des crues dans le lit majeur. L'eau se déversant d'amont en aval, son volume et sa charge s'en trouvent renforcés et s'accumulent vers l'aval. En résultent des dommages considérables pour les populations. Les inondations liées aux ruptures de digues causées par l'ouragan Katrina à la Nouvelle Orléans en sont un exemple.

La gestion actuelle des infrastructures de protection contre les inondations mérite d'être prise en compte à l'échelle des bassins versants selon une démarche intégrant un ensemble d'outils complémentaires. Le projet d'aménagement d'intérêt commun de l'établissement Public Loire constitue un exemple en la matière (juin 2021). Le Plan de protection du territoire face aux inondations développé par plusieurs ministères québécois et en particulier le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (2020) adopte une démarche similaire. D'une part, les aménagements passés sont pris en compte, d'autre part, une approche intégrée visant le renforcement de la résilience des territoires sujets aux inondations est adoptée, selon une vision multi-échelle et multi-temporelle.

— RENFORCER LA RÉSILIENCE : ÉTABLIR UN CADRAGE RÉGLEMENTAIRE ET CO-CONSTRUIRE DES STRATÉGIES D'ADAPTATION À DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Face à des coûts de catastrophes de plus en plus importants et une prise de conscience progressive des enjeux environnementaux, une nouvelle conception a émergé. Elle s'appuie sur un plus grand respect de l'environnement,

une gestion des risques intégrée techniquement et territorialisée. Elle tente de tenir compte des contextes socio-économiques tout en s'inscrivant dans un objectif de développement durable. L'ensemble des outils et mesures existantes est pris en compte, associant mesures structurelles et non structurelles dans une approche systémique. Un principe de solidarité hydrologique entre l'amont et l'aval se développe progressivement.

Au Québec, un important chantier est en cours avec la refonte de la réglementation en zone inondable et en particulier celle concernant les digues. Une réflexion est actuellement menée par les différents ministères sur l'encadrement de la gestion des risques. Ainsi, le Gouvernement du Québec mène un processus réflexif quant aux nouvelles façons de gérer tant l'aléa inondation que l'exposition des populations au risque. Jusqu'ici, la Politique de protection des rives du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) encadrait l'aménagement du territoire. Cette politique a été adoptée le 22 décembre 1987 par le Gouvernement du Québec afin de préserver les composantes écologiques et biologiques des cours d'eau et plans d'eau. En 1991, son application a été élargie à l'ensemble des cours d'eau. Elle pose un cadre normatif minimal, les autorités gouvernementales et locales ayant la possibilité d'adopter des mesures supplémentaires et relatives à leurs spécificités territoriales.

Plusieurs objectifs sont visés, consistant notamment à garantir la pérennité des plans d'eau et cours d'eau, entretenir et assurer leur qualité à travers une protection normée, prévenir la dégradation et l'érosion des rives en promouvant la sauvegarde de leur caractère naturel, renforcer la conservation, la qualité et la diversité biologique du milieu en limitant les interventions, favoriser la restauration des milieux riverains dégradés en privilégiant l'usage de techniques les plus naturelles possible etc., mais l'un d'entre eux se distingue particulièrement : celui consistant à renforcer la sécurité des personnes et des biens dans les plaines inondables. Il constitue en effet un objectif fondamental de la prévention des risques liés aux inondations, apparaissant toujours dans les documents règlementaires de gestion du risque. Pourtant, l'ensemble des acteurs du milieu se sont accordés sur les enjeux de la PPRLPI depuis son entrée en vigueur.

Plusieurs facteurs expliquent la révision en cours : problèmes d'application et d'uniformité des règles d'aménagement concernant les municipalités, évaluation du risque uniquement basée sur la récurrence des inondations et non les vitesses, hauteur ou profondeur d'eau, nécessité de moderniser et actualiser le cadre règlementaire en intégrant les nouvelles connaissances disponibles ainsi que les changements climatiques.

Ainsi, le Gouvernement du Québec procède actuellement à une refonte des normes applicables en matière de gestion des inondations qui s'effectue en quatre étapes distinctes. Cette démarche est menée de manière co-construc-

tive, tant avec des experts du monde municipal que du monde académique via des ateliers participatifs.

