

Nom de la zone : Nord, du

Date : 1 mars. 24

Catégorie de problématique : 7. Inondation de zones avec enjeux

Catégorie présente :

1) Les problématiques de cette catégorie se définissent dans la zone par les éléments suivants :

DESCRIPTION FACTUELLE

Selon la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme*, pour des raisons de santé publique et de protection environnementale, les zones inondables font partie des zones de contraintes qui doivent être déterminées dans les schémas d'aménagement et de développement (SAD) des MRC (Chapitre A-19.1, Article 5).

Les données d'événements historiques d'inondation par embâcle et en eau libre proviennent quant à elles de l'historique des événements de sécurité civile et la cartographie des inondations du printemps 2023 rendues disponibles par le ministère de la Sécurité publique (MSP) (Gouvernement du Québec, 2020, 2023).

Les crues printanières majeures qui ont eu lieu dans plusieurs rivières du Québec en 2017 et 2019 ont mis en évidence notre vulnérabilité face aux inondations et ont marqué les collectivités en raison du nombre de résidences inondées, des routes coupées et des évacuations de population. Des mesures d'urgence, des opérations de secours et des programmes d'aide aux sinistrés ont dû être mis en place.

À la suite des événements du printemps 2017, le projet INFO-Crue a été mis sur pied par le gouvernement du Québec. Il s'agit d'un projet de cartographie exhaustive des zones inondables et des zones de mobilité des cours d'eau de la province, servant à prendre en compte le risque lors de la planification du territoire et la mise en œuvre de solutions d'adaptation face aux inondations, et ce, dans un contexte d'évolution climatique. L'acquisition de données est toujours en cours.

Certains cours d'eau de la ZGIE sont reconnus pour réagir fortement lors de pluies ou d'événements climatiques extrêmes, occasionnant des coûts d'intervention importants et de nombreux désagréments pour les riverains. Devant les nombreux défis relatifs à la dynamique des cours d'eau et dans la perspective d'y trouver des solutions novatrices et intégrées, un projet faisant appel à une approche de gestion prometteuse soit l'étude de l'espace de liberté de certains tronçons de cours d'eau situés dans les limites administratives de la MRC Argenteuil a été réalisé en 2016. Ainsi, les espaces d'inondabilité, soit les risques d'inondation élevés et modérés, ont été caractérisés pour le tronçon de la rivière du Nord situé entre Mirabel et le centre-ville de Lachute, la rivière de l'Ouest, le tronçon du ruisseau des Vases situé dans le secteur agricole et, finalement, tout le tronçon de la rivière Rouge (Saint-André) jusqu'aux limites de Mirabel. La délimitation d'un espace de liberté vise à préserver l'intégrité des cours d'eau et les fonctions liées à la mobilité du chenal, à l'inondabilité et à la connectivité entre le chenal et les milieux humides de la plaine inondable. La protection de l'espace de liberté permet à la fois d'assurer la sécurité des citoyens en réduisant les risques d'inondation et d'érosion et de rehausser la qualité de l'environnement.

Région physiographique

De façon générale, les municipalités de la ZGIE les plus vulnérables aux inondations sont celles situées dans les basses-terres du Saint-Laurent, au sud de la ZGIE. En effet, la population y est la plus abondante et plusieurs cours d'eau d'importance y trouvent exutoire dans la rivière du Nord. Ainsi, l'arrivée de l'eau sur un relief plat provoque le ralentissement de la vitesse d'écoulement, occasionnant le gonflement des cours d'eau et leur débordement. Par conséquent, au printemps, la rivière du Nord provoque souvent des inondations dans la région métropolitaine de Saint-Jérôme, de même qu'entre Mirabel (Saint-Canut) et Lachute, affectant le centre-ville de cette dernière et les terres agricoles le long de la rivière. Dans la zone urbaine de Saint-Jérôme, le contrôle des débits de la rivière, réalisé à l'aide du barrage de l'ancienne usine Woodbridge, permet de limiter les conséquences potentielles liées aux inondations.

La municipalité de Saint-André-d'Argenteuil est également touchée par les inondations, puisque certains secteurs résidentiels sont situés en bordure de la rivière des Outaouais ou à la confluence entre cette dernière et la rivière du Nord.

