



AECOM



Vulnérabilités et potentiels d'adaptabilité du territoire de la CMQuébec aux conséquences des changements climatiques

Étape 1 : Établissement du portrait
Version finale

Communauté métropolitaine de Québec
(CMQuébec)

Mars 2024

Offrir un monde meilleur

Réserves et Limites

Le rapport ci-joint (le « Rapport ») a été préparé par AECOM Consultants Inc. (« Consultant ») au bénéfice du client (« Client ») conformément à l'entente entre le Consultant et le Client, y compris l'étendue détaillée des services (le « Contrat »).

Les informations, données, recommandations et conclusions contenues dans le Rapport (collectivement, les « Informations ») :

- sont soumises à la portée des services, à l'échéancier et aux autres contraintes et limites contenues au Contrat ainsi qu'aux réserves et limites formulées dans le Rapport (les « Limites »);
- représentent le jugement professionnel du Consultant à la lumière des Limites et des standards de l'industrie pour la préparation de rapports similaires;
- peuvent être basées sur des informations fournies au Consultant qui n'ont pas été vérifiées de façon indépendante;
- n'ont pas été mises à jour depuis la date d'émission du Rapport et leur exactitude est limitée à la période de temps et aux circonstances dans lesquelles elles ont été collectées, traitées, produites ou émises;
- doivent être lues comme un tout et, par conséquent, aucune section du Rapport ne devrait être lue hors de ce contexte;
- ont été préparées pour les fins précises décrites dans le Rapport et le Contrat;
- dans le cas de conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, peuvent être basées sur des tests limités et sur l'hypothèse que de telles conditions sont uniformes et ne varient pas géographiquement ou dans le temps.

Le Consultant est en droit de se fier sur les informations qui lui ont été fournies et d'en présumer l'exactitude et l'exhaustivité et n'a pas l'obligation de mettre à jour ces informations. Le Consultant n'accepte aucune responsabilité pour les événements ou les circonstances qui pourraient être survenus depuis la date à laquelle le Rapport a été préparé et, dans le cas de conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, n'est pas responsable de toute variation dans de telles conditions, que ce soit géographiquement ou dans le temps.

Le Consultant convient que le Rapport représente son jugement professionnel tel que décrit ci-dessus et que l'Information a été préparée dans le but spécifique et pour l'utilisation décrite dans le Rapport et le Contrat, mais ne fait aucune autre représentation ou garantie de quelque nature que ce soit, expresse ou implicite, en ce qui concerne le Rapport, les Informations ou toute partie de ceux-ci.

Sans limiter de quelque façon la généralité de ce qui précède, toute estimation ou opinion fournies par le Consultant concernant les coûts et l'échéancier de travaux construction ou de toute autre activité professionnelle décrite dans le Contrat représentent le jugement professionnel du Consultant à la lumière de son expérience et de la connaissance et des informations dont il dispose au moment de la préparation du Rapport. N'ayant aucun contrôle sur le marché, les conditions économiques, le prix de la main-d'œuvre, du matériel et des équipements de construction ou les procédures d'appel d'offres, le Consultant, ses administrateurs, dirigeants et employés ne sont en mesure de faire aucune représentation ou garantie de quelque nature que ce soit, expresse ou implicite, quant à l'exactitude de ces estimations et opinions ou quant à l'écart possible entre celles-ci et les coûts et échéanciers de construction réels ou de toute autre activité professionnelle décrite dans le Contrat, et n'acceptent aucune responsabilité pour tout dommage ou perte découlant ou lié de quelque façon à celles-ci. Toute personne se fiant sur ces estimations ou opinions le fait à ses propres risques.

À moins que (1) le Consultant et le Client n'en conviennent autrement par écrit; (2) que ce soit requis en vertu d'une loi ou d'un règlement; ou (3) que ce soit utilisé par un organisme gouvernemental révisant une demande de permis ou d'approbation, seul le Client est en droit de se fier ou d'utiliser le Rapport et les Informations.

Le Consultant n'accepte et n'assume aucune responsabilité de quelque nature que ce soit envers toute partie, autre que le Client, qui pourrait avoir accès au Rapport ou à l'Information et l'utiliser, s'y fier ou prendre des décisions qui en découlent, à moins que cette dernière n'ait obtenu l'autorisation écrite préalable du Consultant par rapport à un tel usage (« Usage non conforme »). Tout dommage, blessure ou perte découlant d'un Usage non conforme du Rapport ou des Informations sera aux propres risques de la partie faisant un tel Usage.

Ces Réserves et Limites font partie intégrante du Rapport et toute utilisation du Rapport est sujette à ces Réserves et Limites.

© 2023 AECOM Consultants Inc. Tous droits réservés.

Informations de qualité

Préparé par	Préparé par	Vérfié par	Approuvé par
<hr/>	<hr/>	<hr/>	
Cherine Akkari Annie Bergeron Adèle Feugier	Max-Émile Kessler-Nadeau Julie Larocque Hassan Rouhani Ionah Seyfried	Pierre Roy	Jacques Langlois

Historique des révisions

Révision	Date de révision	Détails	Nom	Position
00	2023-07-20	Version préliminaire	Jacques Langlois	Chargé de projet
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				

Liste de distribution

PDF requis	Association / Nom de l'entreprise
✓	Communauté métropolitaine de Québec
✓	AECOM
<hr/>	
<hr/>	

Préparé pour :

Communauté métropolitaine de Québec

Préparé par :

AECOM Consultants Inc.
85, rue Sainte-Catherine Ouest
Montréal, QC H2X 3P4
Canada

T : 514 287-8500

F : 514 287-8600

aecom.com

© 2023 AECOM Consultants Inc. Tous droits réservés.

Ce document a été préparé par AECOM Consultants Inc. (ci-après « AECOM ») à l'usage exclusif de notre client (ci-après le « Client ») conformément aux principes de consultation généralement reconnus, au budget d'honoraires et aux conditions dont ont convenu AECOM et le Client. Toute information fournie par des tiers et mentionnée aux présentes n'a pas été vérifiée par AECOM, sauf si on précise explicitement le contraire dans le document. Aucun tiers ne peut s'appuyer sur le présent document sans l'autorisation préalable, expresse et écrite d'AECOM.

Lexique

Aléa climatique

Phénomène météorologique soit intermittent (tornade, verglas, vent, vague de chaleur, sécheresse, redoux), soit d'évolution à plus ou moins long terme (hausse des températures moyennes) (Groupe Conseil Carbone, 2022).

Analyse et évaluation du risque climatique

Processus qui vise à estimer le niveau de risque climatique par l'analyse des probabilités d'occurrence des phénomènes climatiques extrêmes et de la sévérité de leurs conséquences potentielles ainsi qu'à déterminer les risques qui requièrent une priorité de traitement et la mise en place de mesures pour en réduire l'importance.

Capacité d'adaptation

Capacité des communautés et des écosystèmes à s'ajuster pour faire face aux changements climatiques afin de minimiser les effets négatifs et de tirer profit des avantages (Ouranos, 2010).

Crue

Une crue représente une montée du niveau de l'eau d'une rivière nettement au-dessus des niveaux habituels. Une crue printanière se produit lors de la fonte de la neige et de la glace au printemps, alors que les crues estivales, aussi appelées crue éclair, peuvent se produire en été lors d'une pluie abondante. Une crue peut être un facteur favorisant une inondation dans un secteur, quoiqu'elle n'en soit pas toujours la cause (Ouranos, s.d.).

Degré d'exposition

Type, ampleur et rythme des variations du climat et des événements climatiques auxquels les communautés et les écosystèmes sont exposés (Ouranos, 2010).

Embâcle

Les embâcles sont généralement le fruit de l'agglomération de blocs de glace au printemps causé par le dégel de la glace de rivière et s'accumulent pour obstruer l'écoulement de l'eau. Couplés à des volumes d'eau importants au printemps, les embâcles sont particulièrement problématiques par l'effet de barrage qu'elles induisent et les inondations qu'elles produisent conséquemment (Ouranos, s.d.).

Étiage

Niveaux d'eau de surface ou souterraine largement en deçà de la moyenne à long terme.

Exposition

Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un cadre susceptible de subir des dommages (GIEC, 2018).

Impact potentiel

Conséquence potentielle de l'interaction entre l'exposition des éléments aux changements climatiques et leurs niveaux de sensibilité à ces variations.

Indicateur climatique

Indicateur permettant de dresser un portrait des variations climatiques pour une période donnée. Un indicateur fait référence à un événement météorologique ou à un ensemble de circonstances météorologiques qui pourraient avoir une incidence négative sur différents domaines d'analyse.

Infrastructure verte

Ensemble interrelié de systèmes écologiques naturels et artificiels, d'espaces verts et d'autres éléments du paysage: arbres indigènes et plantés, zones humides, parcs, prés, prairies et boisés naturels. Le terme inclut parfois l'aménagement de rues et de bâtiments comportant une végétalisation. L'infrastructure verte procure des services et assure des fonctions comme le fait l'infrastructure classique (GIEC, 2018).

Inondation

Une inondation se définit comme un débordement d'eau qui submerge les terres habituellement sèches la majeure partie de l'année. Il s'agit d'un phénomène naturel survenant à différentes fréquences et qui n'est pas nécessairement négatif. Il devient un risque lorsque des éléments importants, comme des bâtiments et des routes y sont exposés et qu'ils subissent des dommages (Ouranos, s.d.).

Impact anticipé

Conséquences anticipées de l'interaction entre la vulnérabilité aux changements climatiques et niveau de risque associé aux phénomènes climatiques extrêmes.

Niveau de risque

Importance attribuée à un risque en fonction de l'évaluation des probabilités d'occurrence de l'aléa en cause et de ses conséquences potentielles (Ministère de la Sécurité publique, 2008).

Phénomène climatique extrême

Phénomène climatique avec un seuil identifiable permettant de calculer le nombre d'occurrences projetées au cours d'une année, par exemple vagues de chaleur extrême, sécheresses, précipitations extrêmes, événements de gel-dégel et vents violents.

Précipitations extrêmes

Pluies qui apportent sur une courte durée (de 5 minutes à une journée) une importante quantité d'eau pouvant causer l'inondation des terres basses (résidences, infrastructures et routes), surcharger les réseaux d'assainissement de l'eau et endommager les terres agricoles et les forêts.

Résilience climatique

Capacité des personnes et des systèmes à faire face à ou à se rétablir à la suite d'une évolution, d'une perturbation ou d'un événement dangereux lié au climat tout en conservant leurs structures leurs fonctions et leurs capacités d'adaptation (Gouvernement du Canada, 2022).

Risque climatique

Combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement climatique et de ses conséquences pouvant en résulter sur les éléments vulnérables d'un milieu donné (Ouranos, 2010).

Sécheresse

Événement pendant lequel il y a eu moins de 0,2 mm de précipitations pendant une période de 10 jours.

Sensibilité

Proportion dans laquelle un élément exposé, une collectivité ou une organisation est susceptible d'être affecté (positivement ou négativement) par la manifestation d'un aléa (événement climatique) (Ouranos, 2010). La sensibilité s'évalue par le niveau de fonctionnalité de chaque élément considéré, à la suite d'une exposition à un aléa.

Services écosystémiques

Processus ou fonctions écologiques qui présentent un intérêt, pécuniaire ou non, pour des individus ou pour une société dans son ensemble. On distingue souvent: 1) les services de soutien tel le maintien de la productivité ou de la biodiversité ; 2) les services d'approvisionnement, par exemple en aliments ou en fibres; 3) les services de régulation comme la régulation climatique ou le piégeage du carbone ; et 4) les services culturels tels que le tourisme ou les activités à caractère spirituel et esthétique (GIEC, 2018).

Vague de chaleur extrême :

Période d'au moins trois jours consécutifs présentant des températures supérieures à 31°C et ayant des températures minimales de 18°C (INSPQ, 2022).

Variation climatique

Modifications des propriétés du climat et qui persistent pendant une longue période (adaptée du rapport de Groupe Conseil Carbone, 2022, définition tirée du GIEC).

Vulnérabilité au changement climatique

Degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé (exposition), ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation (Définition du GIEC). Dans le cadre de ce projet, nous considérons que la vulnérabilité est la résultante de l'interaction entre l'exposition et la sensibilité, soit l'impact potentiel, et la capacité d'adaptation.

Liste des abréviations

CCSC :	Centre canadien des services climatiques
CEHQ :	Centre d'expertise hydrique du Québec
CHUL :	Centre hospitalier de l'Université Laval
CISSS :	Centre intégré de santé et services sociaux
CIUSSS :	Centre intégré universitaire de santé et services sociaux
CMQuébec :	Communauté métropolitaine de Québec
CRERCN :	Conseil régional de l'environnement de la région de la Capitale nationale
ECCC :	Environnement et Changement climatique Canada
EEE :	Espèces exotiques envahissantes
GES :	Gaz à effet de serre
INSPQ :	Institut national de santé publique du Québec
IUCPQ :	Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec
LET :	Lieu d'enfouissement technique
MELCCFP :	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MRC :	Municipalité régionale de comté
MSP :	Ministère de la Sécurité publique du Québec
PIACC :	Programme de soutien à l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques à la planification municipale
PMAD:	Plan métropolitain d'aménagement et de développement
PMGMR :	Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles
RSS :	Région sociosanitaire
UTE :	Usine de traitement d'eau potable

Table des matières

Lexique.....	vii
1. Introduction	1
1.1 Description du projet	1
1.2 Approche.....	1
1.3 Objectif.....	1
1.4 Gouvernance	1
1.5 Localisation du territoire à l'étude	1
2. Méthodologie	4
2.1 Étape 1	5
2.2 Étape 2	6
2.3 Étape 3	7
2.4 Étape 4	7
2.5 Données obtenues.....	7
2.6 Données consultées en ligne	8
2.7 Limites de l'analyse.....	9
3. Contexte	10
3.1 Contexte législatif.....	10
3.2 Occupation du territoire.....	10
4. Portrait du territoire	12
4.1 Contexte socioéconomique.....	12
4.1.1 Population et logement.....	12
4.1.2 Conditions socio-économiques	12
4.1.3 Milieux de vie	12
4.1.3.1 Milieu de vie urbain.....	14
4.1.3.2 Milieu de vie périurbain.....	21
4.1.3.3 Milieu de vie rurban	23
4.2 Contexte géophysique et écologique	24
4.3 Agriculture.....	24
4.4 Activités économiques et récréotouristiques	26
4.5 Installations et équipements collectifs	27
4.5.1 Établissements scolaires	27
4.5.2 Établissements de soins de santé	28
4.5.3 Espaces et équipements culturels et communautaires.....	29
4.5.4 Espaces publics, parcs et espaces verts	29
4.5.5 Installations sportives	30
4.6 Grands ensembles patrimoniaux	30
4.7 Paysage	32
4.8 Réseaux et installations de transport d'intérêt métropolitain	35
4.8.1 Transport routier	37
4.8.2 Réseau cyclable	37
4.8.3 Transport collectif	40
4.8.4 Transport ferroviaire.....	40
4.8.5 Installation aérienne.....	40

4.8.6	Installation portuaire	40
4.8.7	Transport et distribution de l'énergie.....	41
4.9	Infrastructures de production énergétique.....	42
4.9.1	Raffinerie	42
4.9.2	Parc éolien.....	42
4.9.3	Biométhanisation	42
4.9.4	Parc solaire.....	42
4.9.5	Barrage et centrale hydroélectrique.....	42
4.10	Milieus naturels	43
4.10.1	Boisés et forêts.....	43
4.10.2	Biodiversité	43
4.10.3	Milieus humides et hydriques	43
4.10.4	Milieus côtiers et estuaire fluvial	44
4.11	Services à la population	45
4.11.1	Approvisionnement en eau potable	45
4.11.2	Gestion des eaux usées	47
4.11.3	Gestion des matières résiduelles.....	48
5.	Évolution des conditions météorologiques des 30 dernières années.....	51
5.1	Contexte général.....	53
5.2	Station de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec	54
5.3	Station Beauséjour.....	59
5.4	Station de l'Île d'Orléans	62
5.5	Comparatif des trois stations étudiées	66
6.	Événements climatiques récents ayant eu un impact notable sur le territoire de la CMQ.....	67
6.1	Précipitations et inondations	67
6.1.1	Précipitations extrêmes	68
6.1.2	Crues	69
6.1.3	Embâcles	79
6.1.4	Inondations	81
6.2	Sécheresses et étiage	83
6.3	Vagues de chaleur extrême	84
6.4	Verglas.....	85
6.5	Tempêtes hivernales	85
6.6	Grêle	86
6.7	Vents.....	86
6.8	Feux de forêt.....	88
6.9	Glissement de terrain.....	89
6.10	Espèces exotiques envahissantes et ravageurs	90
6.10.1	Espèces exotiques envahissantes.....	90
6.10.2	Épidémies	92
7.	Faits saillants de l'étape 1 et prochaines étapes.....	95
7.1	Faits saillants	95
7.1.1	Portrait du territoire	95
7.1.2	Évolution des conditions météorologiques des 30 dernières années	95
7.1.3	Événements climatiques récents ayant eu un impact notable sur le territoire	96

7.2 Prochaines étapes 97

8. Bibliographie 98

8.1 Intrants fournis par le client (voir section 2.5)..... 98

8.2 Autres références utilisées pour le rapport..... 99

Figures

Figure 1-1 : Zone d'étude 3

Figure 2-1 : Étapes du projet et leur méthodologie 4

Figure 3-1 : Structuration du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec 11

Figure 4-1 : Délimitation des milieux urbain, périurbain et rurbain 13

Figure 4-2 : Plan d'ensemble des Coulées vertes et bleues 15

Figure 4-3 : Variabilité spatiale des concentrations moyennes annuelles de particules fines ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) à Québec 16

Figure 4-4 : Îlots de chaleur 18

Figure 4-5 : Indice de sensibilité face aux vagues de chaleur 20

Figure 4-6 : Plan d'ensemble des Monts et collines 22

Figure 4-7 : Délimitation et classification de la zone agricole provinciale 25

Figure 4-8 : Localisation des piscines et des jeux d'eau en lieu des îlots de chaleur pour les villes de Québec et Lévis 30

Figure 4-9 : Grands ensembles patrimoniaux et axes d'intérêt métropolitain 31

Figure 4-10 : Vue depuis l'ouest du site patrimonial de la Chute-Montmorency, vers l'île d'Orléans 33

Figure 4-11 : Vers le secteur est de Sainte-Anne-de-Beaupré, depuis le quai municipal 33

Figure 4-12 : Panorama depuis le bassin Louise vers le promontoire de Québec 34

Figure 4-13 : Infrastructures d'interconnexion métropolitaines et interurbaines 36

Figure 4-14 : Réseau routier d'intérêt métropolitain 37

Figure 4-15 : Réseau cyclable métropolitain 39

Figure 4-16 : Port de Québec en chiffres 41

Figure 4-17 : Bassins versants de prises d'eau de surface municipales 46

Figure 5-1 : Stations météorologiques de l'étude 52

Figure 5-2 : Tendances des températures moyennes annuelles estivales et hivernales pour 16 villes canadiennes 53

Figure 5-3 : L'évolution du réchauffement planétaire depuis 1850 54

Figure 5-4 : Données de températures et précipitations selon les mois, de 1993 à 2022, pour la Station de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec 56

Figure 5-5 : Températures de 1993 à 2022 (données de 1995 non disponibles) 57

Figure 5-6 : Températures de 1944 à 2022 57

Figure 5-7 : Nombre de jours avec une température maximale au-dessus de 30°C entre 1993 et 2022 (données non disponibles en 1994 et 1995) 58

Figure 5-8 :	Degré-jour température minimale au-dessus de 0°C entre 1993 et 2022 (données non disponibles en 1994 et 1995). Le Degré-jour est la somme des températures journalière plus froid que T _{min} < 0°C.	58
Figure 5-9 :	Données de températures et précipitations selon les mois, de 1993 à 2022, pour la station Beauséjour	60
Figure 5-10 :	Températures de 1993 à 2022	60
Figure 5-11 :	Nombre de jours avec une température maximale au-dessus de 30°C entre 1993 et 2022	61
Figure 5-12 :	Degré-jour température minimale au-dessus de 0°C entre 1993 et 2022	62
Figure 5-13 :	Données de températures et précipitations selon les mois, de 1993 à 2022, pour la station de l'Île d'Orléans.....	63
Figure 5-14 :	Températures de 1993 à 2022 (données non disponibles avant 1999, en 2006 et à partir de 2020).....	64
Figure 5-15 :	Nombre de jours avec une température maximale au-dessus de 30°C entre 1993 et 2022 (données non disponibles avant 1999 et à partir de 2020)	65
Figure 5-16 :	Degré-jour température minimale au-dessus de 0°C entre 1993 et 2022 (données non disponibles avant 1999, en 2006 et à partir de 2021)	65
Figure 6-1 :	Localisation des stations hydrométriques du CHQ utilisées pour le territoire de la CMQuébec	70
Figure 6-2 :	Hydrogramme statistique du débit journalier des rivières Jacques-Cartier et Montmorency de 1998 à 2022 (Agglomération de Québec). Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée	73
Figure 6-3 :	Hydrogramme statistique du débit journalier des rivières des Hurons de 2008 à 2022 et Nelson de 2006 à 2022 (Agglomération de Québec). Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée	74
Figure 6-4 :	Hydrogramme statistique du débit journalier des rivières Beauport de 2006 à 2022 et Saint-Charles de 1998 à 2022 (Agglomération de Québec). Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée	75
Figure 6-5 :	Rivière Montmorency le 25 décembre 2020	76
Figure 6-6 :	Hydrogramme statistique du débit journalier des rivières Chaudière et Beauvillage (Ville de Lévis) de 1998 à 2022. Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée	77
Figure 6-7 :	Hydrogramme statistique du débit journalier de la rivière Etchemin (Ville de Lévis) et Dauphine (l'Île d'Orléans) de 1998 à 2022. Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée	78
Figure 6-8 :	Cartographie des embâcles ayant causé des dégâts sur le territoire de la CMQ depuis 25 ans.....	79
Figure 6-9 :	Chronologie des embâcles (A) et de leur sévérité (B) sur le territoire de la CMQ depuis 25 ans.....	80
Figure 6-10 :	Chronologie (A) et sévérité (B) des inondations sur le territoire de la CMQ depuis 25 ans	81
Figure 6-11 :	Données des chablis ayant affecté la forêt sur le territoire de la CMQ au cours des 25 dernières années	87
Figure 6-12 :	Impact des événements climatiques sur les peuplements forestiers : chronologie des chablis sur le territoire de la CMQuébec au cours des 25 dernières années	87
Figure 6-13 :	Chronologie des feux de forêt répertoriés sur le territoire de la CMQuébec	88
Figure 6-14 :	Distribution de la superficie des feux de forêt sur le territoire de la CMQuébec	88

Figure 6-15 : Données de glissement de terrain pour les années 1998 à 2022, sur le territoire de la CMQuébec 89

Figure 6-16 : Distribution des glissements de terrain sur le territoire de la CMQuébec au cours des 25 dernières années 90

Figure 6-17 : Observations d'espèces exotiques envahissantes sur le territoire de la CMQuébec, entre 2003 et 2022 91

Figure 6-18 : Chronologie des observations d'EEE sur le territoire de la CMQuébec, entre 2003 et 2022 91

Figure 6-19 : Espèces exotiques envahissantes observées sur le territoire de la CMQuébec, entre 2003 et 2022 92

Figure 6-20 : Données d'épidémies d'insectes affectant la forêt pour les années 1983 à 1986..... 93

Figure 6-21 : Impact des événements climatiques sur les peuplements forestiers : chronologie des épidémies sur le territoire de la CMQuébec..... 93

Tableaux

Tableau 2-1 : Dimensions et thématiques d'analyse 6

Tableau 4-1 : Superficie de la pédologie selon les classes de sols de la zone agricole 26

Tableau 4-2 : Distribution des établissements scolaires sur le territoire de la CMQuébec..... 28

Tableau 4-3 : Distribution des établissements de santé sur le territoire de la CMQuébec..... 29

Tableau 4-4 : Stations d'épuration des eaux usées sur le territoire de la CMQuébec..... 47

Tableau 4-5 : Inventaire des infrastructures ayant traité des matières résiduelles en provenance de la CMQuébec (Rive-Nord) selon les catégories d'infrastructures en 2019..... 48

Tableau 4-6 : Principales infrastructures de traitement des matières résiduelles selon les catégories d'infrastructures (Ville de Lévis et Municipalité de Saint-Lambert-de-Lauzon) 49

Tableau 5-1 : Données mensuelles de températures, pluie, neige et vent de 1993 à 2022, pour la station de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec 55

Tableau 5-2 : Données mensuelles de températures, pluie, neige et vent de 1993 à 2022, pour la station Beauséjour 59

Tableau 5-3 : Données mensuelles de températures, pluie, neige et vent de 1993 à 2022, pour la station de l'Île d'Orléans..... 63

Tableau 5-4 : Comparaison entre les trois stations étudiées 66

Tableau 6-1 : Description des stations de débit active du CEHQ pour lesquels des hydrogrammes ont été calculés 69

Tableau 6-2 : Exemples d'inondations survenues sur le territoire de la CMQuébec entre 1998 et 2022 82

Tableau 6-3 : Analyses des données climatiques préliminaires sur les sécheresses dans la CMQuébec entre 1998 et 2022..... 84

1. Introduction

1.1 Description du projet

La Communauté métropolitaine de Québec (CMQuébec), composée de 28 municipalités, est le deuxième pôle démographique et économique du Québec après celui de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM). La préservation de l'environnement, l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques sont au cœur des principales préoccupations de ses élus locaux. À cet effet, des projets structurants de réduction des gaz à effet de serre (GES) et d'adaptation aux impacts des changements climatiques ont vu le jour sur son territoire.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le diagnostic territorial réalisé dans le cadre du projet Vulnérabilités et potentiels d'adaptabilité du territoire de la CMQuébec aux conséquences des changements climatiques, grâce au financement du *Programme de soutien à l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques à la planification municipale* (PIACC).