La première étape consiste à modifier la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) et la Loi sur l'Aménagement et l'Urbanisme (LAU) à travers l'adoption de la « 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 ». Il s'agit du projet de loi 67 présenté le 30 septembre 2020 par la ministre des Affaires municipales et de l'Habitation. L'adoption d'une approche de gestion par le risque est favorisée pour réduire la vulnérabilité des populations et assurer une plus grande cohérence dans la planification du territoire. Concrètement, cela se traduit par un renforcement des pouvoirs règlementaires du gouvernement : adoption par celui-ci de règlements directement intégrés à la réglementation des municipalités et appliquées par celles-ci, notamment en matière de délivrance de permis, d'inspection et de sanctions, adoption de règlements sur les zones n'ayant pas été cartographiées, réalisation de la cartographie des zones inondables et délimitation de celles-ci, etc. On assiste également à un renforcement des pouvoirs règlementaires des municipalités régionales de Comté (MRC) concernant l'occupation du sol en zones inondables : possibilité d'autorisation de certaines constructions dans des zones inondables dont l'exposition au risque d'inondation est adéquate, instauration d'un comité consultatif en aménagement du territoire (CCAT) émettant des avis et recommandations relatifs à la planification et la réglementation régionale, adoption de nouvelles réglementations, prise en compte des particularités territoriales, etc.. De façon générale, on constate que ce projet de loi resserre le cadre normatif relatif à la gestion des zones inondables. Par exemple, les MRC pouvaient jusqu'ici, en modifiant leur schéma d'aménagement et de développement (SAD), déroger à certaines dispositions générales de la PPRLPI en réalisant des travaux, constructions et ouvrages en zones inondables. Le projet de loi 67 vise à abolir cette possibilité. De même, le gouvernement, un organisme ou une municipalité ont la possibilité de demander à la Cour supérieure de faire cesser une utilisation du sol ou une construction désignée comme incompatible vis-à-vis de certains règlements (zonage, construction, lotissement, règlement de contrôle intérimaire (RCI). Enfin, un nouveau régime de gouvernance encadrant la gestion des ouvrages de protection contre les inondations est proposé, de même que la création d'un registre public de ces ouvrages. Le Gouvernement peut adopter un règlement qui encadre la conception, l'entretien et la surveillance des ouvrages.

La deuxième étape consiste en la mise en œuvre d'un régime transitoire intégré à la réglementation découlant de la LQE. Ce régime s'applique actuellement au littoral et aux rives des lacs et cours d'eau du Québec, aux limites

des zones inondables établies ainsi qu'au territoire inondé (ancienne zone d'intervention spéciale (ZIS)) lors des inondations de 2017 et de 2019. Selon le Gouvernement, il apporte une meilleure uniformité sur le territoire. Ce régime transitoire est mené via un processus de co-construction et de consultations publiques afin d'en assurer la qualité et l'acceptabilité sociale et politique. *La troisième étape* vise l'instauration d'un nouveau cadre réglementaire qui se substituera progressivement à l'actuel régime transitoire. L'objectif est de réglementer l'aménagement des zones inondables en assurant la protection des personnes, de leurs biens mais aussi de l'environnement. Les zones inondables feront l'objet d'une cartographie actualisée à laquelle sera associée une nouvelle classification du niveau d'exposition au risque d'inondation. Les différents ministères du Québec mènent actuellement des travaux relatifs à l'élaboration de ce cadre réglementaire.

Enfin, *la quatrième et dernière étape* consiste en l'instauration d'un cadre dédié aux ouvrages de protection contre les inondations. Si leur construction visait initialement à empêcher l'extension de crues, les populations, pensant être protégées, se sont progressivement installées derrière ces ouvrages, augmentant leur vulnérabilité en cas de bris de digue ou barrage. Or, ils peuvent causer une augmentation substantielle des dommages générés lors de la catastrophe. Ainsi, les dommages engendrés sont importants, tel que le montre l'exemple du bris de digue de Sainte-Marthe-sur-le Lac. Un retour d'expérience visant à comprendre les enjeux et apporter des recommandations a été mené par l'équipe ARIACTION suite au bris de digue. Il convenait d'établir un retour d'expérience complet sur la catastrophe qui est survenue à Sainte-Marthe-sur-le-Lac le 27 avril 2019, en particulier en ce qui concerne les opérations d'urgence et de sauvetage réalisées lors de la montée soudaine des eaux, qui ont permis de sauver de nombreuses vies. L'objectif du mandat confié par le ministère de la Sécurité publique à Isabelle Thomas était de consulter les édiles et autres acteurs des principaux corps de métier impliqués dans la gestion de l'urgence. Il a été décidé pour ce retour d'expérience de ne pas multiplier les entretiens, les professionnels étant pris par leurs activités, tout en ayant le témoignage des principaux responsables des secteurs impliqués par l'urgence essentiellement (Thomas & al., 2020). Les témoignages des participants au retour d'expérience soulèvent les enjeux majeurs que posent ces ouvrages en cas de défaillance. Concernant, par exemple, la sécurité des personnes, Norbert Vendette, le directeur du service de Sécurité Incendie de Sainte-Marthe-sur-le-Lac et Deux-Montagnes et Ghislain Blanchette, Agent de police à Sainte-Marthe-sur-le-Lac, qui étaient présents pour l'intervention d'urgence, expriment des faits alarmants : « Six mille citoyens ont été évacués en 1h15. On a été chanceux, il était 19h, un samedi soir. ... Si le même évènement était arrivé à 3 h du matin, on aurait eu des décès probables ».