Dans la portion au nord du territoire, situé dans le Bouclier canadien, les secteurs inondés sont souvent situés dans des secteurs de point de rencontre de plusieurs rivières (ex. Sainte-Adèle : rivières du Nord et Doncaster) ou des secteurs à méandres (ex. Val-Morin).

Niveau d'eau et débit

Les stations hydrométriques gérées par le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) et par le Programme hydrométrique fédéral d'Environnement et Changements Climatiques Canada (ECCC) permettent d'acquérir des données de niveau d'eau ou de débit pour mieux comprendre les facteurs qui les influencent. Sur le territoire de la ZGIE, 15 stations de surveillance des crues sont actives, dont neuf sont sur la rivière du Nord (MSP, 2024).

Le débit moyen annuel de la rivière du Nord à la station de Saint-Jérôme (40110) pour la période 1971-2019 est d'environ 25 m³/s (MELCC, 2020). Le seuil de surveillance de la crue des eaux de la rivière du Nord à la station de Saint-Jérôme débute à 150 m³/s (MSP, 2024). Les seuils d'inondations mineure, moyenne et majeure sont de 180, 220 et 260 m³/s respectivement (MSP, 2024).

Les débits de la rivière du Nord à Saint-Jérôme sont de 3 à 4 fois plus importants que ceux de la station hydrométrique de Sainte-Agathe-des-Monts. Le débit moyen annuel pour cette station hydrométrique de la rivière du Nord est d'environ 8 m³/s. Le seuil de surveillance est établi à 40 m³/s et le seuil d'inondation mineure à 44 m³/s (MSP, 2024).

Climat

Le climat de la ZGIE se distingue par d'importants écarts saisonniers de température et des précipitations abondantes, réparties de façon relativement stable tout au long de l'année, et ce, sur l'ensemble du territoire. Le secteur nord du bassin versant reçoit en moyenne près de 100 mm de pluie annuellement de plus que le secteur sud.

On estime que les écosystèmes du bassin versant de la rivière du Nord reçoivent en moyenne 1091 mm de précipitations par année. Les écosystèmes en captent approximativement 36 mm par évapotranspiration. C'est ainsi 1056 mm d'eau annuellement qui sont transportés à travers le territoire jusqu'aux plans d'eau (Habitat, 2022).

Ouvrages de retenue des eaux

Seulement 20 % des ouvrages de retenue des eaux répertoriés sur la ZGIE ont été construits à des fins de régulation (conserver un débit ou un niveau d'un cours d'eau) et de contrôle des inondations (contrôler les crues ou retenir les glaces).

Dans tous les cas, c'est près de la moitié des barrages sur la ZGIE qui ont été construits entre les années 1960 et 1980. Il est donc possible d'affirmer que ces ouvrages anthropiques datant de plusieurs décennies peuvent présenter des signes d'usure et de désuétude, ce qui soulève des préoccupations importantes en termes de sécurité et de fonctionnalité. Les risques associés à des ouvrages vieillissants, tels que des fuites, des défaillances structurelles ou des capacités de retenue insuffisantes, peuvent entraîner des inondations, ainsi que de graves répercussions sur les communautés en aval, l'écosystème environnant et les infrastructures associées.

Les barrages de castors sont également des ouvrages de retenue des eaux. Leur présence sur le territoire est diffuse, mais elle peut entraîner certains impacts négatifs tels que des inondations et des dommages aux infrastructures routières (Fortin, Laliberté et Ouzilleau, 2001; MFFP, 2020).

1) Les problématiques de cette catégorie se définissent dans la zone par les éléments suivants : (Suite)

CONSÉQUENCES PRINCIPALES

Les inondations peuvent avoir de nombreux impacts tant sur le plan matériel, qu'environnemental, social et économique. En effet, elles peuvent causer des dégâts importants aux habitations, aux infrastructures, aux terres agricoles et aux écosystèmes. Mais elles peuvent également altérer le bien-être et la santé de la population, perturber les services essentiels et entraîner des coûts substantiels aux gouvernements, aux entreprises ainsi qu'aux citoyens touchés. De manière générale, les inondations printanières ont généralement beaucoup plus d'impacts en raison de la plus grande étendue des zones inondées. Cependant, les crues estivales ou automnales ont un potentiel d'érosion des rives plus grand. La section suivante expose les principales conséquences des inondations constatées dans la ZGIE. Il est à noter que les conséquences varient grandement selon l'ampleur des inondations, de la préparation et de la réponse des autorités, la présence et la concentration de population, de biens et d'infrastructures ainsi que des mesures prises pour atténuer les risques.