1.2 Approche

La démarche, qui se veut participative, est basée sur l'acquisition et l'analyse de données diverses ainsi que sur les réflexions menées par les acteurs du territoire, dans le cadre d'une concertation élargie, en vue d'identifier les mesures permettant d'atténuer les vulnérabilités du territoire face aux conséquences des changements climatiques et de faire ressortir les potentiels d'adaptabilité intrinsèques à la CMQuébec. Plusieurs consultations sont prévues à différents moments du projet. Les résultats et analyses seront présentés afin d'être validés auprès d'un comité de partenaires.

1.3 Objectif

L'objectif du projet est d'appuyer la CMQuébec afin de dresser un état des lieux des vulnérabilités, des risques climatiques et des facteurs non climatiques à même d'influencer les impacts du climat sur son territoire. Il est en effet reconnu que les municipalités ont un rôle à jouer dans l'amélioration des connaissances des impacts et des vulnérabilités au niveau local tout comme dans la mise en œuvre des actions d'adaptation. L'ampleur et la gravité des impacts des changements climatiques ne dépendent pas uniquement du changement climatique lui-même. Elles découlent également de la sensibilité des populations, des écosystèmes, de la biodiversité, des infrastructures, des bâtiments municipaux ou encore des activités économiques à ces changements, ainsi que de la capacité à y faire face.

Ce diagnostic territorial des vulnérabilités et des risques climatiques vise à caractériser de manière approfondie la vulnérabilité actuelle et future de la région métropolitaine de Québec face aux changements climatiques et à définir, de manière concertée avec les différents acteurs, les enjeux, les opportunités, ainsi que les directions possibles et souhaitables à prendre pour une meilleure résilience de la CMQuébec aux multiples défis posés par les changements et les variabilités climatiques.

1.4 Gouvernance

CMQuébec travaille de manière concertée avec ses composantes, leurs municipalités et les parties prenantes en matière d'adaptation aux changements climatiques sur le territoire. Pour ce faire, un comité de partenaires représentant les 5 composantes du territoire de la CMQuébec a été créé et impliqué à chacune des étapes du projet. Les municipalités et parties prenantes ont également été consultées.

1.5 Localisation du territoire à l'étude

Le territoire de la CMQuébec est situé au cœur de deux régions administratives, soit les régions de la Capitale-Nationale et de Chaudières-Appalaches, qui sont séparées par le fleuve Saint-Laurent, élément omniprésent du territoire (Figure 1-1). La présente étude inclut l'ensemble du territoire de la CMQuébec, composé de 28 municipalités réparties au sein de 5 grandes entités : la MRC de La Jacques-Cartier (9 municipalités), la MRC de La Côte-de-Beaupré (9 municipalités), la MRC de l'Île d'Orléans (6 municipalités), la Ville de Lévis (1 municipalité) et l'Agglomération de Québec (3 municipalités). La superficie totale du territoire de la CMQuébec est de 3 347 km², mais

s'élève à 9 500 km² en considérant les trois territoires non organisés (TNO) : Lac-Croche, Lac-Jacques-Cartier et Sault-au-Cochon. Sur la figure suivante, le territoire de la CMQuébec est délimité par la ligne rouge.

2. Méthodologie

Le projet est divisé en quatre grandes étapes (Figure 2-1). Le rapport présenté ici correspond à l'étape 1.

ÉTAPES ET LEUR MÉTHODOLOGIE

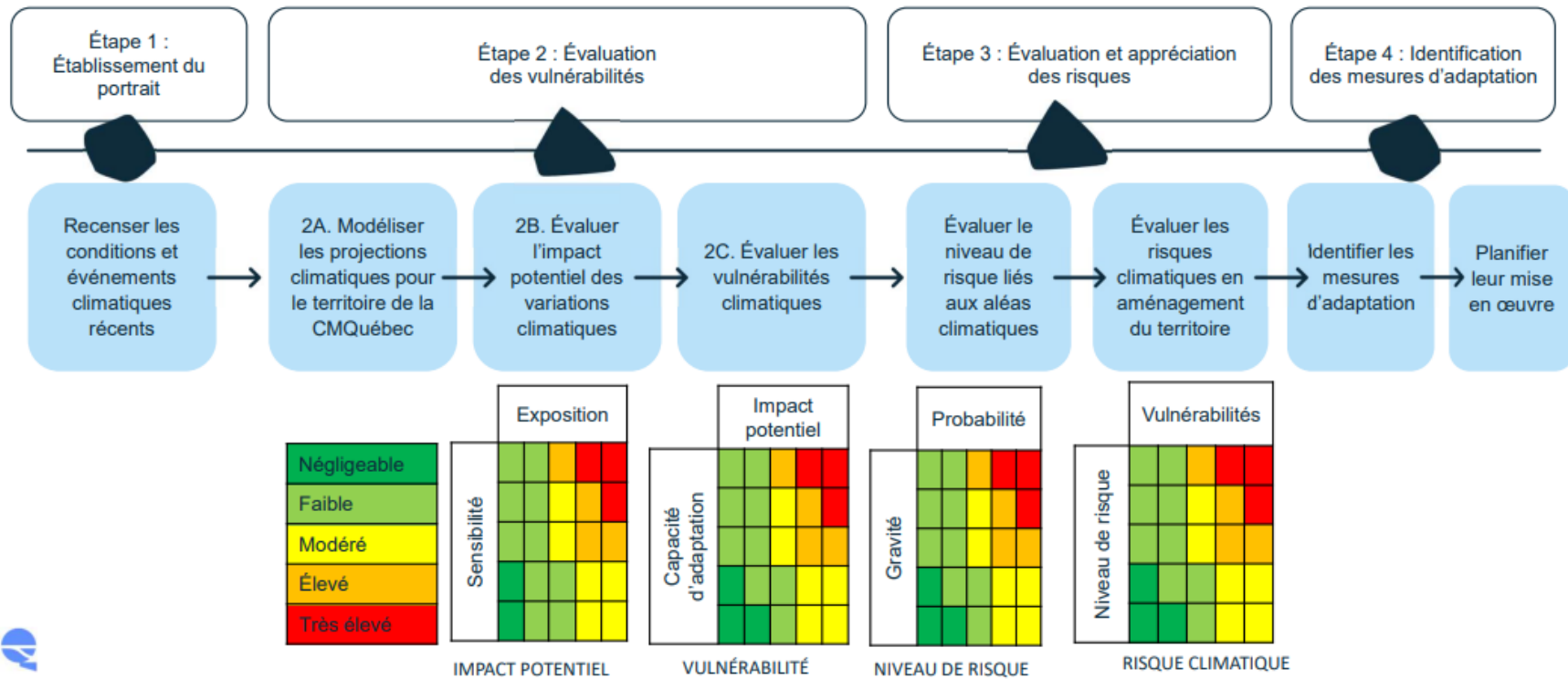


Figure 2-1 : Étapes du projet et leur méthodologie

2.1 Étape 1

L'étape 1 consiste en l'établissement du portrait climatique du territoire, c'est-à-dire le portrait des différentes dimensions du territoire et l'analyse de l'historique des tendances météorologiques, des principaux événements climatiques passés et de la situation actuelle. L'analyse historique est divisée en deux volets.¹

Le premier volet vise à analyser l'évolution des conditions météorologiques récentes, et plus précisément des 30 dernières années. Dans le but d'établir un climat local projeté, AECOM analyse tout d'abord les tendances climatiques historiques provenant de trois stations météorologiques d'Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) situées sur le territoire de la CMQuébec. Ces stations sont les suivantes :

- la station de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec;
- la station de Beauséjour; et
- la station de l'Île d'Orléans.

Les données obtenues incluent la température, les précipitations, le vent, l'humidité, le brouillard, etc. Ce portrait climatique dégage les tendances globales d'évolution des conditions climatiques afin d'envisager la manière dont les changements climatiques futurs pourraient affecter le territoire métropolitain. Il sert à déterminer dans quelle mesure la réponse de la CMQuébec aux événements climatiques antérieurs pourrait inspirer les stratégies d'adaptation à mettre en place.

Le deuxième volet vise à identifier les événements climatiques précis ayant eu un impact sur le territoire de la CMQuébec au cours des 25 dernières années. Pour analyser la vulnérabilité climatique actuelle sur le territoire, des aléas naturels sous influence climatique ayant eu lieu par le passé sont identifiés sur la base d'une revue des événements climatiques extrêmes dont les impacts sont connus et se sont produits au cours des dernières années. Un sondage auprès des partenaires et acteurs-clés du territoire vient compléter ce portrait afin de recenser les observations d'événements climatiques récents sur leurs territoires qui pourraient ne pas avoir été recensés dans les bases de données. Cette évaluation des vulnérabilités passées sert de guide pour les prochaines étapes à réaliser.

¹ Avec l'accord de la CMQ, la liste des analyses de vulnérabilités et mesures d'adaptation effectuées, en cours et planification sur le territoire et leur caractérisation sera présentée dans une prochaine étape.

2.2 Étape 2

L'étape 2 vise à analyser les vulnérabilités aux changements climatiques. Cette étape comporte trois volets, soit la modélisation des projections climatiques sur le territoire, l'évaluation des impacts potentiels et l'évaluation des vulnérabilités et opportunités. Cette analyse porte sur plusieurs dimensions, qui ont été déterminées en concertation avec la CMQuébec. Chaque dimension est ensuite divisée en thématiques d'analyse.

Tableau 2-1 : Dimensions et thématiques d'analyse

Dimensions de l'étude	Thématiques d'analyse
Infrastructures d'intérêt métropolitain	Transport
	Approvisionnement en énergie
	Infrastructures de rayonnement métropolitain
	Infrastructures vertes et services écosystémiques
Utilisation de l'eau	Disponibilité de l'eau
	Qualité de l'eau
Milieux naturels	Faune et Flore
	Milieux aquatiques et milieux humides
	Milieux côtiers et estuaire fluvial
	Cycles et rythmes des écosystèmes
Agriculture	Production
	Partage de l'eau (usage et conflit d'usage)
	Agrotourisme
	Acériculture
Patrimoine bâti et paysage	Grands ensembles patrimoniaux d'intérêt métropolitain (Sites patrimoniaux et historiques)
	Unités de paysage d'intérêt métropolitain (Patrimoine naturel, agricole et bâti)
Santé publique	Morbidité
	Mortalité
Milieux de vie	Mobilité des citoyens
	Travailleurs extérieurs
	Récréotourisme et villégiature
	Confort du milieu de vie

Au cours de cette étape, des ateliers et un sondage seront réalisés auprès des partenaires et acteurs-clés du territoire, le but étant de mettre à contribution leur expertise relativement à la capacité d'adaptation de chacune des thématiques identifiées. À la fin de cette étape, le croisement entre l'impact potentiel et la capacité d'adaptation permettra de connaître les vulnérabilités et opportunités associées à chaque thématique d'analyse.

2.3 Étape 3

L'étape 3 vise à faire une évaluation, appréciation et hiérarchisation des risques et opportunités. Il s'agira d'identifier, d'analyser et de prioriser les risques et les opportunités pour les thématiques ayant une vulnérabilité moyenne, élevée et très élevée.

2.4 Étape 4

L'étape 4 vise à identifier, catégoriser et prioriser les mesures d'adaptation, et à planifier leur mise en œuvre. Il s'agira d'effectuer une revue des meilleures pratiques en matière d'adaptation, de consolider les mesures d'adaptation qui sont déjà mises en œuvre sur le territoire de la CMQuébec et de déterminer quelles sont les mesures d'adaptation à développer pour augmenter la résilience en lien avec les vulnérabilités identifiées précédemment. Les objectifs et le choix des mesures d'adaptation seront définis de concert avec la CMQuébec et le Comité de partenaires et seront guidés par la cohérence avec le diagnostic territorial et le potentiel d'adaptation à plus d'un aléa climatique. Les options d'adaptation seront identifiées selon la vision et les objectifs d'adaptation que la CMQuébec souhaite poursuivre. La planification des stratégies d'adaptation devra prendre en considération les interactions socioécologiques plus complexes.

2.5 Données obtenues

Les données obtenues proviennent de sources documentaires et des acteurs-clés du territoire, par l'intermédiaire d'un processus de consultation détaillé aux points 2.1 à 2.4.

La revue documentaire a mis l'accent sur les caractéristiques spécifiques du milieu, notamment une description du climat des 30 dernières années, en se basant sur les données de trois stations météo et sur les événements climatiques récents ayant eu un impact notable sur le territoire de la CMQuébec et leur caractérisation. Il s'agit d'événements de forte intensité ayant été relayés par différents médias et/ou intégrés dans les bases de données consultées.

Plusieurs sources documentaires ont été utilisées afin de décrire le milieu physique. La CMQuébec a fait parvenir à AECOM les documents internes suivants² :

Communauté métropolitaine de Québec :

- Plan métropolitain d'aménagement et de développement. PMAD révisé – 1er projet. Bâtir ensemble un territoire durable pour 2041.
- Plan métropolitain d'aménagement et de développement du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (2012).
- La trame verte et bleue métropolitaine - Organisation et structuration.
- La vision métropolitaine de l'eau. L'eau au cœur des milieux de vie de la Communauté métropolitaine de Québec : un modèle inspirant. Plan d'action 2021-2030.
- Vulnérabilité des sources d'approvisionnement en eau potable du territoire de la CMQ face aux changements climatiques.
- La valeur économique des écosystèmes naturels et agricoles de la Communauté métropolitaine de Québec et de la Table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent.
- Bilan hydrologique des rivières Saint-Charles et Montmorency dans un contexte de changements climatiques
- Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (PACES-CMQ).

² Les sources bibliographiques complètes sont disponibles dans la section « Bibliographie ».

- Milieux naturels d'intérêt pour la biodiversité sur le territoire de la CMQ.
- Inventaire d'éléments bâtis patrimoniaux supportant l'élaboration de quatre plans directeurs de paysages métropolitains.
- Plan de travail 2018-2023 des Alliances pour la solidarité – région de la Capitale-Nationale.
- Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec.
- Mise en valeur des paysages d'intérêt métropolitain de la Communauté métropolitaine de Québec. Réalisation de 4 plans directeurs de paysages : Diagnostic + Vision.

Ville de Québec et de Lévis :

- Étude de vulnérabilité des sources d'eau potable au fleuve des villes de Québec et de Lévis en regard de la salinité - Rapport de l'étape 1.2 portant sur l'échantillonnage dans le fleuve Saint-Laurent.
- Plan d'action sur la gestion intégrée du Saint-Laurent – Zone de Québec.

2.6 Données consultées en ligne

Plusieurs sources documentaires en ligne ont été utilisées afin de décrire le milieu physique. La documentation provenant de la CMQuébec, du ministère de la Sécurité publique, du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre Changements climatiques, de la Faune et des Parcs et d'Ouranos a été mise à profit. De plus, des articles scientifiques et des ouvrages de référence en ligne ont été consultés.

La liste des sources consultées pour la création du PowerPoint présenté à la CMQuébec et ses partenaires le 27 février 2023 figure ci-dessous :

- Actualités médiatiques (Radio-Canada, journaux, Cision, etc.).
- Atlas climatique du Canada. 2019. Atlas climatique du Canada. <https://atlasclimatique.ca/>
- Berkeley Earth. 2019. Global Temperature Report for 2018. <https://berkeleyearth.org/2018-temperatures/>
- Bureau d'assurance du Canada. 2023. <https://bac-quebec.qc.ca/>
- Centre Intact d'adaptation au climat. 2023. <https://www.centreintactadaptationclimat.ca/>
- Donneesclimatiques.ca. 2018-2023. Des données climatiques pour assurer l'avenir du Canada. <https://donneesclimatiques.ca/>
- Données Québec. 2023. Partenariat Données Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/?organization=msp>
 - Historique des événements de sécurité civile (MSP)
 - Historique (publique) d'embâcles répertoriés au MSP
 - Feux de forêt (MRNF)
 - Épidémies, chablis et verglas (MRNF)
 - Sentinelle – espèces exotiques envahissantes
- Environnement Canada. 2016. Données et scénarios climatiques pour le Canada : Synthèse des observations et des résultats récents de modélisation.
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). 2022. Les dix événements météorologiques les plus marquants au Canada. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/dix-evenements-meteorologiques-plus-marquants.html>
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). 2023. <https://www.inspq.qc.ca/>
- La Financière agricole du Québec. 2023. Assurance récolte (ASREC). <https://www.fadq.qc.ca/assurance-recolte/description>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. 2023. Atlas hydroclimatique. (Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ)). <https://www.cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/carte-portrait/index.htm>

- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. 2023. Faits saillants. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/>
- Ouranos. 2010 – 2023. Historique des sinistres d'inondations et d'étiages et des solutions mises en place. <https://www.ouranos.ca/fr/projets-publications/historique-sinistres>
- Sécurité publique Canada. 2022. Base de données canadienne sur les catastrophes. <https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/cndn-dsstr-dtbs/index-fr.aspx>

Plusieurs autres sources documentaires en ligne ont été utilisées au cours du projet. Ces sources étaient des rapports scientifiques, des plans d'aménagements de territoire, des articles de presse en ligne, des bases de données gouvernementales, etc. Toutes les sources utilisées figurent dans la section « Bibliographie » du présent rapport.

2.7 Limites de l'analyse

Plusieurs limites peuvent être identifiées dans cette analyse et doivent être précisées. Elles proviennent directement des données utilisées et des biais pouvant être associés à celles-ci.

Une première limite est liée à la potentielle inaccessibilité de certaines données, qui n'ont donc pas pu être utilisées par l'équipe d'AECOM pour cette analyse. Une seconde limite est liée à des erreurs potentielles qui peuvent exister au sein des données utilisées et dont AECOM n'a ni le contrôle ni la responsabilité. Troisièmement, il faut aussi considérer que certaines données peuvent tout simplement être inexistantes (bases de données incomplètes). Ainsi, lors de l'utilisation de données sur une période de 25 ou 30 ans, il est possible, par exemple, qu'une ou plusieurs années de données soient manquantes. Il est par ailleurs important de noter que l'échelle choisie pour analyser des données peut parfois masquer des variations plus fines. Par exemple, le fait de traiter des données sur une échelle annuelle pourrait masquer une variation intéressante sur un mois précis.

Pour finir, il est important de rappeler que l'étude présentée ici est elle-même basée sur d'autres travaux (études, rapports, analyses, etc.), qui possèdent leurs propres limites.

3. Contexte

3.1 Contexte législatif

La CMQuébec a été créée en 2002 par la *Loi sur la Communauté métropolitaine de Québec* dans une volonté de planifier et coordonner le développement des 28 municipalités de son territoire. Ses affaires sont administrées par un conseil de 17 membres, représentant ses composantes, et un comité exécutif de 5 membres. Selon la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* et la *Loi sur la qualité de l'environnement*, la CMQuébec est responsable de se doter d'un Plan métropolitain d'aménagement et de développement et d'un Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles et de les maintenir en vigueur.

À travers ses compétences légales ou les mandats qui lui sont confiés, la CMQuébec coordonne, planifie et finance différents projets en lien avec les domaines d'intervention suivants :

- Aménagement du territoire;
- Environnement;
- Gestion des matières résiduelles;
- Transport et mobilité durable;
- Gestion intégrée du Saint-Laurent;
- Activités agricoles et agroalimentaires;
- Développement social.






3.2 Occupation du territoire

Sur le vaste territoire qu'occupe la CMQuébec, les activités sont très diversifiées. Les deux villes ayant le plus grand nombre d'habitants, soit les villes de Québec et de Lévis, possèdent des noyaux urbains assez denses qui sont les hôtes d'une mixité d'usages, tandis que l'urbanisation est plus parsemée sur le reste du territoire. L'occupation des couronnes nord et sud, où la densité de population est plus faible et l'offre de transport alternatif à l'automobile plus limitée, influence les tendances en mobilité (MTMD, 2019). À cet effet, ces secteurs ont connu une hausse marquée de leur population accompagnée d'une augmentation du taux de motorisation ainsi que de la part modale des déplacements en automobile entre 2011 et 2017 (CMQ, 2021b). Cette tendance est également observable sur l'ensemble du territoire de la CMQuébec, mais de façon plus marquée dans les secteurs plus éloignés des centres urbains de l'agglomération de Québec et de la Ville de Lévis (MTMD, 2019).




La structuration du territoire métropolitain est illustrée à la figure 3-1. Il est possible d'y observer l'étendue de son territoire, ses composantes, les différents corridors ayant forgé son occupation ainsi que les différents pôles et noyaux métropolitains qui exercent chacun un rôle d'attractivité en raison des différentes fonctions y étant exercées.

Structuration du territoire




Pôles et noyaux métropolitains

-  Pôle urbain à rayonnement national et international – Centre-ville de Québec
-  Pôle urbain avéré
-  Pôle urbain en émergence
-  Pôle périurbain
-  Noyau périurbain
-  Noyau villageois
-  Secteur stratégique de l'entrée de l'Île d'Orléans
-  Destination récréotouristique en périphérie



Corridors de mobilité durable

-  Réseau structurant de transport en commun de Québec et de Lévis
-  Corridor d'interconnexion
-  Corridor d'interconnexion projeté






Réseaux de transport

-  Voie métropolitaine
-  Autoroute
-  Route nationale et régionale

Hydrographie

-  Cours d'eau
-  Plan et cours d'eau

Limites administratives

-  Communauté métropolitaine de Québec
-  MRC
-  Municipalité
-  Périmètre d'urbanisation métropolitain
-  Territoire non organisé (TNO)

Sources :
Communauté métropolitaine de Québec (CMQ), 2021-2023
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2020
Ville de Québec, 2021

© Communauté métropolitaine de Québec
Réalisé le 14 mars 2023 (VT), modifié le 13 octobre 2023 (LD)
Nom du document : c1_pmadr_StructurationTerritoire_20231013.mxd

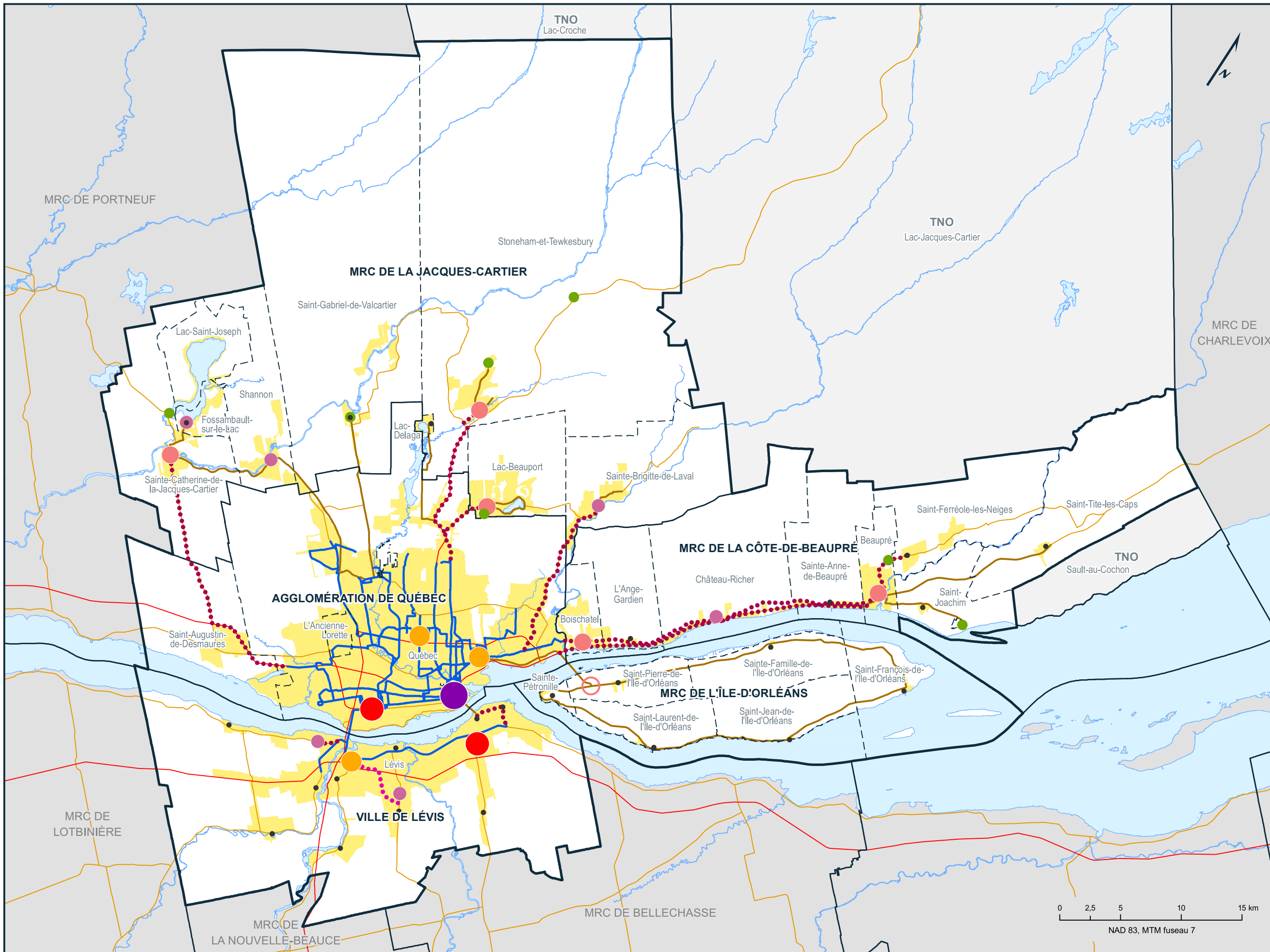


Figure 3-1 : Structuration du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec

4. Portrait du territoire

4.1 Contexte socioéconomique

4.1.1 Population et logement

La CMQuébec est la troisième région métropolitaine en importance au Québec au niveau démographique, après Montréal et Ottawa-Gatineau. Sa population totale était de 820 952 personnes en 2020, ce qui reflète un taux de croissance de 6,1 % par rapport au dernier recensement de 2012, et représente 10 % de la population totale du Québec. À l'horizon de 2041, la CMQuébec connaîtra une augmentation de sa croissance démographique, qui est estimée à 7,7 % entre 2021-2041 (ISQ, 2020). La majorité (85 %) de ses habitants se retrouvent dans les villes de Québec et de Lévis et sont âgés entre 18 et 64 ans. La population âgée de 65 ans et plus est aujourd'hui plus nombreuse que celle entre 0 et 17 ans et cet écart continuera de s'agrandir selon les projections (CMQ, 2021b).