N. Vendette. G. Blanchette renchérit : « Le miracle est que ça se soit produit à 19h un samedi. C'est pour cela qu'il n'y a pas eu de mort » (Thomas & al, 2020). Le nouveau cadrage normatif est donc nécessaire et essentiel. Il s'agit ici de limiter et réduire les risques de rupture d'ouvrages de protection qui peuvent être un facteur aggravant lorsqu'une inondation se produit. Dès lors, différentes recommandations sont à prendre en compte pour une meilleure gestion de ces ouvrages. Les réflexions actuelles concernant la gestion systémique de ces infrastructures, les responsabilités associées et prescriptions d'aménagement du territoire en tenant compte des possibles défaillances témoignent d'avancées fondamentales et courageuses dans le domaine de la gestion des risques.

— POUR UN AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE RÉSILIENT INTÉGRANT LES DIGUES : QUELLES RECOMMANDATIONS ?

Les crises sont révélatrices des vulnérabilités et des forces d'une société. Elles amènent à une prise de conscience nécessaire pour porter une réflexion sur la façon dont est géré le risque. Les remises en question qui en découlent permettent notamment de penser l'aménagement du territoire différemment. Celui-ci doit, tout d'abord, prendre en compte le risque d'inondation.

CARTOGRAPHIER L'ALÉA DE RÉFÉRENCE

Cette prise en compte passe par la connaissance des aléas inondation pour cartographier le risque et donc les zones inondables. L'élaboration de cette cartographie nécessite le recueil des données historiques sur les crues passées, les données topographiques, la modélisation hydrologique et hydraulique avant de finalement effectuer une restitution cartographique. La cartographie de l'évènement de référence est indispensable pour restituer le niveau de connaissance de l'aléa et l'intégrer au territoire à travers les règles d'autorisation ou d'interdiction. Cet évènement de référence se traduit soit par l'évènement le plus important connu et documenté ou, si ce dernier est plus important, d'un évènement théorique de fréquence centennale. La cartographie de l'aléa de référence permet de définir les niveaux de l'aléa cités précédemment, tels que « faible », « modéré » et « fort ». L'appréciation de ces niveaux peut être réalisée comme en France dans les Plans de prévention des risques inondation (PPRi), en tenant compte de la hauteur d'eau et de la dynamique (vitesse d'écoulement et vitesse de montée des eaux). À la suite de cette appréciation, différentes zones sont délimitées sur la carte. Y sont associées des prescriptions spécifiques relatives aux règles de constructibilité ou d'inconstructibilité. Il y a donc une logique de proportionnalité et de

gradation dépendant du type d'aléa et des caractéristiques d'un lieu dans le zonage réglementaire.