Environnementales

- Intensification de l'érosion et du lessivage des sols
- Dégradation de la qualité de l'eau de surface et souterraine par l'apport de contaminants et de polluants (refoulement d'égouts)
- Contribution à la dynamique naturelle régulant de nombreux écosystèmes. Elle permet entre autres la recharge de certains milieux humides, le nettoyage naturel du lit des cours d'eau et le maintien des conditions humides des habitats riverains. Toutefois, les crues exceptionnelles peuvent mener à la destruction de certains habitats par l'érosion.
- Pollution causée par l'accumulation de débris, d'ordures, de produits chimiques, de déchets agricoles, etc.

Économiques

Pour les institutions (gouvernements et municipalités)

- Le coût annuel des inondations au Québec en 2017 et 2019 représentait respectivement 360 M\$ et 438 M\$, selon le MSP.
- Frais rattachés à la mise en place de mesures d'urgence et d'évacuation de populations.
- Frais de réfection des bâtiments et des infrastructures.
- Diminution de l'attrait touristique probable en raison des dommages aux infrastructures touristiques et de l'accès difficile.
- Investissements dans la prévention et la gestion des inondations : construction de digues, infrastructures de drainage, politique de gestion de risques, travaux d'immunisation, etc.
- Dépréciation de la valeur immobilière des propriétés touchées, ce qui impacte le bassin de taxation des municipalités.

Pour les sinistrés

- Perte de terrain, ainsi que les dommages matériels aux bâtiments, aux terrains et aux biens personnels.
- Frais d'hébergement temporaire, de déménagement, d'entreposage, d'allocation de départ lorsqu'il est impossible de reconstruire la résidence.
- Perte de revenu due à l'absence au travail.
- Perte de production agricole et destruction des récoltes en terres agricoles.
- Coûts indirects des impacts sur la santé physique et psychologique des sinistrés.
- Augmentation des coûts en assurances pour les particuliers et les entreprises des zones à risque.
- Dépréciation de la valeur immobilière des propriétés touchées.
- Interruption ou diminution des activités commerciales et industrielles.
- Investissements dans des travaux d'immunisation.

Sociales

- Impacts sur la santé physique :
 - o Maladies chroniques, maladies infectieuses, blessures, hypothermie, accidents, noyades, décès, etc.
 - o Asthme et problèmes respiratoires liés aux moisissures et à l'humidité.
- Impacts sur la santé psychologique : stress, anxiété, dépression, stress post-traumatique, sentiment d'insécurité à long terme, etc.
- Atteinte à la sécurité publique :
 - o Perturbation des services essentiels et de base comme l'approvisionnement en eau potable, l'électricité, les transports et les communications.
 - o Augmentation du risque de glissement de terrain
 - o Perturbation de la disponibilité et de la rapidité des services d'urgence (ambulance, pompiers, police)
 - o Selon leur ampleur, les inondations peuvent affecter la sécurité des personnes, des habitations et des infrastructures.

1) Les problématiques de cette catégorie se définissent dans la zone par les éléments suivants :

LOCALISATION GÉNÉRALE

Les données recueillies par le projet INFO-Crués seront essentielles afin de compléter cette section. Ces cartographies, dites prévisionnelles et une autre réglementaire, permettront de mieux anticiper et gérer les risques d'inondation en eaux libres tout en facilitant l'aménagement du territoire. En attendant ces informations primordiales, la prochaine section offre une vue d'ensemble de la localisation des divers types d'inondations sur le territoire de la ZGIE du Nord.

Les plans d'eau ont joué un rôle central dans le développement du territoire d'Abrinord, et la plupart des municipalités ont des zones inondables sur leur territoire, abritant des populations, des bâtiments et des infrastructures susceptibles d'être impactés par la montée des eaux. En réalité, peu de municipalités peuvent prétendre être à l'abri de cet aléa, surtout compte tenu des divers types d'inondations possibles. Les endroits les plus touchés dans la ZGIE en raison des données actuellement disponibles sont Sainte-Lucie-des-Laurentides, Sainte-Marguerite-du-Lac-Masson, Val-Morin, Lachute et Saint-André-d'Argenteuil.