Les quatre dernières décennies ont été marquées par une augmentation significative de la population. De 1981 à 2021, le territoire a connu une augmentation de près de 95 % du nombre de logements privés, soit de 199 210 à 387 955 logements. Les MRC de L'Île-d'Orléans et de La Jacques-Cartier ont les taux les plus faibles et les plus élevés durant cette période, soit 61 % et 194 %, respectivement. Environ la moitié des logements au sein de la CMQuébec sont des appartements suivis par des maisons individuelles (environ 40 %). Plus de 70 % de ces 387 955 logements sont occupés par une ou deux personnes. (Statistique Canada, 2023 et CMQ, 2019).

4.1.2 Conditions socio-économiques

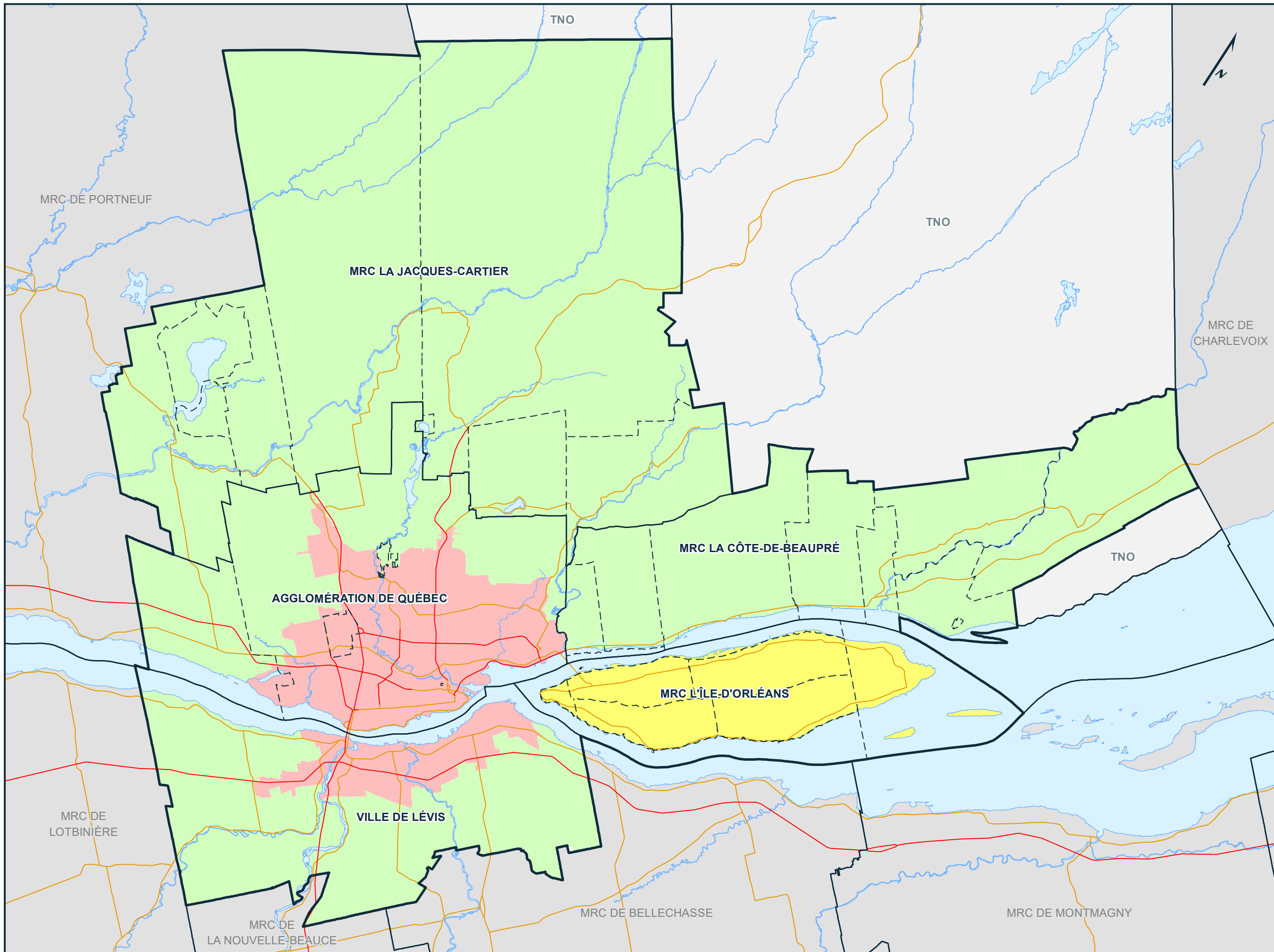
Environ 36 % des ménages sont composés d'une seule personne. Un peu plus de 8 % de tous les ménages sont des familles monoparentales pour lesquelles près des trois quarts sont composés d'un parent féminin (Alliance pour la solidarité - région de la Capitale-Nationale, 2020). La population immigrante est relativement faible par rapport à l'échelle de la province et tourne autour de 5,4 % pour l'ensemble de la CMQuébec (PMAD, 2021). En comparaison, le taux était de 14,6 % pour l'ensemble du Québec lors du dernier recensement de 2021 (Statistique Canada, 2022).

Environ 27 % de la population détient un diplôme universitaire et la majorité détient un emploi dans le secteur tertiaire. Le revenu médian des ménages après impôt est d'environ 30 799 \$ pour une personne seule et de 72 115 \$ pour plus d'une personne. Les données sont similaires pour toutes les composantes, mais la MRC de La Jacques-Cartier se distingue par une population âgée de 65 ans et plus plutôt faible (9,43 %) et un revenu médian un peu plus élevé (Alliance pour la solidarité - région de la Capitale-Nationale, 2020).

Concernant le marché du travail, la population active sur le territoire de la CMQuébec est en constante augmentation, avec une estimation de 431 960 personnes en 2016. Cependant, cette dernière est inégalement répartie dans le territoire, puisque l'Agglomération de Québec et la Ville de Lévis concentrent à elles seules 90 % de la population active de la CMQuébec. Sur le plan des secteurs économiques, le secteur des biens et services (secteur tertiaire) prédomine, fournissant 89 % des emplois dans la région métropolitaine en 2016 (ISQ, 2016).

4.1.3 Milieux de vie

La présence de centres densément urbanisés, de milieux agricoles dynamiques (diversité des cultures et productions, présence de sols avec de bons potentiels, développement de nouvelles filières de production, etc.), d'un couvert forestier d'importance et de nombreux plans et cours d'eau, fait de la CMQuébec un territoire diversifié dans sa composition. Alliant autant les milieux urbain, périurbain que rural, la CMQuébec offre une diversité de milieux de vie enchâssés dans un patrimoine distinctif et des paysages diversifiés, le tout à proximité d'une nature propice aux activités sportives et de plein air. Ces atouts permettent d'attirer les ménages et font de la CMQuébec un pôle d'attraction touristique très prisé par la clientèle internationale.



Milieux de vie

- Milieu urbain
- Milieu périurbain
- Milieu rurbain

Réseau routier

- Autoroute
- Route nationale et régionale

Hydrographie

- Cours d'eau
- Plan et cours d'eau

Limites administratives

- Communauté métropolitaine de Québec
- MRC
- Municipalité
- Territoire non organisé (TNO)

0 2,5 5 10 15 km
NAD 83, MTM fuseau 7

Sources :
Communauté métropolitaine de Québec, 2021-2023
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 2020

© Communauté métropolitaine de Québec
Réalisé le 2 février 2023 (VT), modifié le 25 septembre 2023 (LD)
Nom du document : c5b_pmadr_MilieuxVie_20230925.mxd


Figure 4-1: Délimitation des milieux urbain, périurbain et rurbain

4.1.3.1 Milieu de vie urbain



Tel que représenté sur la figure précédente, le milieu de vie urbain est constitué de la partie centrale de l'Agglomération de Québec et de la Ville de Lévis. Il se caractérise par la densité d'occupation la plus forte du territoire, une plus grande diversité des fonctions et une meilleure offre en transport collectif (accessibilité et fréquence). À cet effet, mentionnons que le taux de motorisation des ménages est plus faible dans l'Agglomération de Québec qu'ailleurs sur le territoire de la CMQuébec, avec 1,31 véhicule par ménage (MTMD, 2019), indiquant notamment une plus grande variété dans le choix du type de mode de déplacement ainsi qu'une proximité avec les lieux de travail et d'étude. Il s'agit sans contredit des secteurs ayant une forte zone d'influence, avec de nombreux navetteurs y circulant quotidiennement, provenant autant de la CMQuébec que du territoire périurbain (CMQ, 2021d). De ce fait, le secteur de Sainte-Foy était le plus important pôle de destination de la région en 2017 (MTMD, 2019). Dû à davantage de déplacements générés à l'intérieur de leur territoire, les secteurs de l'Agglomération de Québec et de Lévis sont inévitablement ceux dont le bilan routier connaît le plus grand nombre d'accidents (SAAQ, 2023).

Le milieu urbain comprend de nombreux attraits récréatifs en lien avec l'eau en raison à son interface avec le fleuve Saint-Laurent et aux nombreux cours d'eau qui sillonnent son territoire, tel qu'illustré à la figure 4-2.



Plan concept de la Trame verte et bleue

-  Coulée verte (corridor naturel)
-  Coulée bleue
-  Milieu naturel à valoriser
-  Pôle récréatif
-  Aire d'accueil principale
-  Aire d'accueil secondaire
-  Piste multifonctionnelle
-  Piste multifonctionnelle projetée
-  Sentier pédestre
-  Sentier pédestre projeté





Réseau routier

-  Autoroute
-  Route nationale et régionale

Hydrographie

-  Cours d'eau
-  Plan et cours d'eau

Limites administratives

-  Communauté métropolitaine de Québec
-  MRC
-  Municipalité
-  Territoire non organisé (TNO)

Sources :
Communauté métropolitaine de Québec, 2021-2023
AECOM, 2021
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2020

© Communauté métropolitaine de Québec
Réalisé le 3 mai 2021 (LD), modifié le 4 octobre 2023 (LD)
Nom du document : c13_pmadr_TVBCouléesVertesBleues_20231003.mxd

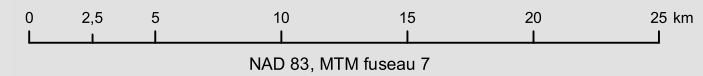
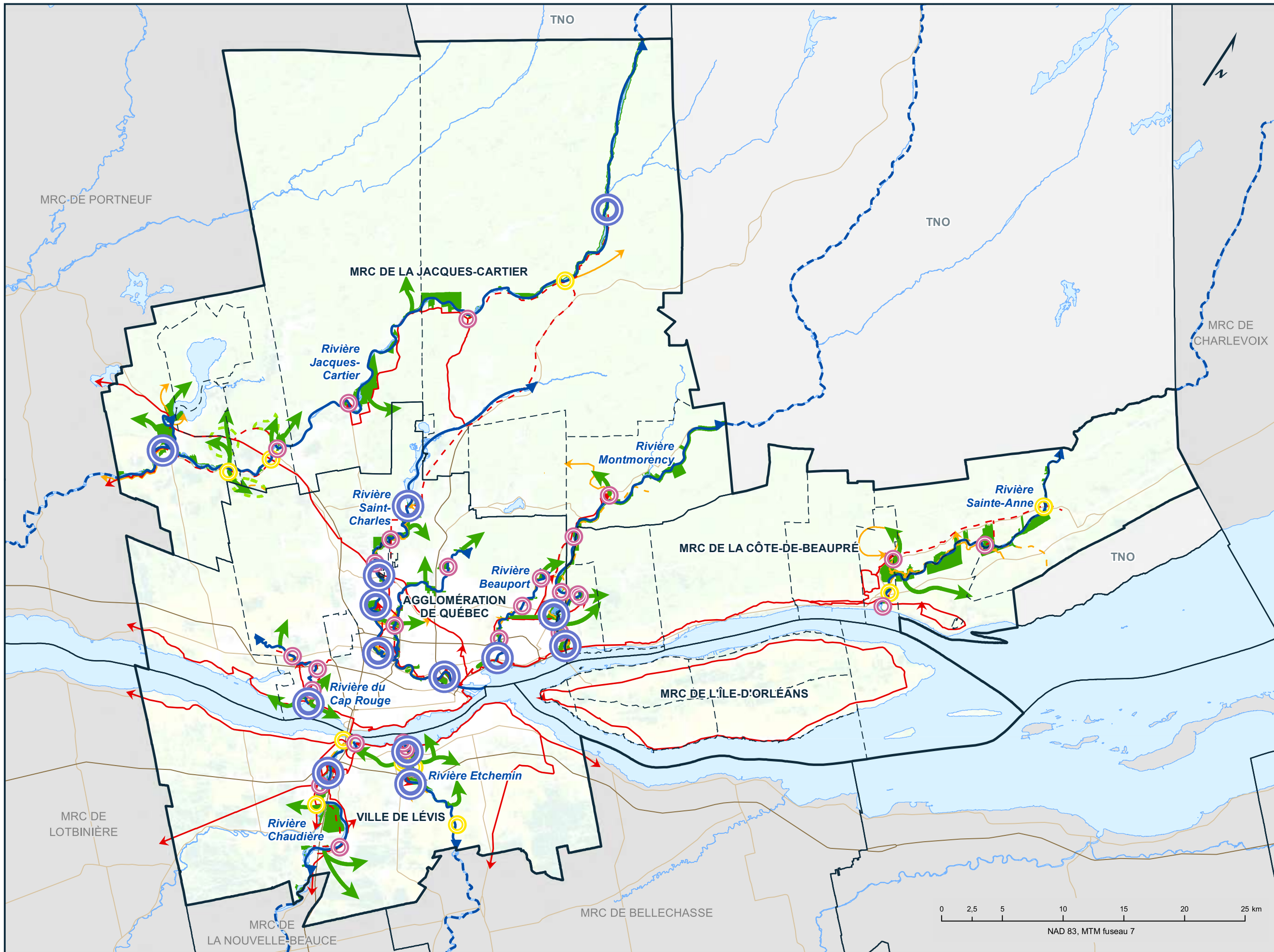
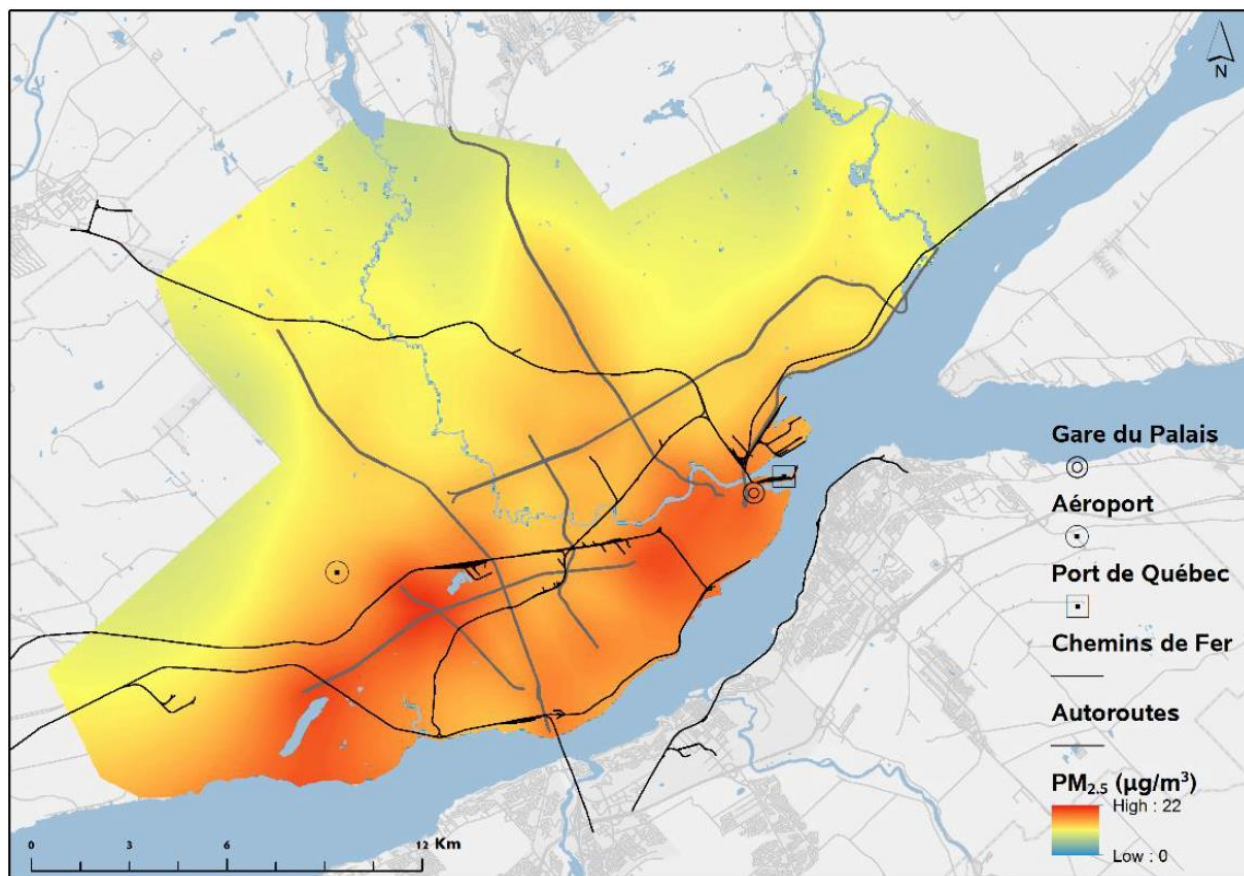


Figure 4-2: Plan d'ensemble des Coulées vertes et bleues

Dans certains secteurs du milieu de vie urbain, la qualité de l'air extérieur a des impacts significatifs sur la santé des citoyens. À cet effet, mentionnons que « l'exposition à long terme aux particules fines contribuerait à une part significative des problèmes de santé cardiovasculaire et respiratoire des résidents des quartiers de Limoilou, de Vanier et de la Basse-Ville » (DSPublique, 2023). Ces secteurs sont les plus exposés aux particules fines, notamment en raison de leur proximité avec de grandes artères routières ou d'industries, qui sont des sources d'émissions de polluants atmosphériques, mais les impacts se font également sentir partout dans la Ville de Québec (figure 4-3). Le chauffage au bois est également une source de polluants qui contribuent à la pollution totale.



Source : DSPublique, 2023.

Figure 4-3 : Variabilité spatiale des concentrations moyennes annuelles de particules fines ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) à Québec

En plus des particules fines, qui ont les plus grands impacts sur la santé des citoyens, le dioxyde d'azote et l'ozone constituent également des contaminants qui entraînent une dégradation de la qualité de l'air. Cependant, la présence de dioxyde d'azote ne varie pas nécessairement en fonction des quartiers, mais bien en fonction de leur proximité avec les artères routières, puisque les transports en sont la principale source. Les secteurs les plus exposés sont la Basse-Ville, une partie du Vieux-Limoilou, la Haute-Ville et Sainte-Foy. Concernant l'ozone, les concentrations sont plus élevées en périphérie de Québec, puisque ce polluant provient des lieux centraux et est déplacé par les vents vers les banlieues et qu'il se dégrade plus rapidement en ville, en réagissant avec les oxydes d'azote produits par les transports (DSPublique, 2023).

Le milieu de vie urbain est également celui où il est possible de constater davantage d'îlots de chaleur urbains, tel qu'illustré sur la figure 4-4.

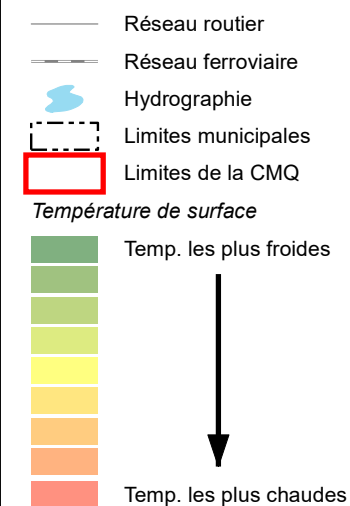
Selon l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ, 2023a), plusieurs facteurs favorisent l'émergence et l'intensification de ces îlots de chaleur, dont le climat local et des facteurs anthropiques. Ces facteurs sont :

- les émissions de gaz à effet de serre;
- la perte progressive du couvert forestier dans les milieux urbains;

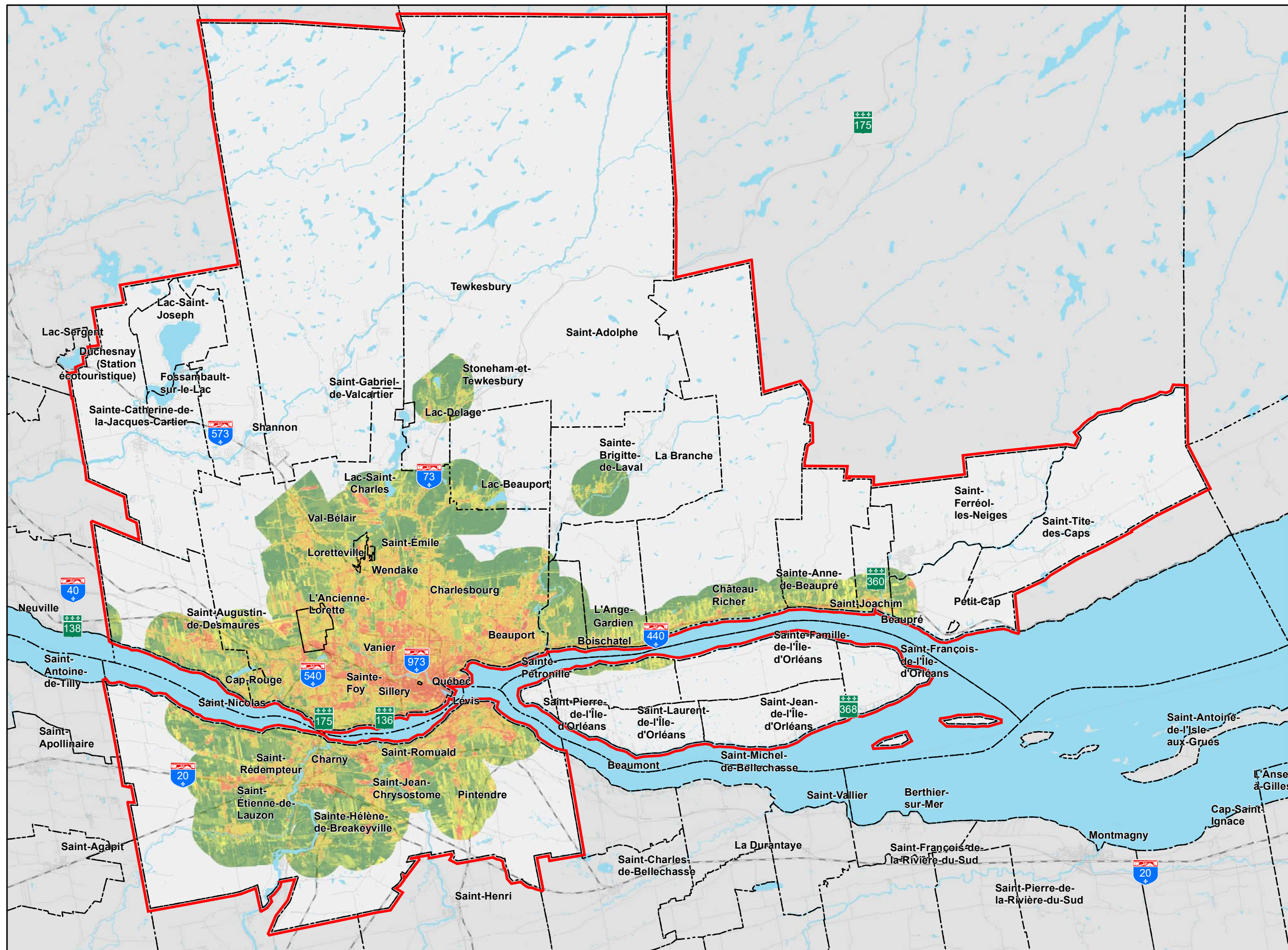
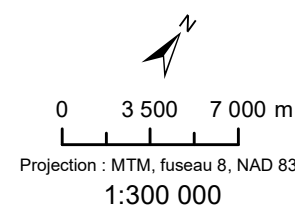
- l'imperméabilité des matériaux;
- certaines propriétés thermiques des matériaux;
- la morphologie urbaine;
- la chaleur anthropique.

Vulnérabilités et potentiels d'adaptabilité du territoire de la CM Québec aux conséquences des changements climatiques

Îlots de chaleur



Sources :
 BDTQ, 2022;
 Routes: Adresses-Québec, 2022;
 INSPQ, 2012
 Projet: 60688166



Les conséquences de ces îlots de chaleur urbains sont nombreuses, autant sur le plan environnemental que sur la santé humaine :

Sur le plan environnemental :

- contribution à la formation du smog, qui se forme lors de la réaction entre les rayons du soleil, la chaleur, les composés organiques volatils et les oxydes d'azote (des polluants produits inévitablement lors d'une combustion);
- effet sur la qualité de l'air intérieur, en facilitant la multiplication des acariens, des moisissures et des bactéries, tout en favorisant la libération de substances toxiques (comme les formaldéhydes contenus dans les colles utilisées dans les matériaux de construction et la fabrication de meubles);
- hausse de la demande en énergie lors de fortes chaleurs générée par les besoins de réfrigération et de rafraîchissement de l'air intérieur et, conséquemment, des émissions de gaz à effet de serre selon les cas;
- hausse probable de la demande en eau potable pour se rafraîchir (ex. : piscines et jeux d'eau) et pour hydrater les aménagements végétalisés (INSPQ, 2023a).