INTÉGRER DES ANALYSES DE VULNÉRABILITÉ : SCÉNARIO DE DÉFAILLANCE

Il est également important d'intégrer des analyses de vulnérabilité afin d'avoir un cadre réglementaire intégrant le risque. À cette carte devrait être associé un scénario de défaillance des ouvrages de protection. Si ce scénario fait l'objet d'une certaine tension pour l'État et les élus, il reste nécessaire face à la fiabilité des ouvrages. Une digue ou un barrage visent en effet à protéger des enjeux existants mais ne doivent pas contribuer à en exposer de nouveaux. En effet, le secteur situé à l'arrière immédiat de la digue constitue une zone à risque élevé, de sur-aléa, parfois appelée « zone de dissipation d'énergie ». En cas de rupture, les populations qui pensaient être protégées sont surprises et désemparées face à des cinétiques rapides et des écoulements très violents. Ainsi, l'instauration d'une bande de précaution à l'arrière des ouvrages a été mise en œuvre en France. Le calcul de cette bande correspond à cent fois la différence entre la hauteur d'eau maximale qui serait atteinte à l'amont de l'ouvrage en raison de la survenance de l'aléa de référence et le terrain naturel derrière lui. Cette largeur peut cependant être adaptée sur la base d'éléments techniques de l'ouvrage fournis par son propriétaire ou son gestionnaire mais ne peut être inférieure à 50m (sauf exception). Comme la zone de dissipation d'énergie est particulièrement exposée en cas de rupture de la digue et que le risque de destruction du bâti y est très important, des objectifs y sont définis et consistent à la fois à ne pas aggraver la vulnérabilité existante, à réduire l'exposition aux risques des personnes et des biens en interdisant notamment de nouvelles implantations humaines, à préserver la capacité des espaces derrière les digues ainsi que le champ d'expansion des crues, et enfin à limiter l'imperméabilisation du sol et préserver la capacité d'écoulement.

DES OUVRAGES DE PROTECTION SYSTÉMIQUES

Par ailleurs, il est nécessaire de penser les ouvrages de protection en système. Autrefois, les digues étaient appréhendées comme des tronçons. Cependant, une gestion cohérente implique de les penser en système d'endiguement, défini comme « un ensemble cohérent d'une ou plusieurs digue(s) et éventuellement d'autres ouvrages associés qui défend(ent) une zone protégée contre les inondations et/ou submersions, jusqu'à un niveau d'évènement nommé niveau de protection » (France Dignes). Ainsi, plusieurs mesures apparaissent nécessaires pour gérer le système d'endiguement. Au niveau de la connaissance du risque, il convient dans un premier temps de faire l'inventaire des ouvrages de protection existants, de leurs principales caractéristiques

et d'identifier leurs propriétaires et gestionnaires. Cette vérification effectuée, elle permet d'établir la structure et/ou autorité compétente pour l'entretien et la surveillance des ouvrages de protection, mais aussi les responsabilités qu'elle endosse. En effet, la charge consistant à établir le niveau de protection du système d'endiguement (nouveau ou existant) revient à cette autorité. Chaque ouvrage devrait ainsi fait l'objet d'une étude de danger selon une méthode standardisée et au moyen de consultants agréés. Cette étude permet notamment de faire le bilan de l'état de la digue, de détecter les failles potentielles du dispositif global et d'apporter des solutions en termes de gestion des travaux, de l'entretien ou de la surveillance des digues. Il s'agit ainsi d'assurer la mise aux normes et le financement des digues existantes par les autorités compétentes.

UNE GOUVERNANCE CONTEXTUALISÉE : UNE COMMUNICATION SYSTÉMATIQUE, UNE CULTURE DU RISQUE

En termes de gouvernance, il serait intéressant d'instaurer une autorité compétente pour chapeauter la gestion des digues et de créer un outil ou logiciel qui réponde aux besoins quotidiens des missions du gestionnaire (surveillance, programmation, suivi de travaux, obligations règlementaires) au Québec. En parallèle, une culture du risque doit être maintenue auprès des différents acteurs grâce à des stratégies de communication, d'éducation et de perception.

Finalement, il s'agit d'éviter de construire de nouvelles digues en assurant l'intégration des mesures structurelles existantes et de nouvelles mesures non structurelles dans le système de protection face aux inondations. Le retour d'expérience de Sainte-Marthe-sur-le-lac a permis la finalisation de plusieurs recommandations qui méritent d'être mises en valeur (Figure 3). La démarche de retour d'expérience a ainsi l'objectif d'établir des recommandations appropriées aux contextes et à leurs enjeux spécifiques afin d'améliorer la situation. Le croisement des points de vue vise à élaborer des solutions appropriées pour une adaptation collective résiliente et pour la protection tant des citoyens que des territoires en zone inondable (Thomas & al., 2020). Les recommandations impliquent non seulement la sécurité des personnes et des biens mais aussi un réaménagement résilient des territoires impactés et une communication systématique concernant les enjeux liés à ces ouvrages.