Inondation par embâcles

Dans la ZGIE, cinq incidents d'embâcles ont été répertoriés, entraînant des inondations le long de la rivière du Nord (Gouvernement du Québec, 2020). Des cas similaires d'inondations liées à des embâcles sont également survenus sur les rivières à Simon, Dalesville et de l'Ouest, comme indiqué dans le Tableau 1.

Tableau 1. Inondations par embâcle sur le territoire de la ZGIE

Cours d'eau	Année de l'événement	Localisation
Rivière à Simon	2013	Piedmont
	2018	
Rivière Dalesville	2018	Brownsburg-Chatham
Rivière de l'Ouest	2014	Wentworth-Nord
Rivière du Nord	2008	Sainte-Adèle
	2010	Piedmont
	2016	
	2009	
	2018	Saint-Jérôme

Inondation en eau libre

Les zones inondables sont contenues dans les SAD des MRC de la ZGIE et de la Ville de Mirabel. Les cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans ont été déterminées pour certains segments des rivières du Nord et des Outaouais entre les années 1989 et 2006, d'abord dans le cadre du *Programme de cartographie* mis en œuvre à la suite de la *Convention « Canada-Québec » relative à la cartographie et à la protection des plaines d'inondation et au développement durable des ressources en eau*, puis dans le cadre du *Programme de détermination des cotes de crues* et d'études subséquentes (MELCC, s. d.-b). Les résultats de ces travaux ont été remis aux MRC et municipalités concernées afin qu'ils soient intégrés aux SAD et aux plans d'urbanisme. Ailleurs sur le territoire, les connaissances concernant les zones inondables demeurent souvent incomplètes.

Le gouvernement du Québec a établi à l'été 2019 un décret instituant une zone d'intervention spéciale (ZIS) (MELCC, 2019) qui s'applique au territoire inondé lors des crues printanières de 2017 et 2019, ainsi qu'aux zones inondables de récurrence 0-20 ans contenues dans les SAD des MRC. Plusieurs municipalités avoisinant la rivière du Nord ont été concernées par les ZIS (Val-Morin, Sainte-Adèle, Saint-Colomban, Mirabel (Saint-Canut), Lachute et Saint-André-d'Argenteuil et Brownsburg-Chatham). Les municipalités bordant la rivière des Outaouais (Grenville-sur-la-Rouge, Brownsburg-Chatham et Saint-André-d'Argenteuil) étaient également touchées par ces zones d'intervention. Ces ZIS avaient pour objectif de favoriser une gestion plus rigoureuse des zones inondables. En mars 2022, le nouveau Régime transitoire de gestion des zones inondables, des rives et du littoral est entré en vigueur, levant ainsi les zones d'intervention spéciale (Gouvernement du Québec, 2022). Enfin, le MSP rend accessible une base de données recensant les informations sur les sinistres passés, remontant à 1989 pour la ZGIE du Nord (Gouvernement du Québec, 2020). Le Tableau 2 résume les événements d'inondation en eau libre survenus sur les cours d'eau d'intérêts du territoire. Il est à noter que les inondations qui surviennent hors des zones avec enjeux ne sont pas toujours répertoriées. Il pourrait donc y avoir eu plus d'épisodes d'inondation que ce qui est listé.

Tableau 2. Historique des inondations en eau libre sur le territoire de la ZGIE par municipalité et par cours d'eau