Sur le plan de la santé humaine :

- hausse de la mortalité lors de périodes de vagues de chaleur;
- stress thermique occasionné par la chaleur accablante chez les personnes qui résident ou qui travaillent dans les îlots de chaleur;
- contribution à la provocation d'inconforts, de faiblesses, de troubles de la conscience, de crampes, de syncopes, de coups de chaleur, voire à l'exacerbation des maladies chroniques préexistantes comme le diabète, l'insuffisance respiratoire, les maladies cardiovasculaires, cérébro-vasculaires, neurologiques ou rénales, au point de causer la mort (INSPQ, 2023a).

L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ, 2023a) indique que « les personnes les plus vulnérables aux conséquences des îlots de chaleur sont :

- les personnes atteintes de maladies chroniques, en particulier de troubles mentaux;
- les personnes défavorisées socialement ou économiquement;
- les travailleurs extérieurs;
- les sportifs extérieurs de haut niveau;
- les très jeunes enfants;
- et les personnes âgées, dont la proportion doublera au Québec d'ici 2051. »

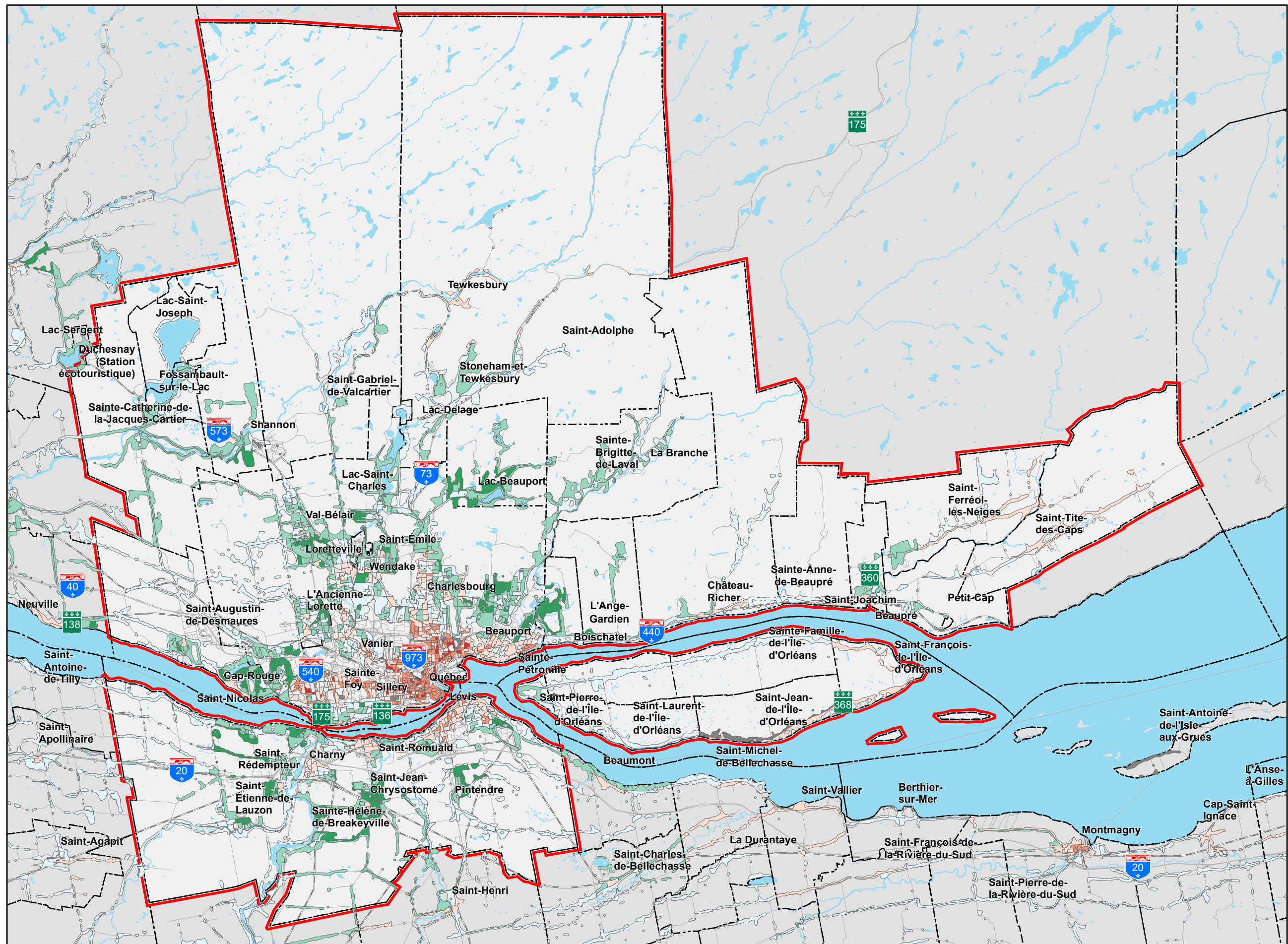
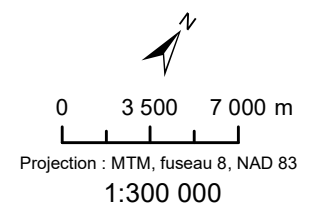
La figure 4-5 montre par ailleurs l'indice de sensibilité face aux vagues de chaleur pour l'ensemble du territoire de la CMQuébec.

Vulnérabilités et potentiels d'adaptabilité du territoire de la CM Québec aux conséquences des changements climatiques

Indice de sensibilité face aux vagues de chaleur

- Réseau routier
 - Réseau ferroviaire
 - Hydrographie
 - - - Limites municipales
 - ▭ Limites de la CMQ
- Indice de sensibilité brute*
- Très faible vulnérabilité
 - Faible vulnérabilité
 - Vulnérabilité modérée
 - Vulnérabilité moyenne
 - Forte vulnérabilité
 - Très forte vulnérabilité
 - Donnée manquante






Sources :
 BDTQ, 2022;
 Routes: Adresses-Québec, 2022;
 Atlas de vulnérabilité, Université Laval, 2018,
 Projet: 60688166





4.1.3.2 Milieu de vie périurbain

Le milieu de vie périurbain comporte les parties de l'Agglomération de Québec et de la Ville de Lévis situées à l'extérieur des centralités ainsi que les territoires des MRC de La Jacques-Cartier et de La Côte-de-Beaupré. Il s'agit d'un territoire à l'intérieur duquel les activités humaines sont plus diffuses, où se côtoient autant les milieux agroforestiers que certains pôles métropolitains et noyaux villageois. Ces pôles se caractérisent par une certaine mixité des usages et un cadre bâti de faible à moyenne densité, tandis que la densité est plus faible dans les noyaux dont la vocation est davantage résidentielle. Une certaine urbanisation est également visible le long de tronçons routiers. De nombreuses activités récréatives de plein air et de villégiature sont situées à l'intérieur du milieu de vie périurbain, constituant des éléments attractifs pour la population de la CMQuébec et d'ailleurs. Mentionnons entre autres le Parc national de la Jacques-Cartier, la Station touristique Duchesnay, le Parc naturel du Mont-Bélair, le Village Vacances Valcartier, la Station touristique de Stoneham, le Secteur récréotouristique du lac Beauport et la Station touristique du Mont-Saint-Anne. Tous ces secteurs font partie du Parcours des monts et collines qui est principalement situé dans le milieu de vie périurbain, tel que représenté sur la figure 4-6.



Plan concept de la Trame verte et bleue

-  Point de contact structurant
-  Noyau secondaire
-  Noyau ponctuel - Corridor nature
-  Corridor naturel
-  Noyau ponctuel - Coulée verte et bleue
-  Coulée verte et bleue
-  Parcours des monts et collines
-  Parc et espace vert ou récréatif





Réseau routier

-  Autoroute
-  Route nationale et régionale

Hydrographie

-  Cours d'eau
-  Plan et cours d'eau

Limites administratives

-  Communauté métropolitaine de Québec
-  MRC
-  Municipalité
-  Territoire non organisé (TNO)

Sources :
 Communauté métropolitaine de Québec, 2021-2023
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2020
 Groupe DDM, 2017

© Communauté métropolitaine de Québec
 Réalisé le 10 mai 2021(LD), modifié le 29 septembre 2023 (LD)
 Nom du document : c14_pmadr_TV_B_MontsCollines_20230929.mxd

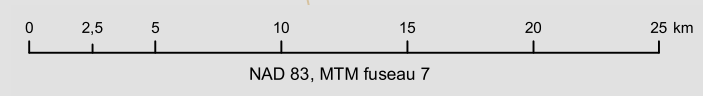
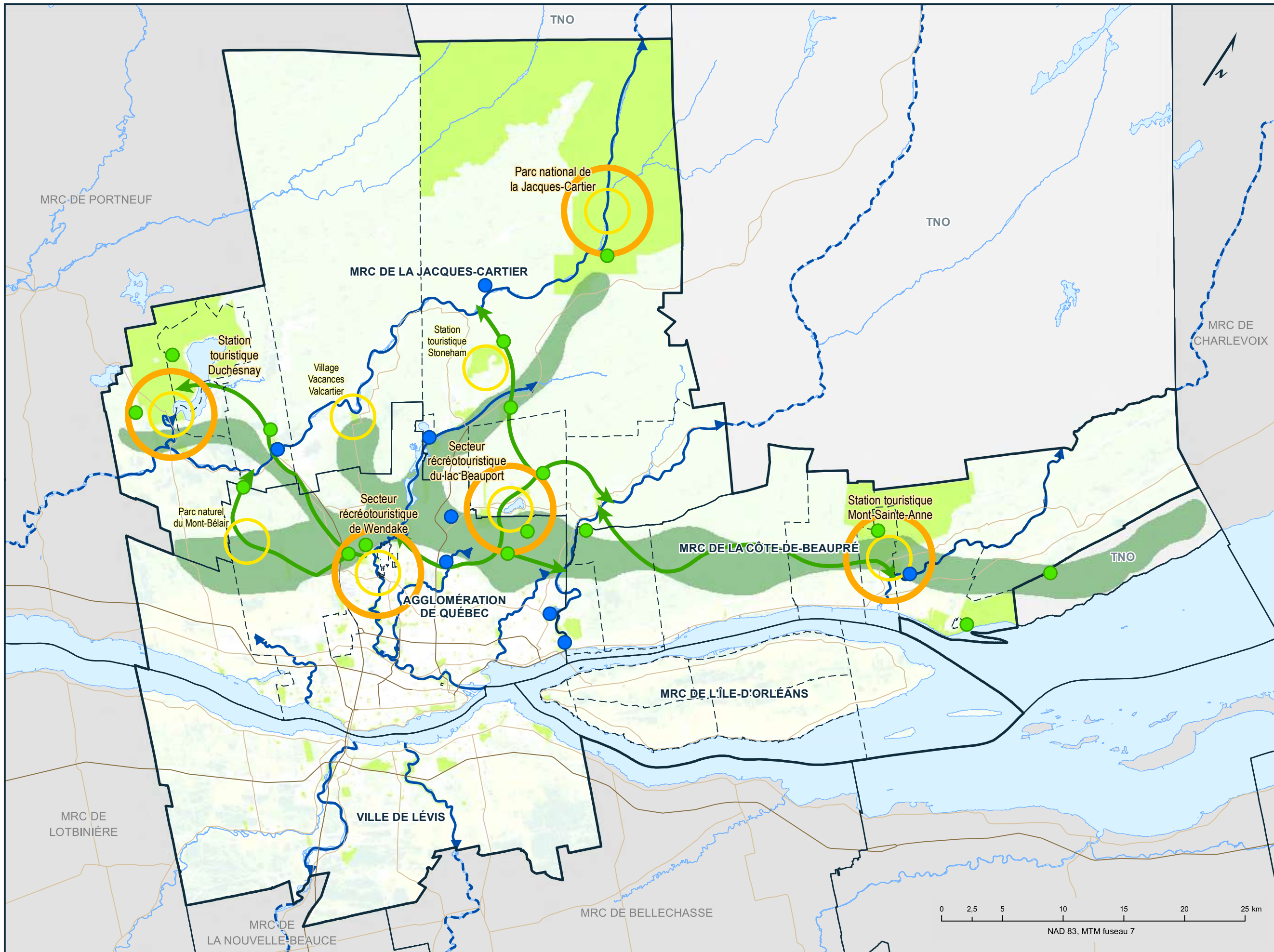


Figure 4-6: Plan d'ensemble des Monts et collines

En raison de son éloignement par rapport aux parties centrales où se situent bon nombre de lieux d'emplois et d'études, le milieu périurbain est davantage dépendant au transport automobile. Cette dépendance à la voiture est observable par des taux de déplacement automobile et de motorisation des ménages plus élevés que ceux des secteurs centraux (MTMD, 2019). À cet effet, 50 % des déplacements à partir des secteurs périurbains, notamment ceux pour motif d'emploi, sont principalement en automobile et ont comme principales destinations les centralités de Québec (CMQ, 2021b).

4.1.3.3 Milieu de vie rurbain

Le milieu de vie rurbain est constitué du territoire de la MRC de l'Île d'Orléans, caractérisé par des paysages agroforestiers parsemés d'établissements agricoles et de résidences. Les cœurs villageois regroupent les différentes fonctions utiles à la population, dont celui de Saint-Pierre-de-l'Île-d'Orléans, qui constitue un pôle métropolitain dû à sa population plus nombreuse et à une mixité des fonctions. Malgré sa vocation principalement agricole, l'activité principale de la population de ce milieu est liée aux fonctions urbaines. Plus de 50 % des déplacements reliés à l'emploi que génère la MRC de l'Île d'Orléans sont réalisés principalement en automobile et ont comme principales destinations les parties centrales de la Ville de Québec (PMAD, 2021). L'Île d'Orléans est accessible par la rive nord du fleuve Saint-Laurent, grâce à un seul lien routier constitué du pont de l'Île d'Orléans, qui arrive en fin de vie utile (MTMD, 2023).

L'Île d'Orléans est un attrait incontournable, autant pour les touristes que les résidents de la région, grâce à ses paysages ruraux et naturels, son ouverture sur le fleuve Saint-Laurent, ses activités agrotouristiques (verger, vignoble, érablière, fraisière, etc.) et son caractère historique omniprésent.

4.2 Contexte géophysique et écologique

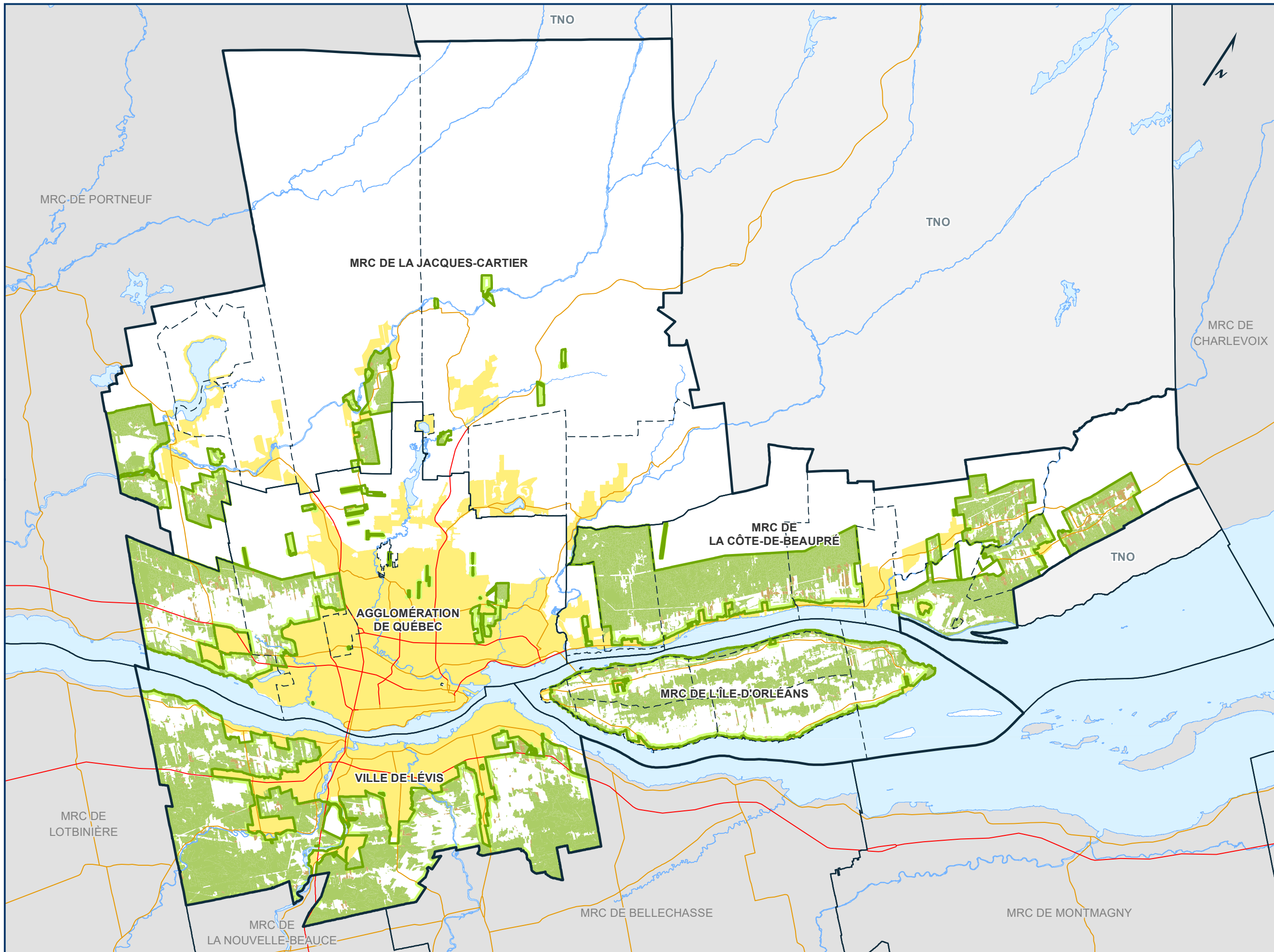
Le fleuve Saint-Laurent se situe au cœur du territoire de la CMQuébec, qui se trouve de part et d'autre de ses rives, avec une grande île en son sein. C'est dans cette communauté métropolitaine que l'on retrouve le front salin, où l'eau douce entre en contact avec l'eau salée (Da Silva *et al.*, 2020).

Selon la carte interactive du cadre écologique de référence du Québec, le territoire de la CMQuébec est situé à la rencontre entre deux provinces naturelles, soit la province naturelle des basses-terres du Saint-Laurent et la province naturelle des Laurentides méridionales. Plus précisément, le territoire se retrouve dans la région naturelle de la plaine du moyen Saint-Laurent et du Massif du lac Jacques-Cartier. À la pointe orientale de l'Île d'Orléans se trouve l'Estuaire du Saint-Laurent (MELCCFP, 2018).

Alors que la partie du territoire située dans les basses-terres du Saint-Laurent est dominée par une forêt feuillue, celle dans le Massif du lac Jacques-Cartier, issue de la région physiographique du Bouclier canadien, est caractérisée par une forêt mixte de feuillus et de conifères.

4.3 Agriculture

L'agriculture occupe une place prépondérante dans le territoire de la CMQuébec (voir figure 4-7). La superficie de la zone agricole protégée couvrait, en 2019, une étendue représentant 32 % du territoire municipalisé. Cette superficie varie grandement selon les composantes, certaines étant davantage urbaines. Selon les informations datant de 2016, 53 % de cette zone agricole est recouverte de boisés de ferme et massifs forestiers, tandis que 25 % est constituée de terres en culture. Les autres surfaces de la zone agricole sont occupées par des terres en friche, des usages non agricoles et des milieux naturels ou humides. Depuis les dix dernières années, la superficie de la zone agricole a cependant diminué, principalement dans la MRC de La Côte-de-Beaupré et l'Agglomération de Québec (CMQ, 2021b). L'étalement des fonctions urbaines peut notamment expliquer ce recul.



Limite de la zone agricole provinciale (ZAP)

Classification de la zone agricole

Friche agricole

Milieu boisé ou humide

Réseau routier

Autoroute

Route nationale et régionale

Hydrographie

Cours d'eau

Plan et cours d'eau

Limites administratives

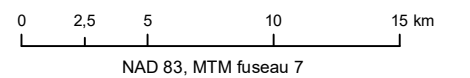
Communauté métropolitaine de Québec

MRC

Municipalité

Périmètre d'urbanisation métropolitain

Territoire non organisé (TNO)



Sources :
Communauté métropolitaine de Québec, 2021
Commission de protection du territoire agricole du Québec, 2023
La Financière agricole du Québec, 2022
Communauté métropolitaine de Québec, 2017
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, IEQM 5^e, 2017
Canards Illimités Canada, 2013
Agglomération de Québec, 2022
MRC de L'Île-d'Orléans, 2023
MRC de La Côte-de-Beaupré, 2022
MRC de La Jacques-Cartier, 2023
Ville de Lévis, 2022
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 2001-2018

© Communauté métropolitaine de Québec
Réalisé le 30 mars 2023 (VT) modifié le 18 septembre 2023 (LD)
Nom du document : c7_pmadr_ZoneAgricoleProvinciale_20230918.mxd

Figure 4-7: Délimitation et classification de la zone agricole provinciale

L'inventaire des terres du Canada a conduit à l'élaboration d'un classement des sols selon leurs possibilités d'utilisation agricole, soit dans quelle mesure le sol impose des limitations à l'utilisation de la machinerie agricole. Les sols de classe 1 sont les plus appropriés pour la production végétale, ceux de la classe 7 sont inutilisables pour toute forme de culture et les sols de classe 0 sont des sols organiques (non classés selon leur potentiel). Les sols permettant une bonne productivité, soit les classes 2 et 3, couvrent environ 6 % du territoire de la CMQuébec (tableau 4-1). Il est à noter que 86,7 % des sols de la CMQuébec sont de la classe 7, c'est-à-dire des sols n'offrant aucune possibilité pour la culture ni pour le pâturage permanent.

Tableau 4-1 : Superficie de la pédologie selon les classes de sols de la zone agricole

Composantes	Classes							Organique
	1	2	3	4	5	6	7	
MRC La Côte-de-Beaupré ¹	0	1 225	5 751	7 026	3 132	0	486 790	3 979
MRC l'Île d'Orléans ¹	0	4 750	13 213	3 703	785	0	690	356
MRC Jacques-Cartier ¹	0	0	2 798	12 648	3 815	0	311 226	3 004
Aggl. Québec ¹	0	3 757	13 376	8 142	2 278	0	25 076	430
Ville de Lévis ²	0	451	8 537	17 938	840	0	438	4 977
Total	0	10 183	43 675	49 457	10 850	0	824 220	12 746

1. MRC de l'Île d'Orléans (2023)

2. Ville de Lévis (2016)

L'agriculture représente une activité économique importante et diversifiée pour la communauté métropolitaine puisqu'en 2018, le revenu des exploitations agricoles atteignait environ 172 M\$ et fournissait plus de 1 800 emplois. La MRC de l'Île d'Orléans et la Ville de Lévis regroupent plus de la moitié des terres cultivées du territoire métropolitain (CMQ, 2021b). L'agriculture est une grande consommatrice des ressources en eau et ses activités sont donc dépendantes d'une bonne qualité et d'une quantité d'eau suffisante pour opérer convenablement.

Il existe une certaine diversité des types de production et d'activités en zone agricole, puisque les entreprises agricoles de la CMQuébec exercent diverses activités de production, notamment l'élevage bovin, porcin et avicole, la culture maraîchère en sol et hors sol, la production acéricole ainsi que la culture en serre, incluant les pépinières et la floriculture (MRC l'Île d'Orléans, 2023).

En plus de constituer un service essentiel à la population, l'agriculture contribue au paysage distinctif de certaines composantes du territoire. De plus, certaines entreprises participent à l'attractivité des secteurs touristique et récréatif, en offrant des expériences agrotouristiques recherchées (ex. : autocueillette, visite à la ferme, camp de jour, table champêtre, etc.).

4.4 Activités économiques et récréotouristiques³

Les villes de Québec et de Lévis comptent approximativement une cinquantaine de zones industrielles ou de parcs d'affaires. La Ville de Québec est le principal pôle économique à l'est de Montréal, un pôle d'emploi majeur à l'échelle régionale, nationale et internationale. Elle est aussi le lieu où siège l'Assemblée nationale du Québec. On y retrouve un port maritime ainsi qu'un aéroport international. Berceau de l'Amérique française, c'est un lieu touristique d'importance.

Pour sa part, la ville de Lévis a une économie caractérisée entre autres par la présence de la zone industrialo-portuaire Québec-Lévis, du chantier maritime Davie et d'une raffinerie de pétrole. C'est aussi le lieu du siège social du Mouvement Desjardins. 65 % du territoire de la ville de Lévis est occupé par la zone agricole, où l'on retrouve principalement l'élevage de bovins et les cultures fourragères, céréalières et fruitières.

³ Toutes les données proviennent du PMAD 2021.

Du côté de la MRC de La Jacques-Cartier, 89 % du territoire est sous couvert forestier. On y retrouve de grands espaces boisés, lacs et rivières, favorisant les activités récréatives de plein air telles que le Village Vacances Valcartier, une réserve faunique, un parc national, une station touristique, des centres de ski, des terrains de golf, etc. Son principal employeur est la Base des Forces canadiennes Jacques-Cartier, incluant le centre de Recherche et développement pour la défense du Canada, le plus grand complexe de recherche de défense dans l'est du Canada.

La MRC de La Côte-de-Beaupré se distingue par son riche patrimoine lié à la colonisation française en Amérique. On peut y faire de nombreuses activités récréatives telles que la chasse et la pêche. On y retrouve le mont Saint-Anne, un pôle récréotouristique d'importance. C'est aussi dans cette MRC que l'on retrouve le seul parc éolien du territoire de la communauté métropolitaine.

Finalement, la MRC de l'Île d'Orléans est la moins peuplée des composantes de la CMQuébec et est celle qui abrite le plus grand site patrimonial au Québec avec plus de 3600 éléments de patrimoine immobilier. Près de 95 % de son territoire est destiné à l'agriculture et repose sur des productions laitières, maraîchères, fruitières et acéricoles. C'est un lieu prisé au niveau des activités agrotouristiques.