	Thématiques	Recommandations
1	Connaissance du risque	1.1 Établir la cartographie du système de digues au Québec
		1.2 Anticiper les effets dominos liés aux ruptures de digues
		1.3 Documenter la vulnérabilité du territoire
2	Partage des compétences et des ressources	2.1 Partager les budgets et les services pour développer les réseaux d'entraide
		2.2 Intégrer l'incertitude et les «plans B»
		2.3 Assurer un soutien psychologique et s'occuper des autres enjeux de santé
3	Communication, éducation, perception	3.1 Améliorer la communication du risque
		3.2 Former et gérer les bénévoles et renforcer les réseaux sociaux
		4.1 Inciter les autorités publiques à mieux se préparer à gérer les crises
4	Adaptation de l'aménagement du territoire	4.2 Repenser l'aménagement du territoire en zone inondable de manière résiliente
		4.3 Éviter de construire de nouvelles digues et assurer la robustesse des ouvrages existants

Figure 3 : Recommandations suite au REX de Saint-Marthe-sur-le-Lac (source : Thomas & al, 2020).

L'exemple de la Nouvelle-Orléans témoigne de l'importance de renforcer les systèmes de protection existants, intégrant les digues lorsque cela apparaît nécessaire, tout en choisissant des outils permettant de réintégrer l'eau et la nature dans les secteurs. Le Gentilly Résilient District est un bel exemple de prise de conscience et de mise en œuvre de projets intégrant les infrastructures de protection existantes (digues) avec des infrastructures vertes et bleues à différentes échelles. La pièce maîtresse de ce dispositif est le Mirabeau Water Garden qui a la capacité de capter 10 millions de gallons des eaux liées aux tempêtes ou aux ouragans.

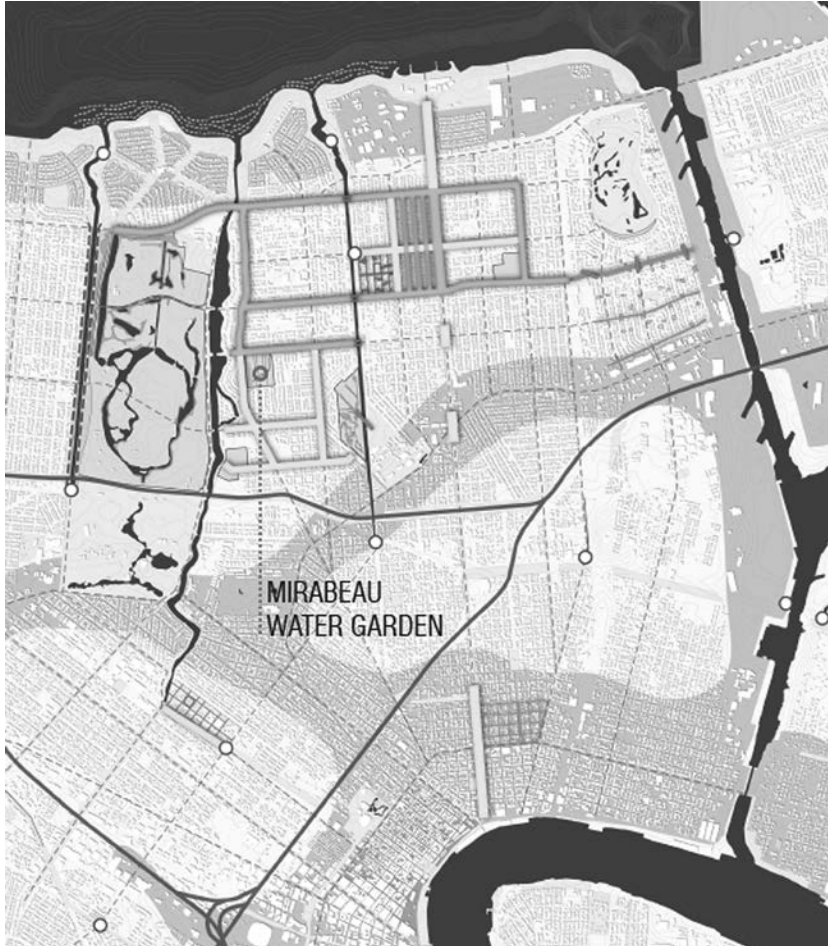


Figure 4 : Localisation du Mirabeau Water Garden dans le plan du Gentilly Resilience Distric (source : https://wbae.com/projects/mirabeau_water_garden).

L'intégration de plusieurs outils à travers une vision écosystémique et accompagnée d'une culture du risque permet de renforcer la résilience des territoires et de leurs habitants. Les ouvrages de protections contre les inondation ont leurs limites. Ces dernières doivent être connues et documentées. Les populations ont besoin de connaître le niveau de risque auquel elles sont exposées, quel qu'il soit, afin de pouvoir s'adapter de manière adéquate. Les conceptions actuelles de l'aménagement du territoire favorisant la réintégration de la nature en ville, comme le projet de Matra à Romorantin conçu par Eric Daniel Lacombe ou encore les espaces de liberté de l'eau cartographiés au Québec par Pascale Biron, ont le potentiel d'apporter des stratégies innovantes et efficaces renforçant la résilience des collectivités.