Cours d'eau	Localisation	Année des événements
Rivière du Nord	Sainte-Agathe-des-Monts	2011
	Val-Morin	2017, 2018, 2019
	Val-David	2008, 2017, 2018, 2019
	Sainte-Adèle	1997, 2000, 2005, 2009, 2015, 2017, 2019
	Piedmont	2019
	Prévost	1998, 2009, 2014, 2017
	Saint-Jérôme	1989, 1994, 1998, 2000, 2005, 2009, 2011
	Saint-Colomban	1998, 2005, 2008, 2009, 2011, 2013, 2017, 2019, 2020
	Mirabel	2005, 2008, 2013, 2017, 2018, 2019, 2020
	Lachute	1997, 1998, 2008, 2009, 2017, 2019, 2020
	Saint-André-d'Argenteuil	2017, 2019
Rivière de l'Ouest	Brownsburg-Chatham	2009, 2014, 2019, 2020
	Wentworth-Nord	2019
Rivière à Simon	Morin-Heights	2000, 2004
Rivière aux Mulets	Saint-Adolphe-D'Howard	1986, 2013, 2014, 2017, 2019
Rivière Rouge	Saint-André-d'Argenteuil	2011
Ruisseau Bonniebrook	Saint-Colomban	2018
Rivière Bellefeuille	Saint-Colomban	2010, 2017
Rivière Saint-Antoine	Saint-Jérôme	2009
Le Grand Ruisseau	Saint-Sauveur	2004
Rivière des Outaouais	Saint-André- d'Argenteuil	2008, 2016, 2017, 2020
	Brownsburg-Chatham	2019
	Grenville-sur-la-Rouge	2019

2) Les problématiques de cette catégorie sont causées par les éléments suivants dans la zone:

L'inondation est le résultat d'une combinaison de divers facteurs qui affectent son déclenchement, sa durée et son intensité. Ces facteurs sont liés essentiellement aux éléments hydrométéorologiques (précipitations et climats), à la forme, à la taille et à l'utilisation du bassin versant ainsi qu'aux changements climatiques. Les principales causes par types d'inondations rencontrés sur la ZGIE sont présentées dans le Tableau 3 (Environnement Canada (EC), 2013; MSP, 2022). Les différents facteurs causant les inondations sont quant à eux décrits plus bas.

Tableau 3. Les principales causes par type d'inondations en territoire Québécois

Type d'inondation		Descriptions des causes
La crue d'un plan d'eau	Crue-éclair (soudaine)	Causée par des pluies abondantes sur un court laps de temps comme des orages violents.
	Inondation en eau libre (lente)	Causée par: <ul style="list-style-type: none"> - La fonte du couvert de neige; - Précipitations importantes; - Saturation du sol gelé qui empêche l'infiltration de l'eau (augmente le ruissellement). Survient lorsque la quantité d'eau à drainer dépasse la capacité normale des milieux hydriques, ce qui les amène à déborder par une montée lente des eaux. Influencée par la configuration du bassin versant et son degré d'artificialisation.
La présence de glaces en rivière et les embâcles	Embâcle de glaces	Survient lors de périodes de gel et de dégel hivernales ou au moment de la fonte printanière, alors que le temps doux affaiblit le couvert de glace des rivières. Créée par une barrière temporaire de glace qui rencontre une restriction à son déplacement, faisant déborder l'eau en amont. Le bris soudain de l'embâcle peut causer des inondations en aval de celui-ci. La glace peut être bloquée par la morphologie du cours d'eau ou être soudée par le gel à la rive. Des éléments tels que les piliers de ponts, les îles, des tournants prononcés, les eaux peu profondes, la réduction soudaine des pentes et l'étranglement du cours d'eau peuvent augmenter la probabilité de formation d'embâcle.
	Embâcle de frasil	Causé par l'agglomération de frasil qui limite le flux de l'eau en adhérant sous les couches de glace, au fond des rivières ou aux piliers de ponts, formant ce qui est parfois appelé un "barrage suspendu" ou un "embâcle de frasil"
	Embâcle de débris / Barrage de castors	Créé par l'accumulation de débris ou de bois au travers d'un cours d'eau, entraînant ainsi des inondations. Un barrage de castors peut produire des effets similaires à ceux d'un embâcle.
Le refoulement de réseaux d'eaux pluviales ou d'assainissement		Résulte d'un débordement du réseau de canalisation en milieu urbain, qui sont surchargés d'eau, lors de fortes pluies, lors de redoux hivernaux ou en raison de la fonte de la neige au printemps. L'inondation des infrastructures peut aussi être provoquée par le refoulement des égouts. En effet, la fonte des neiges, les pluies abondantes ou un blocage peuvent faire monter le niveau d'eau dans le réseau d'égout et causer une surcharge. Les eaux usées remontent alors dans les bâtiments par les drains de sols, les éviers, les toilettes, etc. Toutefois, ces événements d'inondation ne sont pas répertoriés, bien que le risque sanitaire soit important.
La remontée de la nappe phréatique		Causée par l'infiltration importante de l'eau (pluies abondantes ou fonte de la neige) ou lors d'une crue d'un plan d'eau voisin. La nappe phréatique se rapproche alors de la surface du sol ou excède son niveau.
Le ruissellement		Survient quand l'eau ne peut pas ou ne peut plus s'infiltrer dans le sol et se dirige directement vers des infrastructures sans passer par les rivières. Peut prendre de l'ampleur lorsque : <ul style="list-style-type: none"> - Le sol est fortement saturé en eau; - L'imperméabilité du sol est grande; - La fonte de la neige est rapide; - La pluie est abondante; - La pente du bassin est abrupte; - La surface du sol est peu végétalisée. Si l'accumulation de neige est supérieure à la moyenne et si le dégel est soudain, le risque d'un fort ruissellement et d'une inondation subséquente augmente (crue nivale).
La défaillance d'un ouvrage de contrôle des eaux		Causée par le dysfonctionnement d'un ouvrage de régulation des eaux (bris mécanique, bris physique, mauvaise gestion ou planification, etc.). Ces structures englobent toutes les constructions visant à altérer temporairement ou définitivement le comportement des eaux, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - Les barrages; - Les digues de protection contre les inondations; - Les stations de pompage; - Les clapets antiretours pour les égouts pluviaux ou sanitaires; - Les aboiteaux.