4.5 Installations et équipements collectifs

Dans un souci de répondre aux besoins de la population actuelle et future de sa population, le territoire de la CMQuébec dispose d'un certain nombre d'équipements et d'installations qui leur sont accessibles. Cependant, cette accessibilité diffère d'un milieu de vie à un autre, puisque la concentration et la variété des installations et des équipements collectifs est étroitement reliée à la densité de population à desservir dans chacun d'eux.

4.5.1 Établissements scolaires

Le territoire de la CMQuébec dispose d'un vaste réseau d'établissements éducatifs regroupant 400 établissements scolaires dont plus la moitié se retrouvent dans l'agglomération de Québec (tableau 4-2). En effet, la CMQuébec compte de nombreuses écoles primaires et secondaires, ainsi que des centres de formations professionnelles publiques, regroupés au sein de divers centres de services scolaires d'ampleurs. Parmi ces derniers se trouvent notamment le Centre de services scolaire de la Capitale, le Centre de services scolaire des Premières-Seigneuries, ainsi que le Centre de services scolaire des Découvreurs. Plusieurs Cégeps sont également présents sur le territoire de la CMQuébec, notamment ceux de Sainte-Foy, le Cégep Garneau, le Cégep Limoilou ainsi que le Cégep de Lévis-Lauzon. Finalement, l'Université Laval constitue une installation accueillant des étudiants de partout à travers la province ainsi que des étudiants internationaux. Cet établissement est situé en plein cœur de l'Agglomération de Québec. Mentionnons également la présence sur le territoire lévisien d'un campus de l'Université du Québec à Rimouski.

Tableau 4-2 : Distribution des établissements scolaires sur le territoire de la CMQuébec.

Établissements scolaires	MRC La Côte-de-Beaupré	MRC l'Île d'Orléans	MRC Jacques-Cartier	Agglomération de Québec	Ville de Lévis
Préscolaire				1	2
Préscolaire et primaire	10	4	12	117	61
Primaire				7	10
Primaire et secondaire			1	5	6
Préscolaire, primaire et secondaire			1	12	1
Secondaire	2		1	42	19
CÉGEP				4	1
Université				5	
Formation professionnelle			2	25	7
Enseignement des adultes	1			36	5
Total	13	4	17	254	112

Source : Localisation des établissements d'enseignement du réseau scolaire au Québec (Ministère de l'Éducation et Ministère de l'Enseignement supérieur, Données Québec)

4.5.2 Établissements de soins de santé

Le territoire de la CMQuébec dispose de 158 services de santé établis au sein de 123 établissements de soins de santé pour répondre aux besoins médicaux de sa population dont près de trois quarts se retrouvent dans l'agglomération de Québec (tableau 4-3). Deux organismes publics sont chargés par le ministère de la Santé et des Services sociaux de prodiguer les soins et les services sociaux dans la région, soit le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux (CIUSSS) de la Capitale-Nationale ainsi que le Centre intégré de santé et de services sociaux (CISSS) de Chaudière-Appalaches.

Les principaux centres hospitaliers de la région sont principalement situés sur la rive nord du fleuve, dans le milieu urbain de l'Agglomération de Québec. Il s'agit des établissements suivants : le CHUL, l'IUCPQ, l'Hôpital Jeffery Hale, l'Hôpital Saint-Sacrement, l'Hôtel-Dieu de Québec, l'Hôpital Saint-François d'Assise et l'Hôpital Chauveau. Pour sa part, la rive sud comporte l'Hôpital Hôtel-Dieu de Lévis, situé à l'extrémité est des limites de la CMQuébec, ainsi que le Centre multiservices de santé et services sociaux Paul-Gilbert.

Tableau 4-3 : Distribution des établissements de santé sur le territoire de la CMQuébec.

Établissements de santé	MRC La Côte-de-Beaupré	MRC l'Île d'Orléans	MRC Jacques-Cartier	Aggl. Québec	Ville de Lévis
Centre hospitalier de soins psychiatriques (CHPSY)				2	
Centre hospitalier de soins généraux et spécialisés (CHSGS)	1			16	8
Centre d'hébergement et de soins de longue durée (CHSLD)	1	1		33	7
Centre local de services communautaires (CLSC)	1		2	17	5
Centre de protection de l'enfance et de la jeunesse (CPEJ)				6	3
Centre de réadaptation en déficience intellectuelle et en troubles envahissants du développement (CRDITED)	1	1		17	3
Centre de réadaptation pour les personnes ayant des déficiences physiques auditives (CRDPA)				3	1
Centre de réadaptation pour les personnes ayant des déficiences physiques motrices (CRDPM)				3	1
Centre de réadaptation pour les personnes ayant des déficiences physiques visuelles (CRDPV)				2	1
Centre de réadaptation pour les personnes ayant des déficiences physiques langage (CRDPL)				2	
Centre de réadaptation pour jeunes en difficulté d'adaptation (CRJDA)			1	9	5
Centre de réadaptation pour jeunes mères en difficulté d'adaptation (CRMDA)					
Centre de réadaptation pour les personnes qui en dépendance (CRD)				4	1
Total*	4	2	3	114	35

*Pour 35 établissements de santé, une redondance des services est observée

Source : Fichiers cartographiques M02 des installations et établissements (Ministère de la Santé et des services sociaux, Données Québec)

4.5.3 Espaces et équipements culturels et communautaires

Le territoire de la CMQuébec abrite de nombreux espaces culturels, tels que des musées, des bibliothèques, des centres d'art et des salles de spectacle. Le Musée national des beaux-arts du Québec, la Bibliothèque Gabrielle-Roy et le Grand Théâtre de Québec sont quelques exemples d'espaces culturels emblématiques de la région. Elle compte également plusieurs centres communautaires qui offrent des services et des activités pour les résidents. Ces centres peuvent inclure des installations sportives, des programmes éducatifs, des centres intergénérationnels, etc. La plupart des centres communautaires sont concentrés au sein de l'Agglomération de Québec.

4.5.4 Espaces publics, parcs et espaces verts

La CMQuébec est réputée pour ses nombreux parcs et espaces verts offrant des possibilités de loisirs en plein air et de détente. La région met l'accent sur la préservation et l'aménagement de ces espaces pour offrir à ses citoyens des environnements naturels agréables et accessibles. Parmi les parcs les plus populaires, on peut citer le Parc national de la Jacques-Cartier. À Québec, on retrouve entre autres le parc de la Chute-Montmorency, le parc linéaire de la Rivière-Saint-Charles, le parc de la plage Jacques-Cartier ainsi que la promenade Samuel-de-Champlain. Les espaces publics les plus populaires se concentrent dans l'Agglomération de Québec et comptent parmi eux le parc des Champs-de-Bataille, l'un des plus grands parcs urbains du Canada.

En 2016, 61 % des logements sur le territoire de la CMQuébec étaient situés à moins de 400 mètres d'un espace récréatif extérieur (soit un parc, un espace récréatif ou un milieu naturel aménagé) (CMQ, 2018). À titre informatif, l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) recommande la présence d'un espace vert d'un hectare dans un rayon de 300 mètres de l'habitation de chaque citoyen (Samaha, S. 2020). L'approche des 3-30-300 est également intéressante à considérer dans un but de verdissement des milieux urbains. Elle repose sur trois critères : le fait de voir au minimum 3 arbres à partir du domicile, pouvoir se déplacer dans des quartiers avec au minimum 30 % de couvert arboré, et vivre à moins de 300 mètres d'un espace vert (Samaha, S. 2020).

4.5.5 Installations sportives

De nombreuses installations sportives collectives sont situées à différents endroits du territoire, notamment des stades, des arénas, des piscines, des terrains de tennis, des terrains de soccer, des terrains de baseball, etc. Ces installations accueillent divers événements sportifs et offrent des possibilités de pratique sportive aux citoyens. Il est connu que à l'accès aux piscines et aux aires de jets d'eau peut offrir un soulagement nécessaire pour les résidents lors de période de vagues de chaleur et pour contrer les îlots de chaleur. La figure 4-8 présente la répartition des piscines et des îlots de chaleur pour les deux municipalités les plus touchées par les îlots de chaleur sur le territoire de la CMQ, soit la Ville de Québec et la Ville de Lévis.

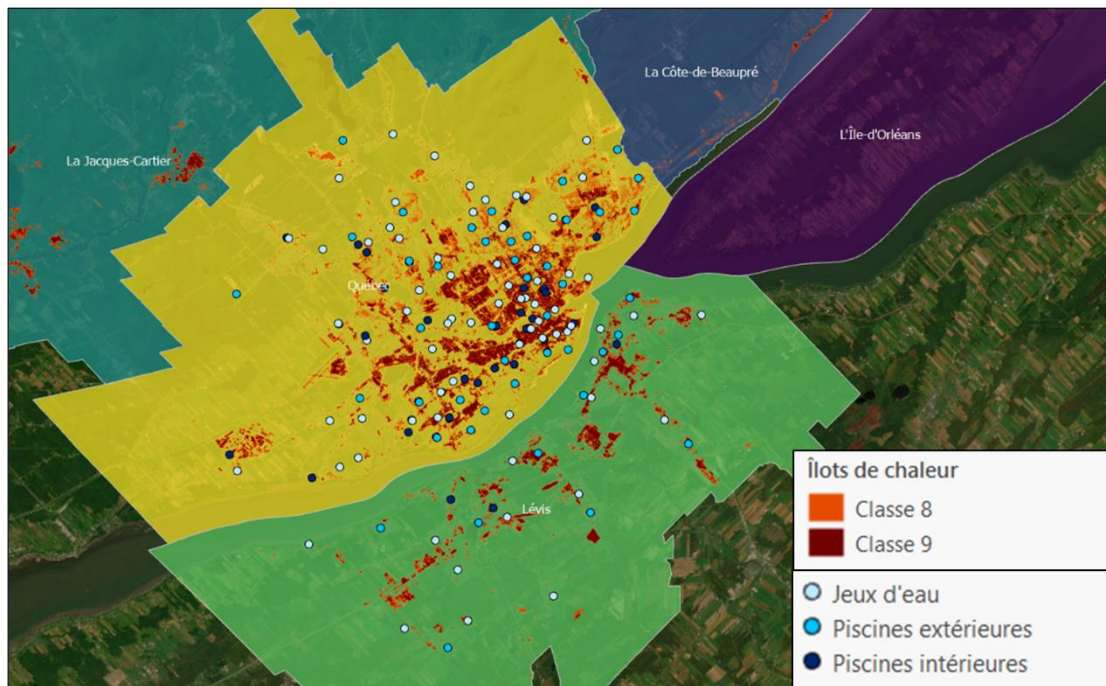
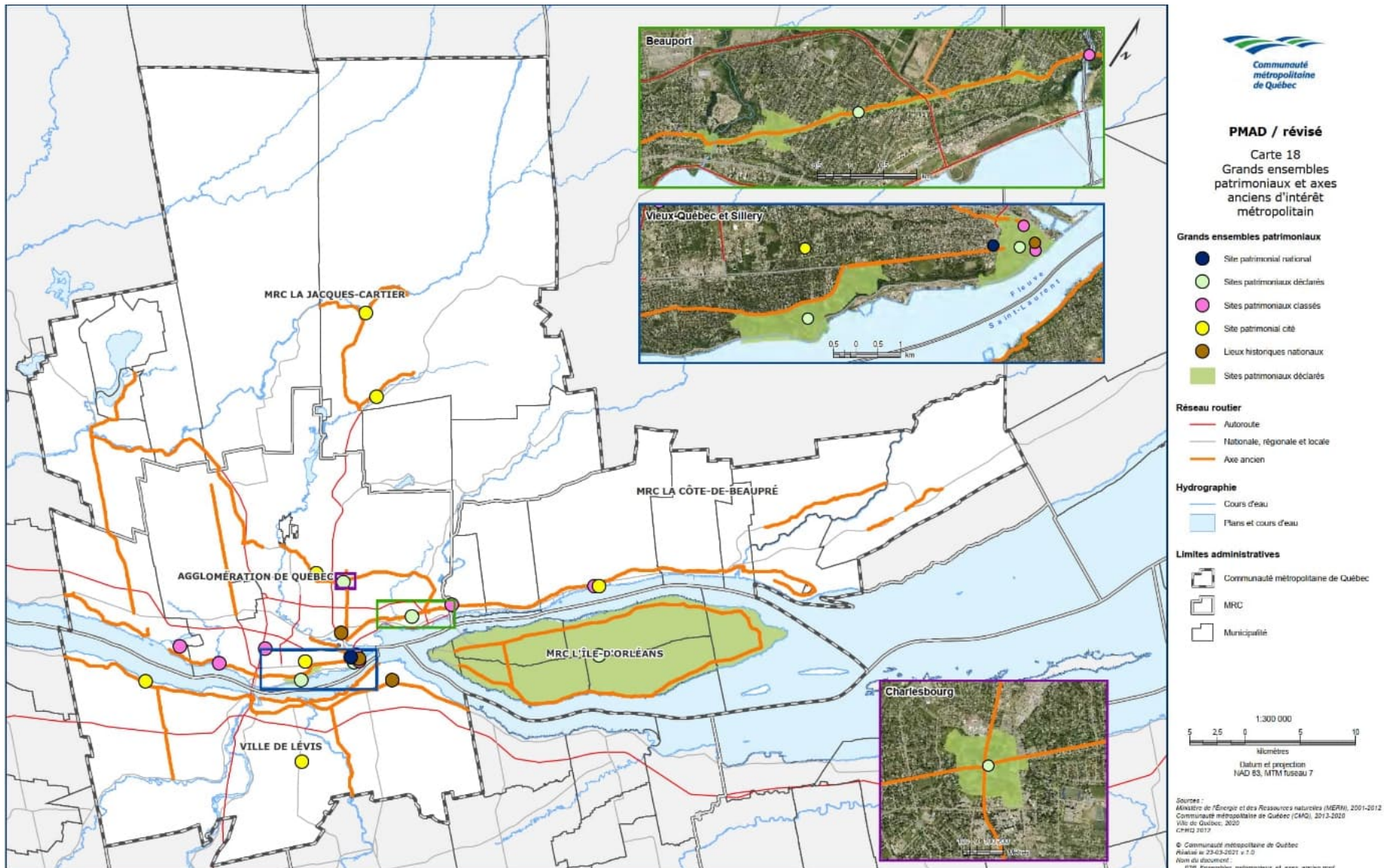


Figure 4-8 : Localisation des piscines et des jeux d'eau en lieu des îlots de chaleur pour les villes de Québec et Lévis

4.6 Grands ensembles patrimoniaux

Plusieurs grands ensembles patrimoniaux sont présents au sein de la CMQuébec, mettant en valeur l'histoire et le patrimoine architectural et environnemental de la région et sont représentés sur la figure 4-9.



Source : CMQ, 2021b.

Figure 4-9 : Grands ensembles patrimoniaux et axes d'intérêt métropolitain

L'Agglomération de Québec comprend plusieurs ensembles patrimoniaux, le principal étant celui du Vieux-Québec, désigné comme le cœur historique de la ville de Québec et site du patrimoine mondial de l'UNESCO. Il est réputé pour ses rues pavées, ses fortifications, ses bâtiments historiques, ses églises et son architecture coloniale française. On y trouve des sites emblématiques tels que la Place Royale, la Terrasse Dufferin, le Château Frontenac et les fortifications de Québec. Il comprend également le site patrimonial de l'Habitation-Samuel-De Champlain, ou a été fondé le premier établissement français permanent en Amérique. La ville de Québec comprend également le site de l'Assemblée nationale, siège du Parlement du Québec. Ce dernier est déclaré site patrimonial national en vertu de la *Loi sur le patrimoine culturel*.

Le site patrimonial de la Chute-Montmorency, situé entre Québec et Boischatel présente aussi un intérêt pour ses valeurs paysagère et emblématique. La chute, qui présente un fort potentiel emblématique, forme un point de repère depuis l'époque de la Nouvelle-France. De nos jours, le site patrimonial de la Chute-Montmorency est un lieu touristique de réputation internationale.

Le territoire métropolitain comporte également l'un des plus vastes sites patrimoniaux déclarés avec l'Archipel-de-Mingan, soit le site patrimonial de l'Île d'Orléans (MCC, 2016). Ce site représente un intérêt pour sa valeur paysagère, historiquement issue du développement lié à son caractère insulaire et rural. L'Inventaire du patrimoine bâti de l'Île d'Orléans comprend environ 700 bâtiments principaux. Il comprend également plusieurs sites archéologiques autochtones et euro québécois (MCC, 2013a).

Parmi les diverses municipalités de la CMQuébec, on retrouve finalement de nombreuses habitations rurales, présentant un intérêt patrimonial pour leurs valeurs historique et architecturale. De plus, la fonction religieuse étant intimement liée au développement du Québec, on dénombre la présence de plusieurs basiliques, églises, couvents, chapelles ou presbytères, ayant marqué leur présence dans le paysage.

Sans faire un inventaire exhaustif de toutes les composantes historiques des grands ensembles patrimoniaux et des bâtiments d'intérêt historique présents sur le territoire métropolitain, il est aisé d'affirmer que plusieurs éléments peuvent dater d'une certaine époque de construction et ne pas être adaptés au contexte des changements climatiques, que ce soit :

- le site (ex. : trottoirs, stationnements, escaliers, rampes, murs de soutènements, aménagements paysagers et arbres anciens);
- le bâtiment (ex. : fondation, charpente, toiture, revêtement extérieur, portes et fenêtres);
- les systèmes du bâtiment (électricité, chauffage, ventilation, climatisation, communication et eau potable et usées).

4.7 Paysage

Le territoire de la CMQuébec offre une grande diversité de paysages, combinant à la fois des éléments naturels et urbains. Le paysage du territoire complet a par ailleurs été découpé en 139 unités de paysage selon l'Atlas des unités de paysage de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ, 2008). Ce paysage est caractérisé par la présence du fleuve Saint-Laurent, de plaines, de terrasses ou de basses collines. Les cours d'eau, les reliefs et la forêt sont ainsi les éléments naturels fondamentaux qui ont influencé l'occupation de son territoire.

Comme mentionné précédemment, le territoire comprend deux grandes régions naturelles; la plaine du moyen Saint-Laurent et les Laurentides méridionales. Ces dernières sont situées sur les territoires des MRC de La Jacques-Cartier et de La Côte-de-Beaupré. Elles sont essentiellement composées d'un paysage forestier et sont couvertes par de multiples bassins hydrographiques ainsi qu'une multitude de milieux humides. Du sud vers le nord, on y trouve trois grands ensembles composés du plateau des rivières Jacques-Cartier, Montmorency et Sainte-Anne. On retrouve également, au nord, les basses collines du lac Batiscan dont le paysage est typiquement formé de collines ou de buttes.



Source : CMQ, 2013b.

Figure 4-10 : Vue depuis l'ouest du site patrimonial de la Chute-Montmorency, vers l'Île d'Orléans

L'Agglomération de Québec, la Ville de Lévis, ainsi que la MRC de l'Île d'Orléans appartiennent quant à elles, pour la grande majorité, aux basses-terres du Saint-Laurent. Cette plaine est divisée en six grands paysages tels que décrits ci-dessous.

Sur la rive sud, ces paysages correspondent tout d'abord à une petite portion de la plaine de Lotbinière, dont le paysage est principalement agricole. Le paysage de la plaine de Bellechasse, qui fait face à l'estuaire du Saint-Laurent, présente près du fleuve d'étroites crêtes et un paysage ouvert plus au sud avec une occupation forestière, agricole et urbaine. Les terrasses de Lévis y offrent une concentration de points de vue et de percées visuelles vers le fleuve, Québec et vers les chutes Montmorency. Au sud, le paysage régional de la plaine de Manseau – Saint-Gilles est marquée par un paysage majoritairement forestier parsemé d'une occupation agricole et urbaine.



Source : CMQ, 2013b.

Figure 4-11 : Vers le secteur est de Sainte-Anne-de-Baupré, depuis le quai municipal

Face à ces derniers paysages, sur la rive nord, les terrasses de Cap-Rouge-Beaupré forment une bande étroite composée d'une succession de terrasses qui traversent l'ensemble du territoire de la CMQuébec sur sa largeur. Situées entre la rive du fleuve Saint-Laurent et le massif Laurentien au nord, elles contiennent principalement les zones urbanisées de la Ville de Québec. Son paysage est marqué par la présence de nombreux sites patrimoniaux comme l'arrondissement historique du Vieux-Québec. Plus à l'est, ce grand paysage est marqué par la présence de la rivière Montmorency et la proximité de la chute du même nom.



Source : CMQ, 2013.

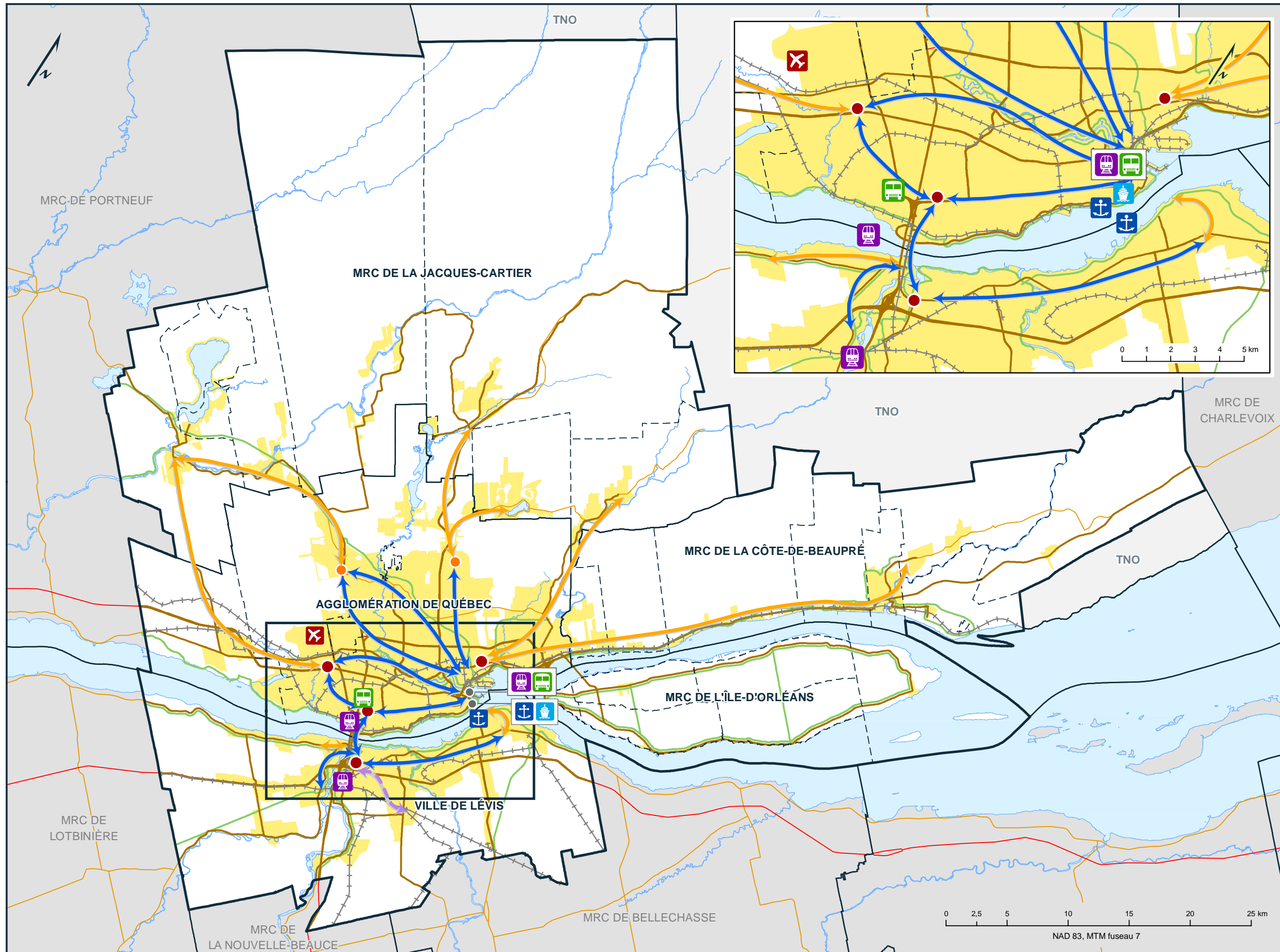
Figure 4-12 : Panorama depuis le bassin Louise vers le promontoire de Québec

Le vaste paysage de l'estuaire du Saint-Laurent borde les rives nord et sud et fait le tour de l'Île d'Orléans. Il est caractérisé par des escarpements plus ou moins élevés, faisant de ce dernier un corridor emblématique de grande qualité et une accessibilité visuelle vers les sommets de la région.

Selon un rapport de la Commission de la capitale nationale du Québec en 2019, le développement du réseau routier moderne aurait pris le dessus sur la mise en valeur des paysages fluviaux, et ce, malgré leur importance. En conséquence, la qualité et l'accessibilité des points de contact directs avec le fleuve, tels que les quais, les marinas et les plages, ainsi que les ouvertures visuelles telles que les belvédères, les parcs riverains et les pistes cyclables, restent des préoccupations majeures pour le gouvernement du Québec.

4.8 Réseaux et installations de transport d'intérêt métropolitain

Sur son vaste territoire, la CMQuébec est parcourue de plusieurs types de réseaux de transport, que ce soient les réseaux routier, ferroviaire, actif et collectif ainsi que des réseaux de transport d'énergie. De plus, des installations de transport permettant d'accéder à la région sont situées sur le territoire. Ces réseaux et installations constituent des éléments fondamentaux de l'organisation du territoire et leur fonctionnalité est importante pour une mobilité efficace et durable des personnes et des marchandises à l'intérieur même des limites ainsi que de part et d'autre de la CMQuébec. Ces réseaux et installations sont représentés sur la figure 4-13.