— CONCLUSIONS

La longue complainte de la nature qui reprend ses droits parfois tranquillement, parfois violemment, rappelle qu'elle n'est pas au service de l'homme et qu'il est nécessaire de la respecter. Les choix nombreux réalisés dans un objectif de protection des villes à travers l'érection de digues et barrages, ont transformé les territoires, accentuant parfois leur risque. Ces héritages doivent être pris en compte de manière systémique, avec différentes mesures et outils en adoptant des démarches de co-construction et une communication active envers les populations potentiellement impactées.

Les cauchemars et désastres humains liés aux inondations majeures, rappellent la responsabilité de construire des milieux de vie résilients, viables et sécuritaires avec un cadrage réglementaire à la fois rigoureux et flexible. Les analyses coûts-bénéfices en lien avec les stratégies d'adaptation et de protection ne peuvent se limiter aux coûts des infrastructures et des bâtiments mais doivent aussi impliquer les coûts psychosociaux, environnementaux ou de fiscalité municipale sur le long terme.

Jean Paul Sartre nous explique : « L'homme est condamné à être libre ; condamné parce qu'il ne s'est pas créé lui-même, et par ailleurs cependant libre parce qu'une fois jeté dans le monde, il est responsable de tout ce qu'il fait. ». La responsabilité qu'endossent les gouvernements quant aux choix actuels d'aménagement du territoire visant la protection des populations et des biens sur le long terme est fondamentale. Alors choisissons de cohabiter avec la nature et d'aménager les territoires de manière innovante et audacieuse, en favorisant l'amélioration des cadres de vie et la sécurité systématique des populations. Éviter de construire de nouvelles digues et surtout l'urbanisation derrière celles-ci est un gage de réussite pour les générations futures.

— BIBLIOGRAPHIE

Alexander, D. E. (2013). Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 2707–2716, <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2707-2013>.

Établissement Public Loire. (2021). Projet d'aménagement d'intérêt commun. https://www.eptb-loire.fr/wp-content/uploads/2021/07/projet_paic_juin2021.pdf

Djament-Tran, G., Le Blanc, A., Lhomme, S., Rufat, S., Reghezza-Zitt, M. (2011). Ce que la résilience n'est pas, ce qu'on veut lui faire dire. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00679293>

Gendreau, N., Longhini, M., Combe, P.M. (1998). Gestion du risque d'inondation et méthode Inondabilité : une perspective socio-économique. Ingénieries eau-agriculture-territoires, in *Lavoisier, IRSTEA, CEMAGREF*, 1998, 3 -15.

Leone, F., & Vinet, F. (2006). La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles. Montpellier : Presses universitaires de la Méditerranée.

Mayer-Jouanjean, I., & Bleau, N. (2018). Historique des sinistres d'inondations et d'étiages et des conditions météorologiques associées. Montréal : Ouranos.

Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation. (2020) 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

Pigeon, P. (2002). Réflexions sur les notions et les méthodes en géographie des risques dits naturels. In *Annales de géographie*, n°627-628, pp. 452-470

Scarwell, H.J., Laganier, R. (2004). Risque d'inondation et aménagement durable des territoires. Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion.

Thomas, I., & al. (2020). Sainte-Marthe-sur-le-Lac. Enseignements et recommandations des retours d'expérience, 2 novembre 2020. https://60ca0427-d6e7-4b3b-ae1-3bo4d8945c5d.filesusr.com/ugd/173d80_22f513cd6b474e518b742f4f3f90342b.pdf

Thomas, I. & Da Cunha, A. (2017). La ville résiliente: Comment la construire ? Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.

Thouret, J.-C., & D'Ercole, R. (1996). Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales. In *Cahiers des Sciences Humaines*, 407-422.

Veyret, Y., & Reghezza, M. (2006). Vulnérabilité et risques L'approche récente de la vulnérabilité. In *Responsabilité & environnement*. N°43, juillet.

Vinet, F. (2010). Le risque inondation. Diagnostic et gestion. Cachan : Lavoisier.

UNISDR (2009). Terminologie pour la Prévention des risques de catastrophe, Genève, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR)/Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations unies, mai, 39 p., http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRterminologyFrench.pdf.