Éléments hydrométéorologiques

- Les précipitations. Qu'elles soient sous forme liquide ou solide, elles représentent la variable météorologique prédominante dans le déclenchement des inondations par débordement d'un cours d'eau (Buffin-Bélanger, Maltais et Gauthier, 2022). Les paramètres tels que la quantité, l'intensité, la durée, l'aire couverte et le trajet de la pluie déterminent le ruissellement qui atteint une rivière en influençant la capacité de la terre d'absorber la pluie (Environnement Canada (EC), 2013). Les précipitations printanières ou automnales, les puissants orages et les tempêtes post-tropicales représentent tous des causes d'inondations.
- L'évapotranspiration. L'évapotranspiration joue également un rôle crucial. L'intensité des précipitations et leur synchronisation, ou leur absence de synchronisation avec l'évapotranspiration vont faire fluctuer le débit des cours d'eau (Buffin-Bélanger et al., 2022). La quantité d'eau qui ruisselle sur le territoire correspond à la quantité d'eau totale (en volume) obtenue par les précipitations à laquelle est soustraite à la quantité d'eau absorbée par la végétation. Ainsi, un faible couvert végétal associé à de fortes précipitations peut accroître les risques d'inondations.
- La température. Le gel accroît l'imperméabilité du sol lorsqu'il contient déjà de l'humidité, ce qui diminue sa capacité d'infiltration. De plus, pendant l'hiver, les précipitations sous forme de neige s'accumulent, puis à la fonte des neiges ou lors de redoux, les eaux de surface s'écoulent rapidement sur le sol gelé en direction des cours d'eau. La présence de glaces épaisses sur les rivières influence quant à elle les crues et les embâcles. Le climat détermine aussi l'impact de la glace hivernale sur les rivières, ainsi que son dégel. (Environnement Canada (EC), 2013)

Perturbations du bassin versant

Les perturbations du bassin versant et l'utilisation du sol peuvent engendrer une accélération du débit des eaux de surface puisqu'elle modifie la capacité d'infiltration des sols et la manière dont l'eau s'écoule à la surface de ceux-ci. Cette augmentation de la vitesse d'écoulement peut entraîner des conséquences significatives sur le régime hydrique de la région, augmentant le risque d'inondation et d'érosion (Fiche diagnostique - *Érosion des berges*) (Buffin-Bélanger et al., 2022). Les principales perturbations du bassin versant susceptibles de déclencher des inondations comprennent :

- Les changements dans la topographie;
- L'imperméabilisation des sols et l'urbanisation (Fiche diagnostique - *Érosion des berges*);
- La destruction des milieux naturels, telle que les milieux hydriques et humides;
- La modification du lit des rivières et la linéarisation des cours d'eau
- La mise en place de fossés de drainage agricole ou routier.