- Pôle d'échanges
- Pôle de rabattement

Infrastructures d'interconnexion

- Aéroport international Jean-Lesage
- Gare d'autobus
- Gare ferrovière
- Quai fluvial
- Terminal de croisières - Port de Québec

Grands axes de mobilité durable

- Réseau structurant de transport en commun
- Corridor d'interconnexion
- Corridor d'interconnexion projeté

Réseaux de transport

- Réseau routier d'intérêt métropolitain
- Autoroute
- Route nationale et régionale
- Réseau cyclable d'intérêt métropolitain
- Réseau ferroviaire

Hydrographie

- Cours d'eau
- Plan et cours d'eau

Limites administratives

- Communauté métropolitaine de Québec
- MRC
- Municipalité
- Périmètre d'urbanisation métropolitain
- Territoire non organisé (TNO)

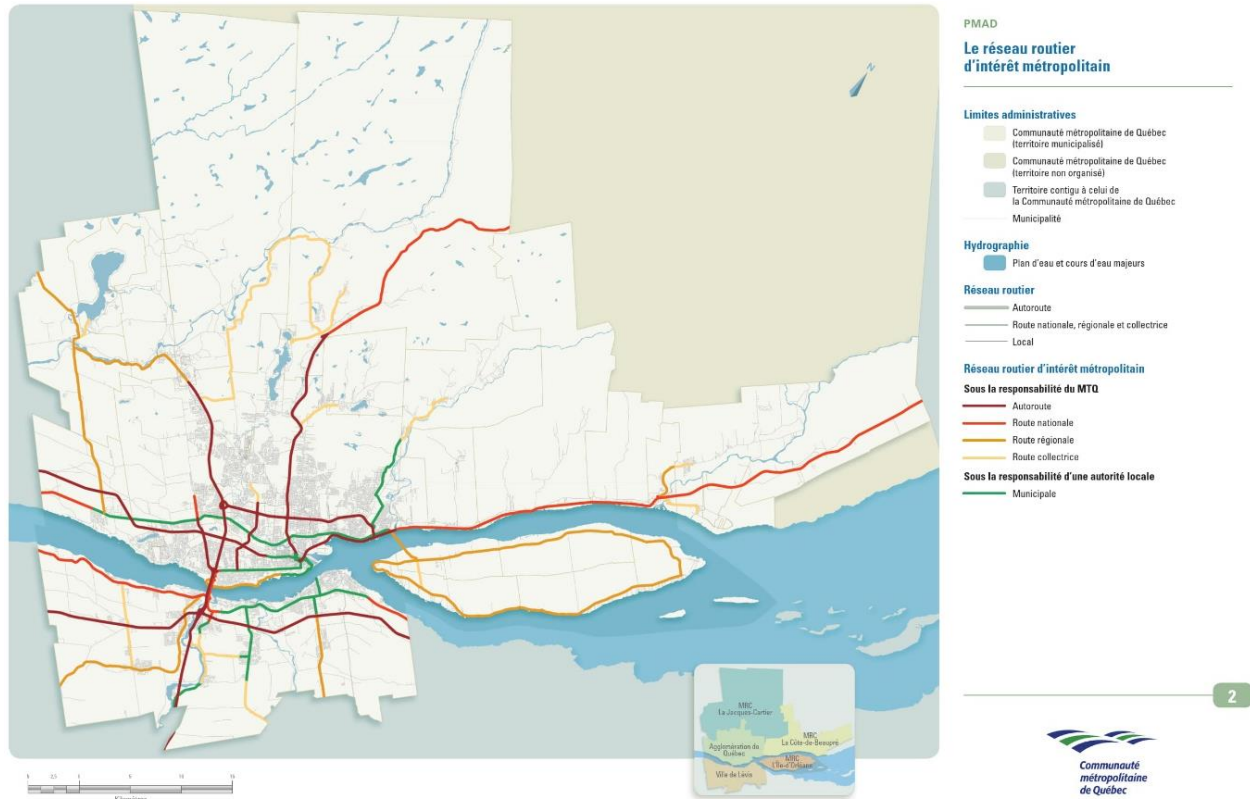
Sources :
Communauté métropolitaine de Québec, 2021-2023
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 2020

© Communauté métropolitaine de Québec
Réalisé le 14 mars 2023 (LD-VT), modifié le 21 septembre 2023 (LD)
Nom du document : c2_pmadr_infraInterconnexion_20230921.mxd

Figure 4-13: Infrastructures d'interconnexion métropolitaines et interrurbaines

4.8.1 Transport routier

Le territoire de la CMQuébec possède un vaste réseau routier d'intérêt métropolitain, que ce soit des autoroutes ou des routes nationales, régionales et collectrices (voir figure 4-14). Ce réseau permet de lier les différents territoires qui composent la CMQuébec. Certains tronçons sont sous la responsabilité du ministère des Transports et de la Mobilité durable tandis que d'autres sont sous la responsabilité d'une autorité locale.



Source : CMQ, 2013a.

Figure 4-14 : Réseau routier d'intérêt métropolitain

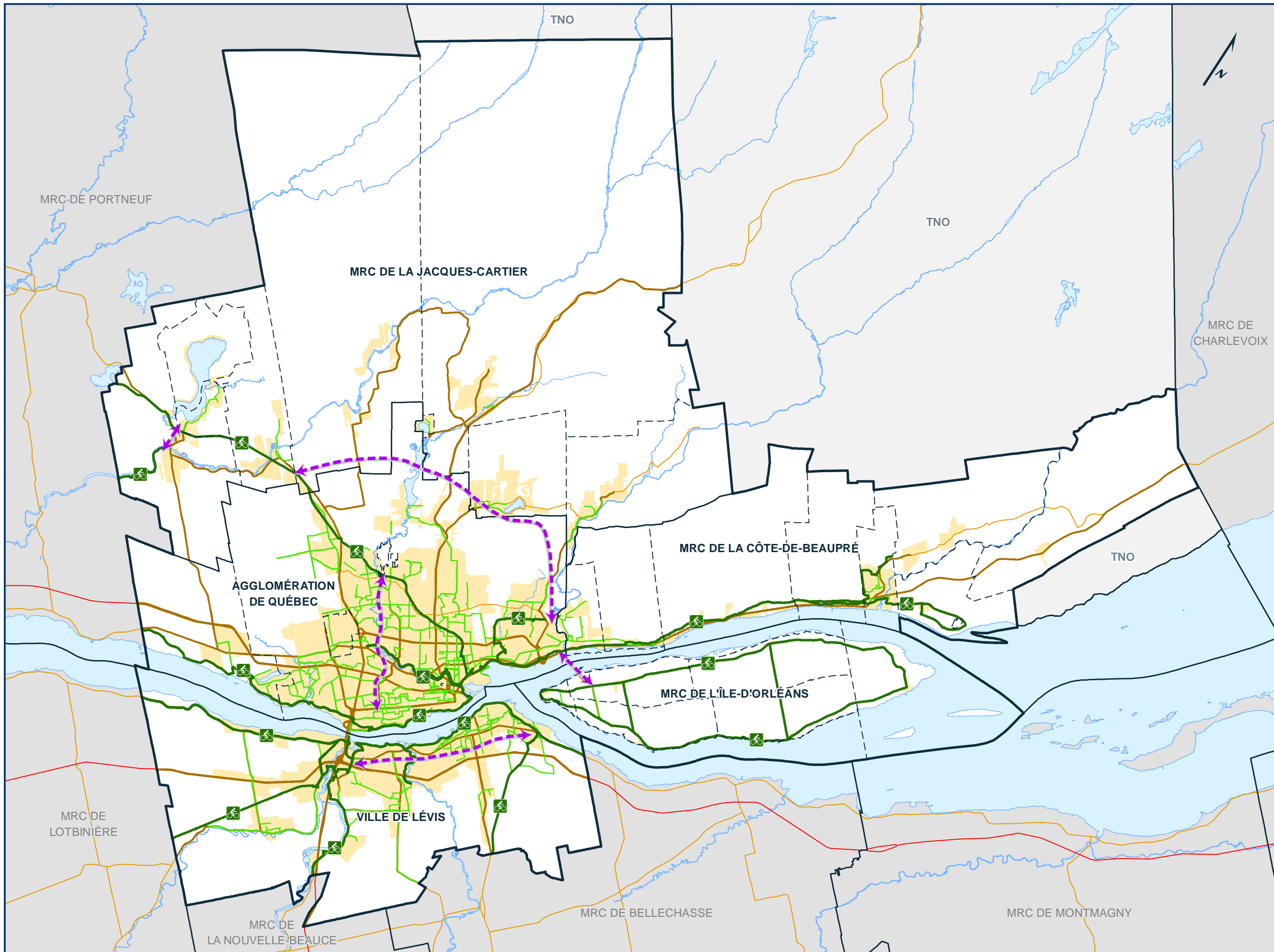
Les déplacements entre les rives nord et sud du fleuve Saint-Laurent sont possibles grâce à la présence de deux ponts, soit le pont Pierre-Laporte, possédant six voies de circulation, ainsi que le pont de Québec, en possédant trois. Une autre option de déplacement interrives est assurée par le traversier Québec-Lévis, sur lequel voitures, cyclistes et piétons peuvent embarquer. Ce moyen de transport connaît cependant des limites, en raison notamment de sa capacité d'embarcation, du nombre limité de départs et des éventuels bris mécaniques.

Le territoire de la MRC de l'Île d'Orléans est quant à lui accessible par un seul accès, qui est localisé sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent, soit le pont de l'Île d'Orléans. Ce pont est appelé à être remplacé par un nouveau pont dont l'ouverture est prévue pour 2028. En moyenne, près de 12 000 véhicules empruntent ce pont chaque jour, et ce nombre augmente à 15 000 pendant la saison estivale (MTMD, 2023).

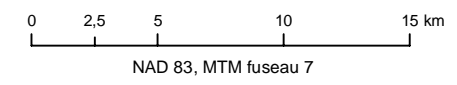
4.8.2 Réseau cyclable

Le réseau cyclable métropolitain permet de relier entre elles certaines composantes et est notamment constitué de portions de la Route verte du Québec. Le réseau est surtout utilisé à des fins récréatives, mais il est de plus en plus utilisé à des fins utilitaires, quoique le manque d'interconnexion entre plusieurs segments, de même que l'absence de certains segments, limitent les possibilités d'utilisation à ces fins. En plus de servir les cyclistes, les voies cyclables sont également utilisées par les utilisateurs de modes individuels légers (motorisés ou non) telles que les trottinettes. Le réseau cyclable métropolitain est complété par les réseaux cyclables municipaux qui se développent de plus en

plus à des fins utilitaires. Les liens cyclables permettant de franchir le fleuve Saint-Laurent sont situés à deux endroits, soit sur le pont de Québec ainsi que par le biais du traversier Québec-Lévis. Il est à noter qu'un service de vélo en libre-service est offert à la population dans les portions les plus denses de l'Agglomération de Québec. Le réseau d'intérêt métropolitain est représenté sur la figure 4-15.



- Réseau cyclable**
- Réseau cyclable métropolitain
 - Réseau cyclable municipal
 - Lien cyclable à réaliser
- Réseau routier**
- Réseau routier d'intérêt métropolitain
 - Autoroute
 - Route nationale et régionale
- Hydrographie**
- Cours d'eau
 - Plan et cours d'eau
- Limites administratives**
- Communauté métropolitaine de Québec
 - MRC
 - Municipalité
 - Périmètre d'urbanisation métropolitain
 - Territoire non organisé (TNO)



Sources :
Communauté métropolitaine de Québec, 2023
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 2020

© Communauté métropolitaine de Québec
Réalisé le 15 mars 2023 (VT), modifié le 18 septembre 2023 (LD)
Nom du document : c3_pmadr_RxCyclableMetropolitain_2030918.mxd

Figure 4-15

4.8.3 Transport collectif

Le transport collectif du territoire de la CMQuébec est offert par diverses autorités organisatrices de transport sur le territoire, soit sur les territoires de Québec (Réseau de transport de la Capitale – RTC), de Lévis (Société de transport de Lévis – STLévis), de la MRC de La Jacques-Cartier (Transport collectif de La Jacques-Cartier – TCJC) et celles des MRC de La Côte-de-Beaupré et de l'Île d'Orléans (PLUMobile). Les principaux axes structurants sont illustrés à la figure 4-15 présentée précédemment.

La traverse Québec-Lévis constitue également une option de transport en commun en offrant la possibilité aux automobilistes, cyclistes et piétons de franchir le fleuve Saint-Laurent. Le débarcadère sur la rive nord est localisé au cœur des activités du Vieux-Québec.

4.8.4 Transport ferroviaire

Le territoire métropolitain est traversé par différentes voies ferrées et comporte trois gares de passagers, dont deux sont situées dans l'Agglomération de Québec, soit la Gare de Sainte-Foy et la Gare du Palais. Cette dernière est située dans un lieu stratégique du territoire, à proximité de nombreux attraits touristiques, de secteurs d'emplois et d'un pôle d'échange avec le transport en commun, et constitue la station primaire du réseau de Via Rail (Via Rail, 2023). La gare de passagers située sur la rive sud du fleuve est celle de Charny (Lévis).

Le territoire comporte également quelques gares de triage, qui jouent un rôle important dans le transbordement de marchandises.

4.8.5 Installation aérienne

L'Aéroport international Jean-Lesage de Québec, situé dans la Ville de L'Ancienne-Lorette, constitue également l'une des portes d'entrée à la région (voir figure 4-13) et permet d'attirer de nombreux navetteurs provenant de différentes régions du Québec. Sa zone d'influence dépasse largement les limites de la CMQuébec. Plusieurs millions de dollars ont été investis au cours des années 2000 pour réaménager l'aérogare et augmenter sa capacité d'accueil. Un plan directeur couvrant les années 2010 à 2035 a été présenté. Celui-ci prévoit de nouveaux investissements pour accroître la qualité des services, le nombre de destinations desservies et la fréquence des vols. Il comprend également des mesures concernant le transport des marchandises et la mise en valeur des terrains situés aux abords de l'aéroport.

4.8.6 Installation portuaire

L'Agglomération de Québec est l'hôte du dernier port en eau profonde du chenal maritime du Saint-Laurent, soit le Port de Québec, qui constitue une plaque tournante du commerce international. De nombreux bateaux de marchandises et de croisières y font escale, permettant de générer des retombées économiques importantes pour la région et le Canada. Le Port de Québec, c'est :



Source : Port de Québec, 2023.

Figure 4-16 : Port de Québec en chiffres

4.8.7 Transport et distribution de l'énergie

Le territoire métropolitain est traversé par différents réseaux de transport d'énergie, soit des lignes de transport et de distribution électrique et des pipelines de gazoduc et d'oléoduc.

Un vaste réseau de transport d'électricité parcourt le territoire de la CMQuébec. Il s'agit d'un réseau de lignes à haute tension à 735 kV (Hydro-Québec, 2023b), accompagné de postes de transformation et de distribution répartis à plusieurs endroits sur le territoire. Ces postes de distribution servent à alimenter les différentes lignes de distribution qui parcourent le territoire et desservent chaque bâtiment. Le réseau de distribution est soit aérien, souterrain ou aérosouterrain. La population de l'Île d'Orléans est alimentée par des lignes de distribution provenant d'un poste situé sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent. L'énergie y est acheminée par trois câbles sous-marins dont un sert de relève. Il s'agit des seules liaisons électriques desservant le réseau de l'Île d'Orléans (Hydro-Québec, 2019).

Deux réseaux de pipeline traversent le territoire métropolitain, soit le pipeline Trans Québec & Maritimes (TQM) ainsi que le pipeline Saint-Laurent. Le pipeline TQM fait partie du réseau de gazoduc et parcourt la partie ouest du territoire de l'Agglomération de Québec puis franchit le fleuve Saint-Laurent. Il s'agit d'un pipeline d'une longueur de 572 km, qui parcourt le sud de la province (TCÉnergie, 2021). Le pipeline Saint-Laurent est un oléoduc qui relie la raffinerie Jean-Gaulin située à Lévis au terminal de stockage et de distribution de Montréal-Est. Mis en service en décembre 2012, ce pipeline d'Énergie Valero est une conduite souterraine d'une longueur de 250 km (Valero, 2018).

4.9 Infrastructures de production énergétique

En matière de production d'énergie, la région dispose d'un fort potentiel d'après le rapport du Conseil régional de l'environnement de la région de la Capitale nationale (CRERCN) concernant le portrait énergétique de la Capitale-Nationale (2014).

4.9.1 Raffinerie

Au Québec, il y a actuellement deux grandes raffineries en activité : la raffinerie de Montréal et la raffinerie Jean-Gaulin située à Lévis. Exploitée par le groupe Valero, la raffinerie Jean-Gaulin est située dans le quartier de Saint-Romuald et est considérée comme une infrastructure énergétique stratégique en Amérique du Nord. Elle se positionne comme la deuxième plus grande du Canada en matière de capacité de production, se plaçant juste derrière la raffinerie Irving située à Saint John, dans la province du Nouveau-Brunswick (Office national de l'énergie, 2018). Il est à noter que des citernes de produits pétroliers et chimiques se trouvent également à l'extérieur de ces raffineries. Par exemple, la compagnie IMTT-Québec en gère actuellement une cinquantaine de citernes au Port de Québec.

4.9.2 Parc éolien

Le potentiel éolien du Québec est largement concentré dans les régions du Nord-du-Québec et de la Côte-Nord. Cependant, plusieurs parcs éoliens d'envergure sont en exploitation au sein de la Capitale-Nationale et d'autres projets sont en cours. Au niveau de la CMQuébec, on retrouve les Parcs éoliens de la Seigneurie de Beaupré (parcs éoliens n° 2, 3 et 4). Situés entre les MRC de La Côte-de-Beaupré et de Charlevoix, ils constituent l'un des grands projets éoliens en développement au Canada. En exploitation depuis 2013, ils comptaient 377 éoliennes en 2015 (CRERCN, 2014). Au niveau des projets à venir, Hydro-Québec s'est allié de partenaires, soit Boralex et Énergir, afin de développer trois projets éoliens sur le territoire de la Seigneurie de Beaupré en prévision des besoins énergétiques importants qu'aura le Québec à court et moyen termes. Chacun des trois projets vont comprendre de 60 à 80 éoliennes (Parcs éoliens de la Seigneurie de Beaupré, 2020).

4.9.3 Biométhanisation

La Ville de Québec a implanté un centre de biométhanisation à proximité de la baie de Beauport. Celui-ci a débuté ses activités de traitement des matières organiques au début l'année 2023. Selon les prévisions, le procédé permettra de transformer 85 000 tonnes de matières organiques en compost et en biogaz. Ce processus permettrait de générer annuellement 10,2 millions de mètres cubes de gaz naturel renouvelable (Ville de Québec, 2023).

4.9.4 Parc solaire

Le potentiel de création d'énergie à partir de l'énergie solaire est important pour la région, bien que les parcs solaires ne soient pas encore bien répandus. Cependant, quelques projets urbains intègrent des systèmes de production d'électricité photovoltaïque. C'est le cas au Cégep de Limoilou, qui a pu installer une microcentrale photovoltaïque, composée de huit minicentrales solaires (CRERCN, 2014).

4.9.5 Barrage et centrale hydroélectrique

Sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, le long de la rivière Chaudière qui traverse le territoire de Lévis, se trouve le barrage et la centrale hydroélectrique des Chutes-de-la-Chaudière. Ces installations génèrent une puissance électrique maximale de 24 000 KWs qui peut alimenter environ 5000 familles (Tourisme Chaudière-Appalaches, 2023). Du côté de la rive nord du fleuve, la rivière Montmorency contient également deux barrages hydroélectriques, soit le barrage de la Montmorency ainsi que le barrage des Marches-Naturelles, tous deux faisant partie du site patrimonial de la Chute-Montmorency (MCC, 2013b).

4.10 Milieux naturels

4.10.1 Boisés et forêts

La CMQuébec se distingue par le caractère spectaculaire de ses paysages résultant du partage de son territoire en deux grandes régions naturelles : la plaine du moyen Saint-Laurent, partie des basses-terres du Saint-Laurent où une forêt feuillue domine, et les Laurentides méridionales, dans le Bouclier canadien, recouvertes d'une forêt mixte de feuillus et de conifères (CMQ, 2021b).

Le territoire de la CMQuébec est composé à 88 % de milieux naturels. En effet, plus de 70 % du territoire de la CMQuébec se situe en milieux boisés. Les milieux humides représentent 11 % de la superficie du territoire, et les milieux hydriques 6 %. Finalement, les milieux ouverts représentent moins de 1 % du territoire de la CMQuébec. Les milieux anthropisés représentent donc 12 % du territoire. Une grande proportion du couvert forestier se trouve dans les MRC de La Jacques-Cartier et de La Côte-de-Beaupré, soit 62,1 % et 19,2 % respectivement. Une majorité des complexes forestiers d'intérêt pour la biodiversité sont localisés dans la MRC de La Jacques-Cartier, soit 82 %. Le parc national de la Jacques-Cartier, d'une superficie d'environ 670 km², constitue le principal ensemble naturel de la CMQuébec et comprend entre autres de grands espaces de forêts de feuillus et de conifères (CMQ, 2021b).

En termes de domaines climatiques, le territoire de la CMQuébec se trouve en majorité dans la zone tempérée nordique et, plus précisément, dans la sous-zone de la forêt décidue, où domine l'érablière à tilleul (rive sud et portion sud de la rive nord de la CMQuébec). On y retrouve notamment l'érable à sucre, le tilleul d'Amérique, le frêne blanc, le cerisier tardif, l'ostryer de Virginie, le hêtre à grandes feuilles, le bouleau jaune, l'orme d'Amérique et la pruche du Canada. Une partie de son territoire, principalement dans la MRC de La Côte-de-Beaupré, est située dans la sous-zone de la forêt mixte, qui forme la transition entre la zone tempérée nordique et la zone boréale. Elle est caractérisée par des peuplements mixtes de bouleau jaune et de sapin baumier. Les érablières y sont encore assez fréquentes, tout comme le sont d'autres espèces tempérées. Une partie de la MRC de La Jacques-Cartier est située en zone boréale, dans la sous-zone de la forêt fermée, qui est dominée par le sapin baumier et l'épinette noire. Le bouleau à papier et le peuplier faux-tremble y sont également présents (MFFP, 2021 et 2022). Le territoire de la CMQuébec est donc très diversifié au niveau bioclimatique.

4.10.2 Biodiversité

Sur le territoire métropolitain, les divers milieux naturels présents, comme les forêts, les milieux humides, les prairies, les lacs et les cours d'eau, constituent une richesse collective. La variété de ces milieux naturels permet de soutenir une grande biodiversité et d'abriter des espèces floristiques et fauniques variées, dont plusieurs à statut précaire, soit menacées, vulnérables ou encore susceptibles de l'être. C'est le cas par exemple du faucon pèlerin (*Falco peregrinus*), de la matteucie-fougère à l'autruche (*Matteuccia struthiopteris* var. *pennsylvanica*), ou encore du sabot de la vierge (*Cyripedium acaule*) (Ville de Lévis, 2023).

Plusieurs secteurs d'intérêt écologique ponctuent la zone de Québec soit, les battures de Saint-Augustin, de Lévis et de Beauport, le chenal nord du Saint-Laurent entre La Côte-de-Beaupré et l'Île d'Orléans, le Cap-Tourmente et l'anse de Saint-Vallier. Parmi ceux-ci, les marais intertidaux possèdent une valeur écologique particulièrement haute, en constituant des habitats ainsi que des aires d'alimentation, d'élevage ou d'alevinage pour de nombreuses espèces de la faune et de la flore. La gentiane de Victorin, une espèce floristique endémique à l'estuaire du Saint-Laurent, ainsi que la vergerette de Provencher, une espèce floristique menacée au Québec, se retrouvent entre autres dans ces milieux (Prud'Homme *et al.*, 2019).

Des espèces exotiques envahissantes, qui menacent la biodiversité ainsi que les milieux naturels et les milieux de vie de la population, se trouvent aussi sur le territoire de la CMQuébec. Dix d'entre elles ont été retenues comme espèces d'intérêt pour les actions métropolitaines : la berce du Caucase, les renouées (comme celle du Japon), le nerprun, le roseau commun, le myriophylle à épis, l'agrile du frêne, la tenthrède en zigzag de l'orme, le longicorne asiatique, le fulgore tacheté et le flétrissement du chêne (CMQuébec, 2021a). Il est à noter que le longicorne asiatique et le flétrissement du chêne ne sont pas encore recensés sur le territoire de la CMQ à l'heure actuelle.

4.10.3 Milieux humides et hydriques

Le territoire de la CMQuébec se situe sur deux régions hydrographiques, qui regroupent plusieurs bassins versants. Ces deux régions sont le Saint-Laurent sud-est et le Saint-Laurent nord-ouest. Les milieux aquatiques ainsi que les

milieux humides de la CMQuébec sont des milieux sensibles de très grande importance écologique, économique et sociale. À la fois source de richesse et gage de qualité de vie, ces milieux naturels sont essentiels au développement et à l'attractivité du territoire de la CMQuébec.

D'après le MELCCFP (2023d), les milieux humides constituent l'ensemble des sites saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer la nature du sol ou la composition de la végétation. Les milieux humides jouent en particulier un rôle majeur dans la régulation du climat à travers le stockage de carbone. D'après la cartographie des milieux humides réalisée par la CMQuébec, un total de 10 763 milieux humides, couvrant une superficie totale de 32 534 hectares, soit 8,9 % du territoire métropolitain, seraient recensés (CMQuébec, 2021 c). Le plus grand complexe de milieux humides sur le territoire de la CMQuébec est celui de la tourbière Grande plée Bleue, qui est située à l'est de Lévis et possède une superficie de 3 703 ha (Beaulieu *et al.*, 2014). Il existe cependant de nombreuses pressions sur ces milieux naturels, causées entre autres par le développement résidentiel, les activités agricoles (dont intensives), l'exploitation des tourbières, ou encore les activités forestières et industrielles, dont dans les marécages et les tourbières (Beaulieu *et al.*, 2014).