Malgré le fait que ces facteurs soient généralement constants, la forme, la superficie, le type de sol et la topographie du bassin versant influencent eux aussi la quantité d'eau qui atteint une rivière (Environnement Canada (EC), 2013). Les diverses unités géomorphologiques telles que les caractéristiques des rivières de l'amont vers l'aval ont, elles aussi, une importance particulière, car elles permettent de déterminer le type de crue susceptible de se produire le long d'une section de rivière. Elles donnent également une évaluation de la stabilité de cette section face à d'éventuelles crues et, par conséquent, sa propension à la mobilité. Dans les plaines alluviales, les inondations sont généralement plus fréquentes et plus dommageables en raison de l'aménagement et de l'utilisation souvent étendus de ce type d'environnement (Buffin-Bélanger et al., 2022).

Changements climatiques

Selon le document d'adaptation aux changements climatiques « Les défis et perspectives pour la région des Laurentides » (2020), réalisée par Ouranos, on doit s'attendre à une modification des débits des cours d'eau dans la région. Les faits saillants pour la ZGIE du Nord en lien avec la problématique d'inondation se résument aux points suivants :

- Hausse des épisodes de gel/dégel menant à des élévations des débits hivernaux moyens des rivières pour l'horizon 2041-2070 (consensus fort);
- Augmentation des précipitations liquides en hiver due à une hausse des températures hivernales;
- Élévation des températures;
- Hausse des événements de fortes précipitations (fréquence et intensité des précipitations) pouvant influencer, entre autres, le ruissellement, les débordements d'eaux usées, les niveaux d'eau et l'ampleur des débits de pointe;
- Les simulations récentes laissent entrevoir un amincissement des inondations printanières dans le sud des Laurentides dû à des crues printanières moins intenses. Des inondations de ruissellement pourraient toutefois être plus fréquentes en raison de l'augmentation des épisodes de pluie intense durant l'été et l'automne (Ouranos, 2020).