Les milieux hydriques font quant à eux référence à des lieux d'origine naturelle ou anthropique qui se distinguent par la présence d'eau de façon permanente ou temporaire et dont l'état est stagnant ou en mouvement. Lorsque l'eau est en mouvement, elle peut s'écouler avec un débit régulier ou intermittent. Un lac, un cours d'eau, un fleuve, leurs rives, leur littoral et leurs zones inondables, sont notamment des milieux hydriques (MELCC, 2021). Le territoire de la CMQuébec est traversé par le fleuve Saint-Laurent. De nombreuses rivières, comme la rivière Jacques-Cartier, la rivière Saint-Charles, la rivière Montmorency ou encore la rivière des Hurons, ainsi que des lacs comme le lac Saint-Joseph ou encore le lac Saint-Charles façonnent également le territoire (CMQ, 2017). À elles seules, les rivières Saint-Charles et Montmorency fournissent environ 75 % de la population de la Ville de Québec en eau potable (Ouranos, 2016).

Les habitats aquatiques que créent ces milieux, à l'embouchure de rivières ou aux abords du fleuve par exemple, offrent des milieux propices à une grande variété d'espèces fauniques, dont des lieux de reproduction, d'alimentation, de croissance et de migration pour les poissons (Prud'Homme *et al.*, 2019). Ces milieux, les services écosystémiques qu'ils procurent, ainsi que la biodiversité qu'ils contiennent, sont cependant menacés.

La Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques permet de conserver ces milieux sensibles en demandant notamment aux MRC d'élaborer un plan régional des milieux humides et hydriques sur leur territoire. Entre autres, ce plan doit identifier les milieux d'intérêt pour la conservation et ceux pour une utilisation durable (CMQ, 2021b). Selon leur site Internet⁴, l'agglomération de Québec, la ville de Lévis (en collaboration avec les neuf MRC de la Chaudière-Appalaches), la MRC de l'Île d'Orléans, ont tous élaboré leur PRMHH et celui de la MRC de La Côte-de-Beaupré est en cours d'élaboration.

4.10.4 Milieux côtiers et estuaire fluvial

Les milieux côtiers et l'estuaire fluvial présents sur le territoire de la CMQuébec sont liés au fleuve Saint-Laurent, qui coupe le territoire en deux.

La biodiversité liée à ces milieux possède un rôle primordial pour les processus écologiques et procure différents services qui profitent aux collectivités : le fleuve et ses abords jouent un rôle central dans la préservation de la qualité de l'environnement ainsi que dans la création de refuges biologiques et d'oasis où la population aime se ressourcer.

Bien que riches et diversifiés, ces milieux subissent de nombreuses pressions et demeurent fragiles. La perte et l'altération des habitats causées par les activités humaines ainsi que les perturbations côtières engendrées par les changements climatiques constituent les principales menaces à la diversité biologique des milieux côtiers du Saint-Laurent (Séguin, Marquis, Gauthier. 2015).

Un grand nombre de milieux naturels côtiers du territoire de la CMQuébec bénéficient d'un statut de conservation, dont celui d'aire de concentration d'oiseaux aquatiques, qui est le plus fréquent. D'importantes désignations fédérales sont également accordées à la réserve nationale de faune du Cap-Tourmente et au refuge d'oiseaux migrateurs de Saint-Vallier, ainsi que la Réserve naturelle de l'Anse-Ross, la Réserve naturelle des Battures-de-Saint-Augustin-de-Desmaures ou encore la réserve naturelle de la Pointe-de-la-Croix (OpenStreetMap, 2019).




⁴ Consulté le 5 février 2024.

4.11 Services à la population



4.11.1 Approvisionnement en eau potable

La CMQuébec comprend un vaste réseau composé de l'ensemble des infrastructures municipales d'approvisionnement en eau potable. Certains secteurs ne sont toutefois pas desservis par ces réseaux, les citoyens comptant alors sur des puits individuels afin de s'alimenter en eau.



L'approvisionnement en eau se fait à partir des eaux de surfaces et souterraines. Ces dernières permettent d'alimenter 21 % de la population du territoire métropolitain, soit environ 148 000 citoyens. L'eau souterraine est prélevée principalement de trois façons, soit par un site de prélèvement d'eau souterraine municipal, par des puits privés individuels (environ 18 000) ou par des puits collectifs, notamment pour les secteurs résidentiels et pour les industries, commerces et institutions. Concernant l'eau de surface, on dénombre 10 prises d'eau municipales de surface dont l'approvisionnement se fait à même certaines rivières (voir figure 4-17) et 3 prises d'eau au fleuve. Sur le territoire métropolitain, les bassins versants de ces rivières jouent donc un rôle important dans l'alimentation en eau potable pour un grand nombre de citoyens, soit plus de 685 000 résidents (CMQ, 2021b).

-  Prise d'eau municipale de surface
-  Prise d'eau au fleuve
-  Bassin versant de prise d'eau (BVPE)



Périmètre d'urbanisation métropolitain (PUM)

-  PUM - Intérieur des BVPE
-  PUM - Extérieur des BVPE





Réseau routier

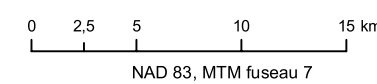
-  Autoroute
-  Route nationale et régionale

Hydrographie

-  Cours d'eau
-  Plan et cours d'eau

Limites administratives

-  Communauté métropolitaine de Québec
-  MRC
-  Municipalité
-  Territoire non organisé (TNO)



Sources :
Communauté métropolitaine de Québec, 2021-2023
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2020
Ville de Québec, 2021
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte
contre les changements climatiques (MDDELCC) - Direction de l'expertise
hydrique du Québec (DEHQ), 2015

© Communauté métropolitaine de Québec
Réalisé le 22 mars 2023 (VT), modifié le 19 septembre 2023 (LD)
Nom du document : c18_pmadr_BassinsPriseEau_20230918.mxd

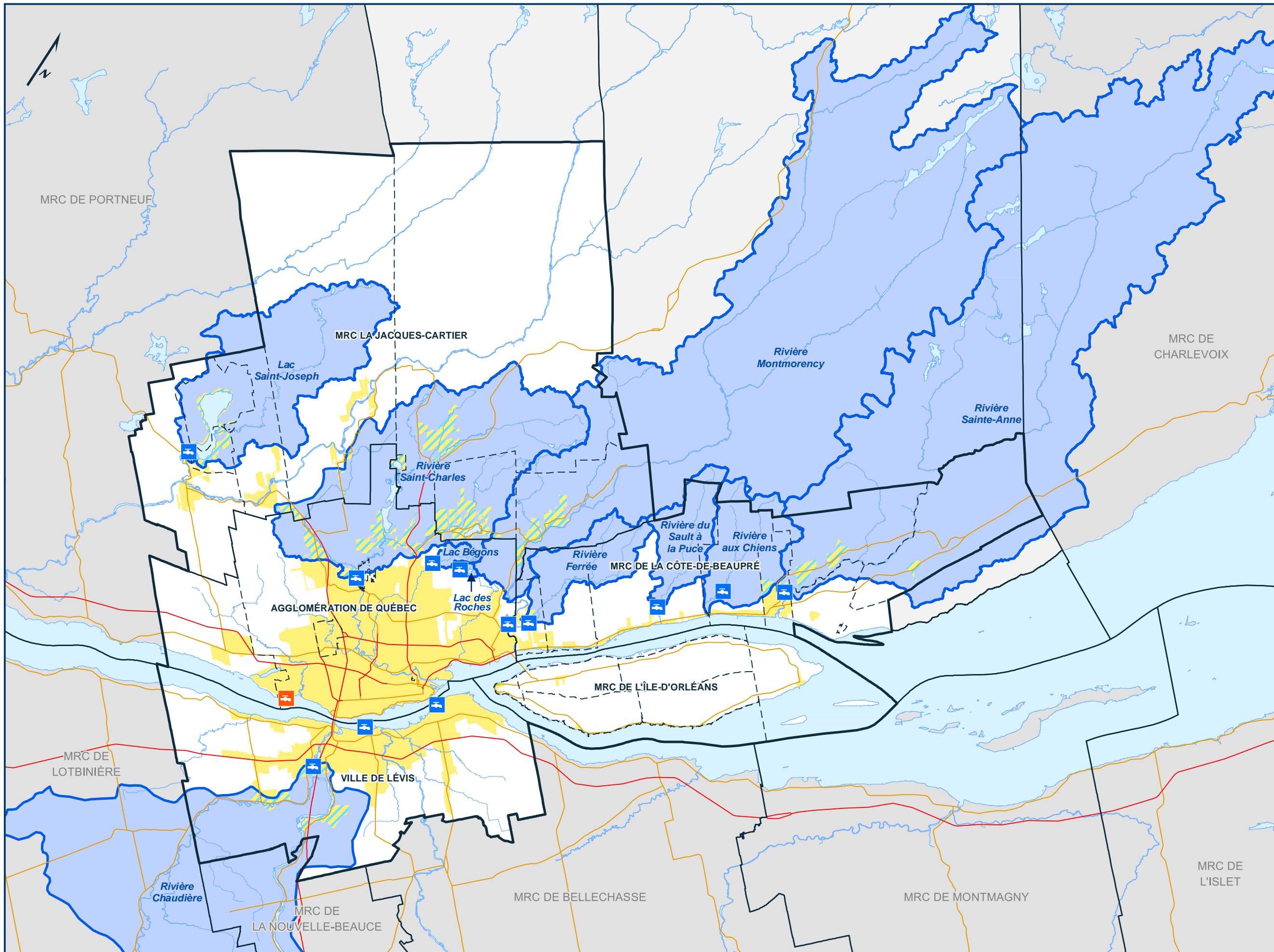


Figure 4-17: Bassins versants de prises d'eau municipales de surface

4.11.2 Gestion des eaux usées

Au total sur le territoire de la Ville de Québec, se trouvent deux stations d'épuration des eaux usées : la station d'épuration Québec-Est, située près des battures de Beauport et la station d'épuration Québec-Ouest, localisée dans le secteur de Sainte-Foy. Diverses stations d'épuration des eaux usées desservent les autres territoires de la CMQuébec (tableau 4-4).

Tableau 4-4 : Stations d'épuration des eaux usées sur le territoire de la CMQuébec.

Composante	Station d'épuration	Nombre de personnes pouvant être desservies (capacité théorique)
Québec	Québec-Est	270 000
	Québec - Ouest	237 0015
Lévis	St-Romuald	10 612
	St-Nicolas	35 940
	St-Jean	12 440
	Breakeyville	6 520
	St-Étienne	6 900
	Parc de l'Érablière	650
MRC de La Jacques-Cartier	Fossambault-sur-le-Lac	4 217
	Ste-Catherine-de-la-J.Cartier	3091
	Ste-Catherine-de-la-J.Cartier – Coin Perdu	80
	Lac-Delage	987
	Stoneham	3780
	Lac-Beauport (Domaine Écho) Phase 1	111
	Ste-Brigitte-de-Laval	3985
MRC de La Côte-de-Beaupré	Régie de Boischatel, L'Ange-Gardien, Château-Richer	11 256
	Beaupré	22 349
	St-Tite-des-Caps	658
MRC de l'Île d'Orléans	St-Pierre-de-l'Île-d'Orléans	1110
	Ste-Famille	216
	St-Jean-de-l'Île-d'Orléans	519
	St-Laurent-de-l'Île-d'Orléans	572
Total		2 766 008

Les réseaux d'égouts sanitaire qui permettent d'acheminer les eaux usées aux stations d'épuration peuvent être de trois types : séparatif lorsque les eaux pluviales sont séparées des eaux usées par des réseaux d'égouts distincts, unitaire lorsqu'un seul réseau d'égout achemine toutes les eaux pluviales et usées vers la station d'épuration et pseudo-séparatif lorsque les égouts pluviaux sont séparés des égouts sanitaires, mais que les eaux de gouttières sont acheminées vers les égouts sanitaires. Les réseaux les plus récents sont séparatifs pour éviter de surcharger les stations d'épuration avec des eaux de pluie qui n'ont pas besoin de traitement puisque cette surcharge entraîne le rejet d'eaux usées non traitées dans l'environnement via les ouvrages de surverse. À cet effet, la Ville de Lévis et les municipalités de L'Ange-Gardien et de Boischatel ont connu des déversements dont l'indice d'intensité par rapport au nombre d'habitants est le plus élevé du territoire métropolitain au courant de l'année 2021, suivi par la ville de Québec (Fondation Rivières, 2023). L'indicateur de l'intensité des déversements s'appuie sur le débit de conception de la station d'épuration, la grosseur de l'ouvrage qui a débordé et la durée de chacun des déversements afin de pouvoir estimer la quantité d'eau usée déversées et ainsi connaître l'impact de ces déversements.

Les résidences isolées qui ne sont pas desservies par un réseau d'égout sont quant à elle reliées à une installation septique autonome.

4.11.3 Gestion des matières résiduelles

La planification de la gestion des matières résiduelles du territoire de la CMQuébec est effectuée différemment selon sa localisation au nord ou au sud du fleuve Saint-Laurent. La rive-nord est planifiée par le Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles (PMGMR) 2024-2031 révisé (CMQ, 2022) qui s'applique aux 27 municipalités situées sur la rive-nord du territoire métropolitain, tandis que le territoire au sud est planifié par le Plan de gestion des matières résiduelles 2023-2029 (Ville de Lévis, 2023) qui s'applique à la Ville de Lévis et à la municipalité de Saint-Lambert-de-Lauzon (hors CMQ).

Rive-nord⁵

Le territoire de la CMQuébec (rive-nord) comporte différentes installations de traitement des matières résiduelles qui sont localisées soit sur son territoire ou à l'extérieur de celui-ci (voir tableau 4-5). Près de la moitié des infrastructures du territoire d'application du PMGMR se trouvent dans l'agglomération de Québec. Cependant, près du tiers du total des infrastructures accueillant des matières en provenance du territoire de la CMQuébec (Rive-Nord) est situé à l'extérieur de celui-ci.

Tableau 4-5 : Inventaire des infrastructures ayant traité des matières résiduelles en provenance de la CMQuébec (Rive-Nord) selon les catégories d'infrastructures en 2019

		Agglomération de Québec	MRC de La Côte-de-Beaupré	MRC de l'Île d'Orléans	MRC de La Jacques-Cartier	CMQuébec (Rive-Nord)	Hors territoire CMQuébec (Rive-Nord)	Infrastructures totales 2019
Mise en valeur des matières résiduelles	Centre de tri des matières recyclables	2	0	0	0	2	1	3
	Écocentre	5	7	0	2	14	7	21
	Centre de compostage	0	0	0	0	0	2	2
	Centre de transbordement	3	0	0	0	3	2	5
	Centre de tri des débris de construction, de rénovation et de démolition	4	0	0	0	4	2	6
Sous-total		14	7	0	2	23	14	37
Élimination des matières résiduelles	Lieu d'enfouissement technique (LET)	0	1	0	0	1	4	5
	Lieux d'enfouissement de débris de construction et démolition (LEDGD)	0	0	0	0	0	2	2
	Centre de transbordement	1	0	0	0	1	0	1
	Incinérateur	1	0	0	0	1	0	1
Sous-total		2	1	0	0	3	6	9
Traitement des eaux usées et des boues	Traitement des eaux usées - station mécanisée	2	2	0	1	5	0	5
	Traitement des eaux usées - étangs aérés	0	1	4	6	11	0	11
	Traitement des boues de fosses septiques	0	0	1	0	1	1	2
	Traitement des boues sanitaires et pluviales	0	0	0	0	0	1	1
Sous-total		2	3	5	7	17	2	19
Total des infrastructures		18	11	5	9	43	22	65

Matières recyclables

La collecte sélective municipale couvre l'ensemble du secteur résidentiel de la CMQuébec (Rive-Nord) et une petite partie du secteur ICI. Les ICI non desservies par la collecte sélective municipale ont soit des ententes avec des

⁵ Toutes les informations sont tirées du *Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles (PMGMR) 2024-2031 révisé* (CMQ, 2022)

entreprises privées de collecte, soit aucune collecte des matières recyclables puisqu'ils ont décidé de ne pas trier. Toutefois, la collecte sélective municipale est offerte pratiquement partout sur le territoire gratuitement aux ICI à condition qu'ils acquièrent les contenants requis pour leur récupération.

Écocentre

Selon le PMGMR, la capacité actuelle des écocentres devrait être suffisante pour répondre aux projections de matières qui y seront apportées en 2031. L'accessibilité n'est cependant pas généralisée sur le territoire métropolitaine pour l'ensemble des composantes. En effet, le nombre d'écocentres au sein de la MRC de La Jacques-Cartier n'est pas répartis de manière uniforme et la MRC de l'Île d'Orléans ne possède pas d'écocentre.

Matières organiques

En 2023, une usine de biométhanisation a débuté ses activités pour traiter les résidus alimentaires et les boues municipales. La majorité des municipalités du territoire de la CMQuébec (Rive-Nord) seront desservies par ce centre de traitement, mis à part certaines municipalités de la MRC de la Jacques-Cartier qui ont opté pour la 3^e voie pour l'ensemble des matières organiques. Les matières de ces municipalités sont traitées au centre de compostage de Saint-Henri-de-Lévis. Présenté précédemment lors du portrait des infrastructures d'approvisionnement énergétique, le centre de biométhanisation de la Ville de Québec est conçu pour traiter les résidus alimentaires (86 600 t/an) et les boues municipales (96 000 t/an). La capacité totale prévue de l'installation devrait atteindre environ 182 600 tonnes par an en digestat qui pourra être valorisé en champs agricoles prévus pour l'alimentation animale et en biogaz (Ville de Québec, 2023).

Rive-sud⁶

Le territoire de la CMQuébec (rive-sud) comporte différentes installations de traitement des matières résiduelles qui sont toutes localisées à une distance de moins de 20 km du centre de masse de la population lévisienne (voir tableau 4-6). Une seule installation est localisée à l'extérieur du territoire d'application du PGMR, soit le Centre régional de la valorisation de la biomasse (Biogénie) situé à Saint-Henri-de-Lévis. À noter que ce tableau indique uniquement les principales installations de traitement sur le territoire ou celles qu'utilisent la Ville de Lévis et la Municipalité de Saint-Lambert-de-Lauzon. D'autres installations sont présentes, mais sont exploitées par des entreprises privées.

Tableau 4-6 : Principales infrastructures de traitement des matières résiduelles selon les catégories d'infrastructures (Ville de Lévis et Municipalité de Saint-Lambert-de-Lauzon)

		Ville de Lévis	Municipalité de Saint-Lambert-de-Lauzon	Hors territoire du PGMR	Infrastructures totales
Mise en valeur des matières résiduelles	Centre de tri des matières recyclables	1	0	0	1
	Écocentre	1	1	0	2
	Centre régional de la valorisation de la biomasse (Biogénie)	0	0	1	1
Sous-total		2	1	1	4
Élimination des matières résiduelles	Lieu d'enfouissement technique (LET)	0	1	0	1
	Incinérateur	1	0	0	1
Sous-total		1	1	0	2
Traitement des eaux usées et des boues	Traitement des eaux usées - station mécanisée	1	0	0	1
	Traitement des eaux usées - étangs aérés	6	3	0	9
Sous-total		7	3	0	10
Total des infrastructures		10	5	0	16

⁶ Toutes les informations sont tirées du *Plan de gestion des matières résiduelles 2023-2029. Ville de Lévis et Municipalité de Saint-Lambert-de-Lauzon*. (Ville de Lévis, 2023)

Matières recyclables

Contrairement à la plupart des municipalités québécoises, la Ville de Lévis et la Municipalité de Saint-Lambert-de-Lauzon pourvoient de façon exclusive à la collecte et au transport des matières résiduelles des secteurs résidentiels et des ICI.

Incinérateur

L'incinérateur de Lévis reçoit les déchets solides provenant en grande majorité du secteur résidentiel ainsi que de quelques institutions comme l'hôpital Hôtel-Dieu de Lévis et la Société VIA. Depuis 2018, l'incinérateur a obtenu les permis nécessaires pour l'élimination des déchets internationaux provenant principalement des bateaux de croisière. L'incinérateur est en activité 24 heures par jour et 7 jours par semaine.

Traitement des eaux usées

Depuis plusieurs années, les biosolides municipaux provenant des usines de traitement des eaux usées sont valorisés à 100 %, soit par épandage direct au champ, soit par compostage. Ainsi, les biosolides sont transportés directement chez un producteur agricole et intégrés au sol afin d'en améliorer la structure et les rendements.

Traitement des boues des installations septiques

En 2019, toutes les boues pompées des installations septiques de la ville de Lévis ont été envoyées aux stations d'épuration de la Ville de Québec. Les boues y sont déshydratées, séchées et brûlées à l'incinérateur. Avec l'ouverture du centre de biométhanisation à Québec, les boues des installations septiques seront valorisées.

5. Évolution des conditions météorologiques des 30 dernières années

Les données de températures, de précipitations (solides et liquides, toutes saisons), de sécheresses, de canicules, de tempêtes, de vents et d'autres aléas climatiques ont été colligées pour la période des 30 dernières années et applicables au territoire de la CMQuébec. Elles permettent d'établir un portrait visant à prendre conscience de la situation climatique actuelle et à entrevoir les tendances.

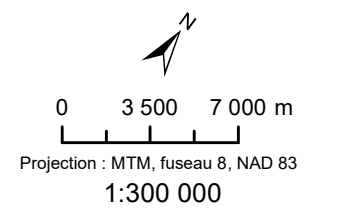
Dans un objectif d'analyse de conditions climatiques, l'étude d'une unique station météorologique ne pouvait représenter l'ensemble du territoire de la CMQuébec. Par conséquent, plusieurs stations ont été prises en considération afin de dresser un portrait complet. Certains critères ont été pris en considération pour la sélection des stations, tels que l'accessibilité à des données fiables et suffisamment éloignées dans le temps ainsi que la représentativité géographique. Après avoir examiné de nombreuses stations du secteur, les stations de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec, de Beauséjour et de l'Île d'Orléans ont été retenues pour une analyse plus approfondie.

Comme il est possible de le voir sur la figure 5-1, les stations ont été sélectionnées de manière à représenter différentes conditions géographiques de la CMQuébec. L'aéroport international Jean-Lesage de Québec, Beauséjour et l'Île d'Orléans représentent respectivement les conditions urbaine, rurale et insulaire.

Stations météorologiques de l'étude

- ★ Stations météorologiques
- Réseau routier
- Réseau ferroviaire
- Hydrographie
- - - Limites municipales
- ▭ Limites de la CMQ

Sources :
BDTQ, 2022;
Routes: Adresses-Québec, 2022;
Projet: 60688166



5.1 Contexte général

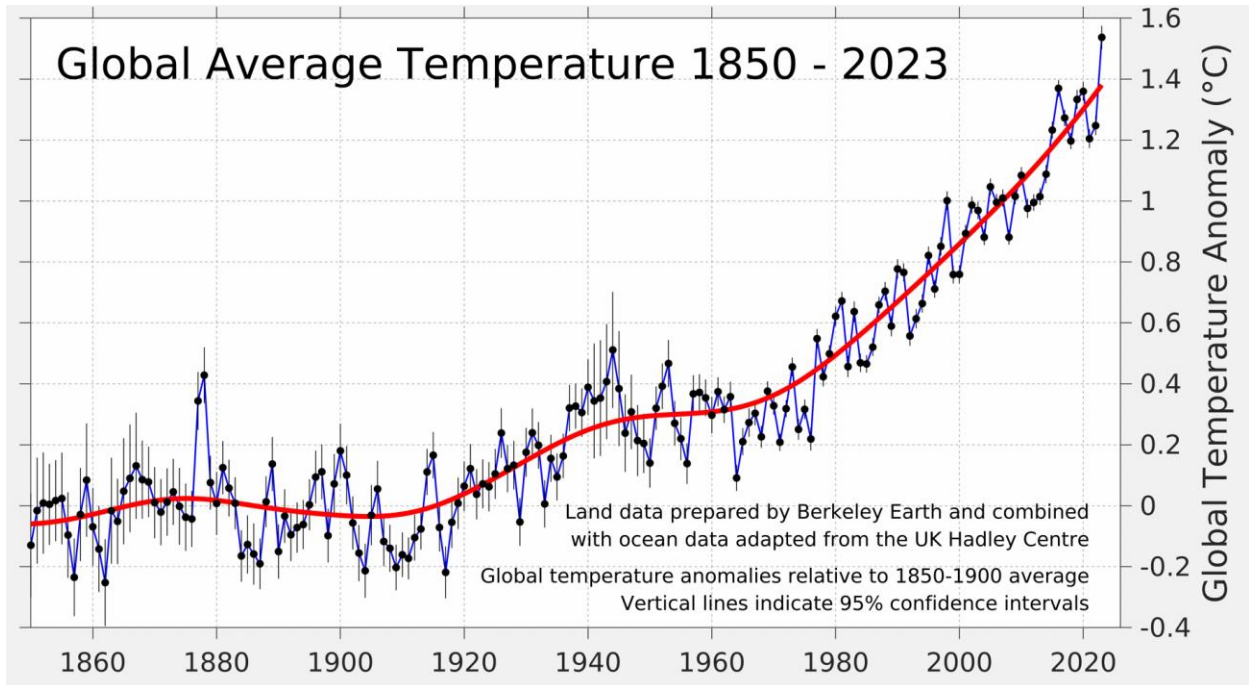
Il convient de situer la région dans un contexte plus global et historique. En comparant les tendances des températures moyennes annuelles estivales et hivernales pour 16 villes canadiennes, il est possible de constater que Québec semble moins affectée par la hausse des températures moyennes, sur la période allant de 1900 à 2013. En effet, il n'y a pas de hausse notée pour la période estivale et une hausse de 1,1°C en période hivernale, pour une tendance annuelle de 0,6°C.

Ville canadienne	Période de calcul de la tendance	Tendance de la température annuelle (°C/siècle)	Tendance de la température estivale (JJA) (°C/siècle)	Tendance de la température hivernale (DJF) (°C/siècle)
Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard)	1900–2013	0,5	0,3	1,0
Edmonton (Alberta)	1900–2013	2,0	2,3	3,1
Fredericton (Nouveau-Brunswick)	1900–2013	1,4	1,4	2,0
Halifax (Nouvelle-Écosse)	1900–2013	1,2	1,6	1,4
Iqaluit (Nunavut)	1946–2013	1,3	1,1	2,9
Montréal (Québec)	1900–2013	2,0	1,4	2,7
Ottawa (Ontario)	1900–2013	1,7	1,0	2,6
Québec (Québec)	1900–2013	0,6	0,0	1,1
Regina (Saskatchewan)	1900–2013	1,9	1,5	3,1
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador)	1900–2013	0,6	1,2	0,9
Toronto (Ontario)	1900–2013	1,8	1,8	2,2
Vancouver (Colombie-Britannique)	1900–2013	1,5	2,0	1,4
Victoria (Colombie-Britannique)	1900–2013	0,6	0,6	1,1
Whitehorse (Yukon)	1942–2013	2,1	0,2	6,0
Winnipeg (Manitoba)	1900–2013	1,0	0,8	1,5
Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest)	1942–2013	4,0	2,2	7,4

Source : Environnement Canada, 2016.