3) Bibliographie

- Agence de la santé publique du Canada. (2022, 6 juillet). Fiches d'information sur les changements climatiques et la santé publique. Repéré le 26 janvier 2024 à <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/promotion-sante/sante-publique-environnementale-changements-climatiques/fiches-information-changements-climatiques-sante-publique-inondations.html>
- Buffin-Bélanger, T., Maltais, D. et Gauthier, M. (2022). *Les inondations au Québec: Risques, aménagement du territoire, impacts socioéconomiques et transformation des vulnérabilités*. Québec, Qc : Presses de l'Université du Québec (PUQ). Repéré à https://books.google.ca/books?hl=fr&lr=&id=OY-ZEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT34&dq=cons%C3%A9quences+environnementales+des+inondations+qu%C3%A9bec&ots=vxu2qK1H_r&sig=kvRKrfFjDKtbsaJUb46U3CKyfl4#v=onepage&q=cons%C3%A9quences%20environnementales%20des%20inondations%20qu%C3%A9bec&f=false
- Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ). (2015). *Atlas hydroclimatique du Québec méridional : Impact des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050* (p. 81). Québec, Qc. Repéré à https://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/atlas_hydroclimatique.pdf
- Direction de l'expertise hydrique. (2018). *Document d'accompagnement de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional 2018* (p. 34). Québec, Qc : Ministère du développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDELCC). Repéré à <https://www.cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/doc-accompagnement.pdf>
- Environnement Canada (EC). (2013). Les causes des inondations [Recherche]. Repéré le 14 mai 2020 à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-apercu/volume/causes-inondation.html#Pr%C3%83%C2%A9cipitations>
- Fortin, C., Laliberté, M. et Ouzilleau, J. (2001). *Guide d'aménagement et de gestion du territoire utilisé par le castor au Québec*. Ste-Foy, Québec : Fondation de la faune du Québec. Repéré à https://fondationdelafaune.qc.ca/documents/x_guides/850_guideamenaggestionterritoirecastor.pdf
- Godin, D. (2022). *Atelier de concertation sur la gestion des barrages anthropiques* [Power point]. Saint-Jérôme. Repéré le 28 février 2023 à https://dsy2n4gxdp44v.cloudfront.net/wp-content/uploads/2022/11/2022-11-11_Presentation_gestion_Abrinord_RPNS.pdf
- Gouvernement du Québec. (2020). Historique des événements de la sécurité civile. Repéré à https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset?q=historique+s%C3%A9curit%C3%A9&extras_organisation_principale=
- Gouvernement du Québec. (2022, 3 mai). Régime transitoire de gestion des zones inondables, des rives et du littoral. Repéré le 4 mai 2022 à <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/plan-de-protection-du-territoire-face-aux-inondations/gestion-rives-littoral-zones-inondables/projet-regime-transitoire-gestion-zones-inondables-rives-littoral>
- Gouvernement du Québec. (2023, 18 avril). Cartographie des inondations du printemps 2023. Repéré le 19 janvier 2024 à <https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo2/apercu-qc/?context=inondation2023>
- Loi sur la sécurité des barrages. , S-3.1.01. Repéré le 12 janvier 2023 à <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/s-3.1.01>
- Loi sur l'aménagement et l'urbanisme. , RLRO c A-19.1. Repéré à <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/A-19.1>
- Ministère de la Sécurité publique (MSP). (2019). Historique des événements de sécurité civile - Archives. Données Québec. Repéré à <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/observations-terrain-historiques-devenements-archives>
- Ministère de la Sécurité publique (MSP). (2022). *Préparer la réponse aux sinistres : Guide à l'intention du milieu municipal pour l'établissement d'une préparation adaptée aux inondations* (p. 55). Repéré à https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/securete-publique/publications-adm/publications-secteurs/securete-civile/soutien-municipalites/GUI_preparer_reponse_sinistres_inondation_22-02-07_2.pdf
- Ministère de la Sécurité publique (MSP). (2024). Vigilance — Surveillance de la crue des eaux. Vigilance — Surveillance de la crue des eaux. Repéré le 19 janvier 2024 à https://vigilance.geo.msp.gouv.qc.ca/stations?sort=a_etat_max.desc.nullslast,e_plan_deau&numberPerPage=10&a_etat_max=&b_label=&c_mun=&d_regadmin=Laurentides&e_plan_deau=&f_mrc=&g_bassin_versant=Rivi%C3%A8re%20Nord%20&prev=false&page=2
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2019). Zone d'intervention spéciale (ZIS). Repéré le 27 mai 2020 à <https://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/zones-intervention-speciale.htm>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020). Stations hydrométriques provinciales. Repéré à <https://www.pes1.envioweb.gouv.qc.ca/AtlasPCE/Proxy.ashx?http://www.servicesasgeo.m380.pes.si.qc/asgeoguichet/rest/services/Consultation/Eau/MapServer/exts/MetaDonneesRestSOE/MetadataResource/11/AfficherMetadata?f=htm&guid=ab4a3029-coee-4039-b41a-1879d09346f7>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2021). Répertoire des barrages. Repéré le 3 février 2021 à <https://www.cehq.gouv.qc.ca/barrages/default.asp>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (s. d.-a). Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec.

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (s. d.-b). Zones inondables - Informations générales. Zones inondables - Informations générales. Repéré le 13 mai 2020 à <https://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/index.htm>

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). (2020). Animaux importuns - dommages causés par la faune : Castor. Repéré le 25 juin 2020 à <https://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/importuns/fiche.asp?fiche=castor>

Ouranos. (2015). Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec (p. 114). Montréal, Qc. Repéré à <https://www.ouranos.ca/sites/default/files/2022-12/proj-201419-synthese2015-rapportcomplet.pdf>

Ouranos. (2020). Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région des Laurentides. Repéré le 7 octobre 2020 à https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/lutte_contre_changements_climatiques/fiches_syntheses_regionales/FIC_OuranosLaurentides.pdf

Ouranos. (s. d.). Crues et inondations - Impacts. Ouranos. Repéré le 26 janvier 2024 à <https://www.ouranos.ca/fr/phenomenes-climatiques/cruces-inondations-impacts>

Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des bassins versants (RAPPEL). (s. d.). Érosion. Repéré le 18 septembre 2023 à <https://rappe.lqc.ca/fiches-informatives/erosion/>