Figure 5-2 : Tendances des températures moyennes annuelles estivales et hivernales pour 16 villes canadiennes

Il est cependant important de noter qu'il y a une accélération du réchauffement planétaire depuis 2014. En effet, la période 2014–2023 a vu les années les plus chaudes jamais enregistrées. Comme il est possible de l'observer sur la figure suivante, le réchauffement général moyen est de 1,8°C comparativement aux moyennes de la période 1950 à 1980.



Source : Berkeley Earth, 2023.

Figure 5-3 : L'évolution du réchauffement planétaire depuis 1850

5.2 Station de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec

La station météorologique de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec représente le milieu urbain. Le tableau 5-1 présente les données mensuelles compilées de 1993 à 2022 pour les moyennes de température, pluie, neige et vent. Pour le vent, la donnée retenue a été celle de la vitesse moyenne soutenue sur une période de 10 minutes. Les données pour cette variable ne sont disponibles qu'à partir de 2005.

Tableau 5-1 : Données mensuelles de températures, pluie, neige et vent de 1993 à 2022, pour la station de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec

Mois	T° moy (°C)	Pluie moy (mm)	Neige moy (cm)	V (max) (km/h)
Janvier	-11,81	12,76	61,28	256
Février	-10,26	9,16	54,39	59
Mars	-4,35	28,70	44,69	63
Avril	3,73	80,25	10,23	54
Mai	11,51	85,56	0,23	56
Juin	16,62	117,05	0,00	43
Juillet	19,50	108,69	0,00	46
Août	18,54	103,29	0,00	44
Septembre	13,92	105,15	0,01	52
Octobre	6,98	103,53	3,26	57
Novembre	0,16	60,24	25,29	48
Décembre	-7,04	34,07	59,83	94

La figure 5-4 présente les normales climatiques sur la période de 1993 à 2022 pour la température (minimale, moyenne et maximale) et les précipitations globales (neige et pluie séparément). La neige totale est d'environ 260 cm par année alors que la pluie totale est d'environ 850 mm par année. Le cumul des précipitations peut atteindre 1 110 mm par an. L'été est souvent marqué par de violents orages lors du passage de fronts froids. Juillet est le mois le plus chaud avec une température moyenne de 19,5 °C et le plus pluvieux (environ 120 mm), tandis que c'est en janvier qu'il fait le plus froid (-12°C en moyenne). Décembre et janvier sont les mois avec les plus importantes accumulations de neige (environ 68 cm de neige par mois). Selon les données de la station météorologique, le territoire de la CMQuébec connaît un climat continental humide, caractérisé par des étés chauds et humides, avec des températures maximales d'environ 25°C (lors des journées chaudes d'été, le taux d'humidité rend la chaleur plus intense, les températures pouvant atteindre 35°C) et des hivers froids, avec des températures minimales pouvant atteindre - 35°C et d'importantes chutes de neige.

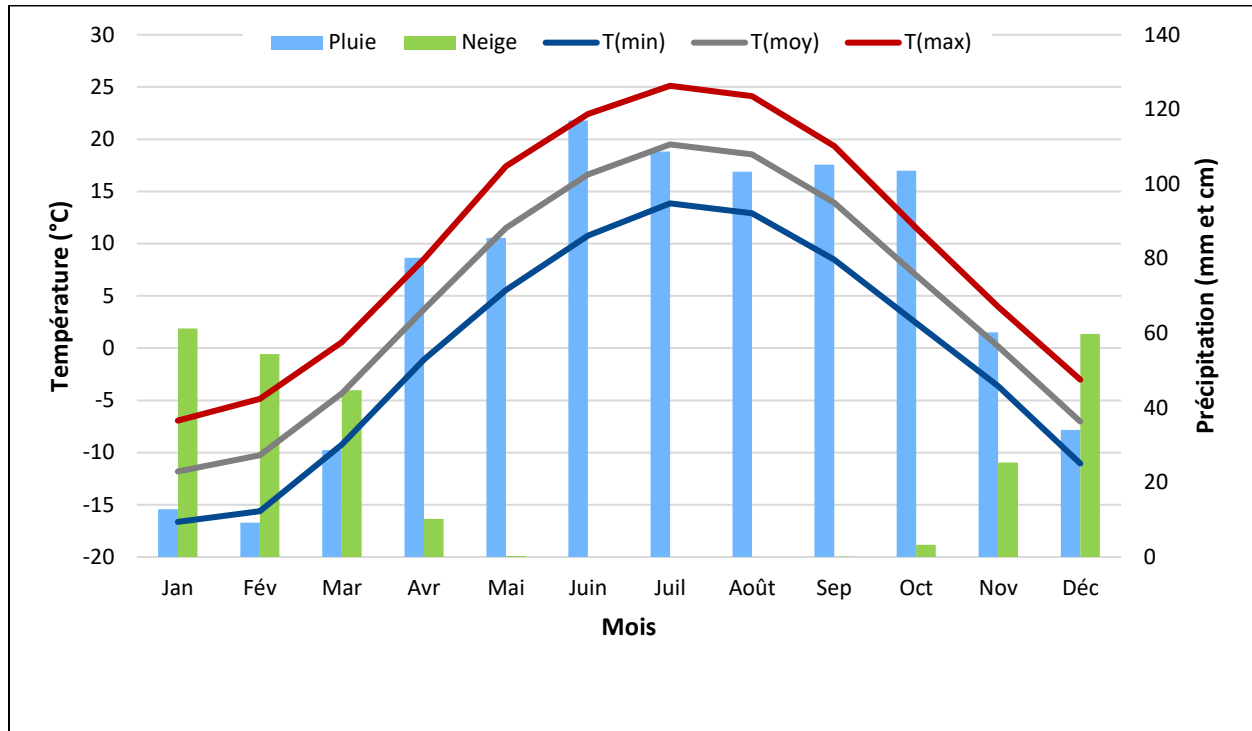


Figure 5-4 : Données de températures et précipitations selon les mois, de 1993 à 2022, pour la Station de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec

Au niveau des températures, sur une échelle de 30 ans, la figure 5-5 montre qu'il n'y a pas de tendance marquée à la hausse ou à la baisse. Cependant, si l'on se rapporte à une échelle temporelle plus grande, on remarque une tendance à la hausse des températures (figure 5-6). Cette tendance se démarque à partir du milieu des années 1970. Depuis 1940, la température maximale a augmenté de 0,30°C par décennie alors que la température minimale a augmenté de 0,25°C par décennie.

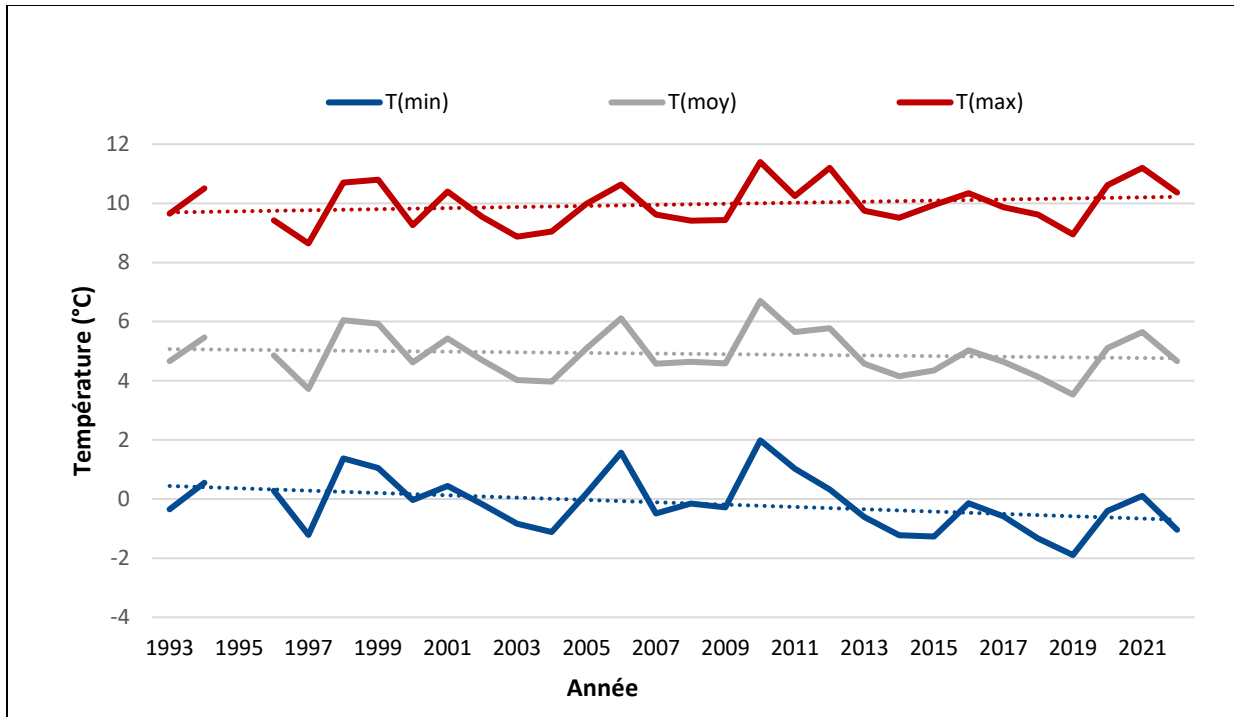


Figure 5-5 : Températures de 1993 à 2022 (données de 1995 non disponibles)

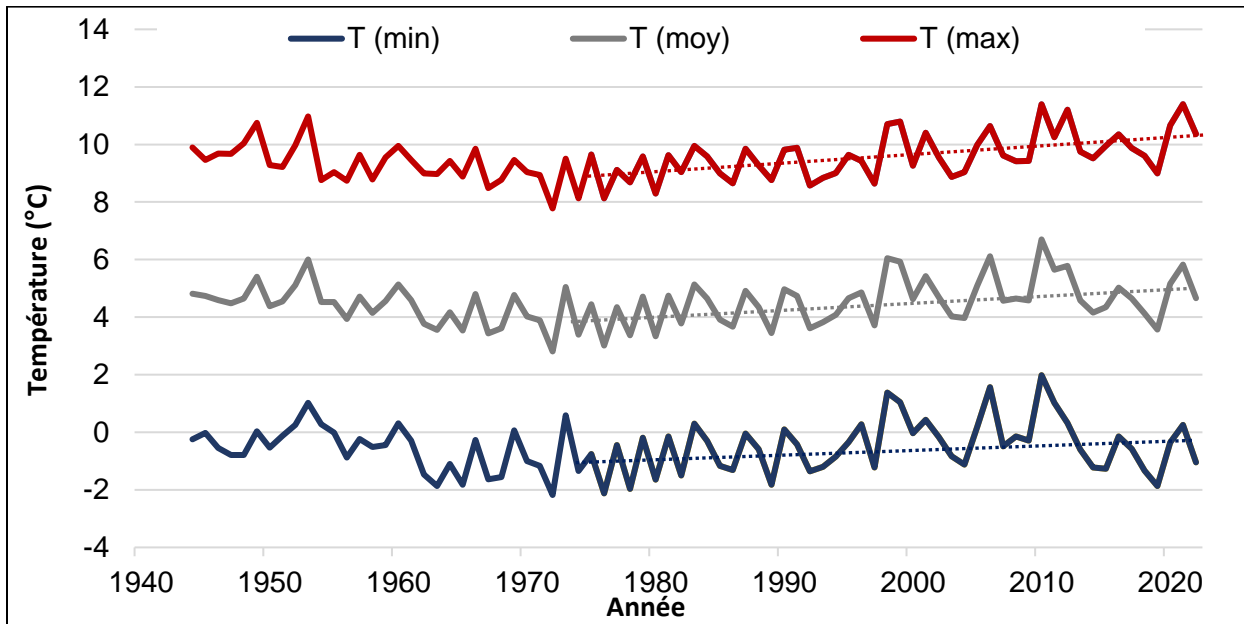


Figure 5-6 : Températures de 1944 à 2022

En outre, comme le montre la figure 5-7, on observe une légère augmentation du nombre de jours où la température maximale est supérieure à 30°C, ce qui est un indicateur de canicule. Le nombre annuel de ces jours a augmenté d'environ 0,7 jour par décennie.

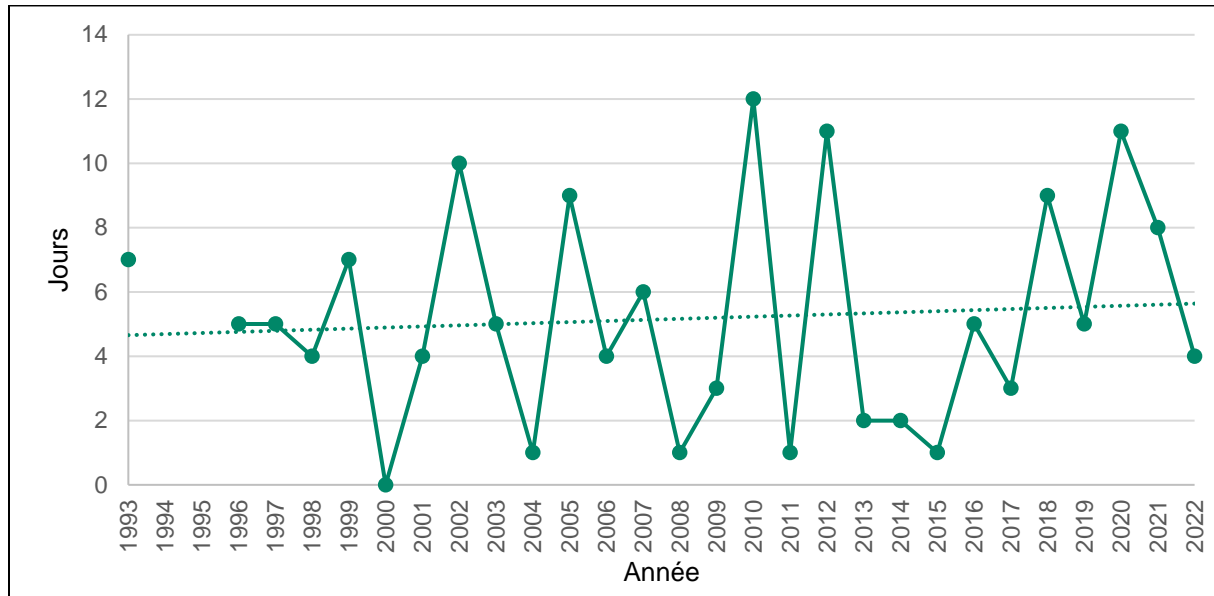


Figure 5-7 : Nombre de jours avec une température maximale au-dessus de 30°C entre 1993 et 2022 (données non disponibles en 1994 et 1995)

L'évolution du paramètre degré-jour sans gel ($T_{min} > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) a été évaluée. Selon les données des dernières décennies, celui-ci augmente de manière faible et peu concluante, comme on peut le voir à la figure 5-8.

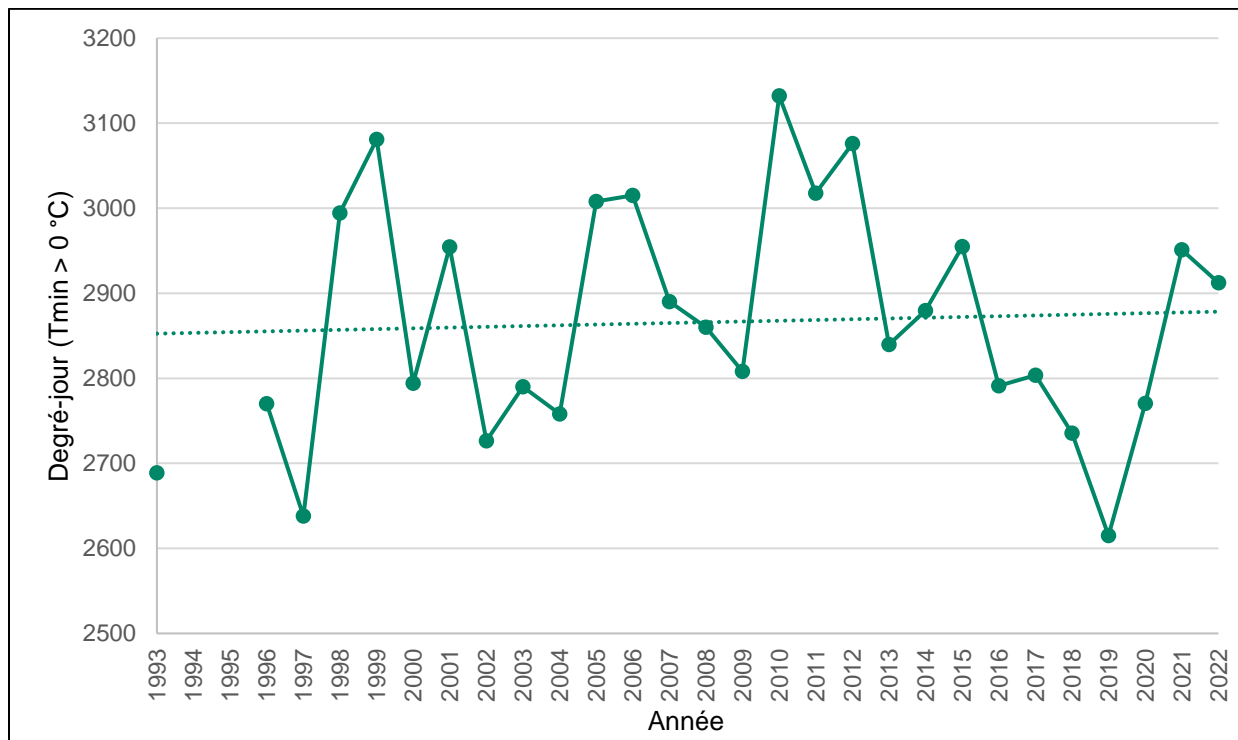


Figure 5-8 : Degré-jour température minimale au-dessus de 0°C entre 1993 et 2022 (données non disponibles en 1994 et 1995). Le Degré-jour est la somme des températures journalière plus froid que $T_{min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.3 Station Beauséjour

La station Beauséjour a été choisie pour représenter le secteur rural de la CMQuébec. La station est située sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et contient près de trois décennies de données, soit de 1993 à 2022. Le tableau 5-2 présente la variation mensuelle de la station Beauséjour durant cette période.

Tableau 5-2 : Données mensuelles de températures, pluie, neige et vent de 1993 à 2022, pour la station Beauséjour

Mois	T° moy (°C)	Pluie moy (mm)	Neige moy (cm)
Janvier	-11,82	25	71
Février	-10,14	17	72
Mars	-4,03	32	54
Avril	3,62	87	17
Mai	11,51	97	0
Juin	16,73	128	0
Juillet	19,66	129	0
Août	18,46	119	0
Septembre	13,87	110	0
Octobre	6,94	109	4
Novembre	0,32	68	26
Décembre	-7,18	38	81

Comme on peut le voir, à l'instar de la station de l'aéroport Jean-Lesage, le mois le plus chaud est le mois de juillet et les mois avec le plus de précipitations sont juin et juillet.

La figure 5-9 montre les données mensuelles de la station Beauséjour pour la période 1993-2022. La période avec des précipitations de neige s'étend de novembre à avril. Par rapport à la station urbaine, Beauséjour reçoit davantage de précipitations, soit environ 960 mm de pluie et 325 cm de neige. Il convient également de noter que la température maximale à Beauséjour est légèrement supérieure à celle de la station urbaine.

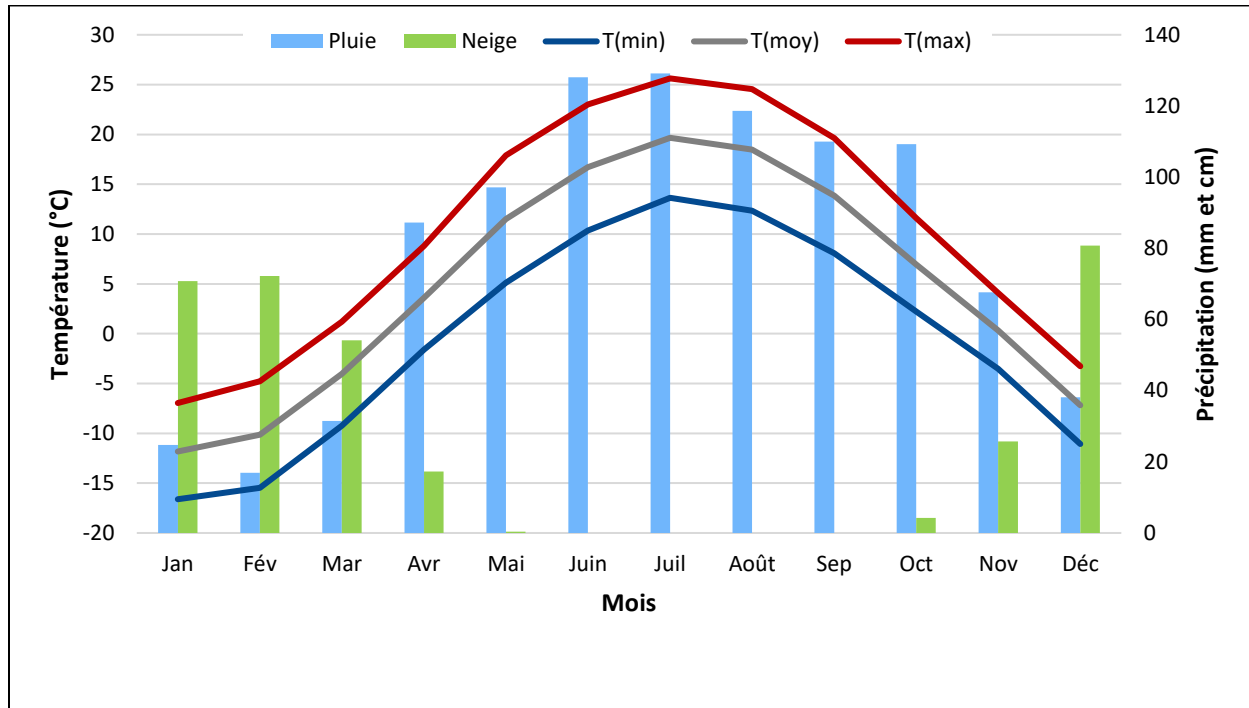


Figure 5-9 : Données de températures et précipitations selon les mois, de 1993 à 2022, pour la station Beauséjour

À Beauséjour, comme à la station urbaine (figure 5-4), les températures moyennes, minimales et maximales suivent une tendance faiblement à la hausse depuis les 30 dernières années (voir figure 5-10). Cette tendance est plus prononcée et peut être détectée à partir du début des années 1990. La température moyenne augmente de 0,3°C par décennie.

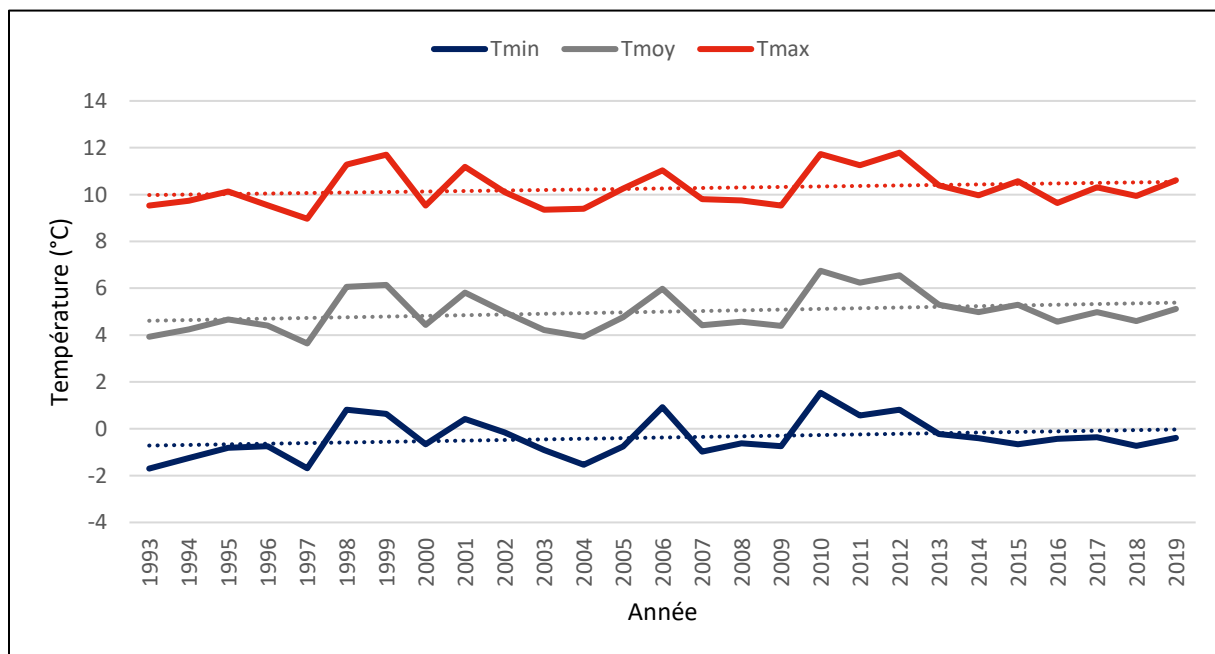


Figure 5-10 : Températures de 1993 à 2022

Cette tendance est accompagnée par une légère tendance à la hausse des canicules et du nombre de journées extrêmement chaudes. Le nombre de jours plus chauds que 30 °C, en moyenne, est passé de 7 jours par an à 8 jours par an (voir figure 5-11).

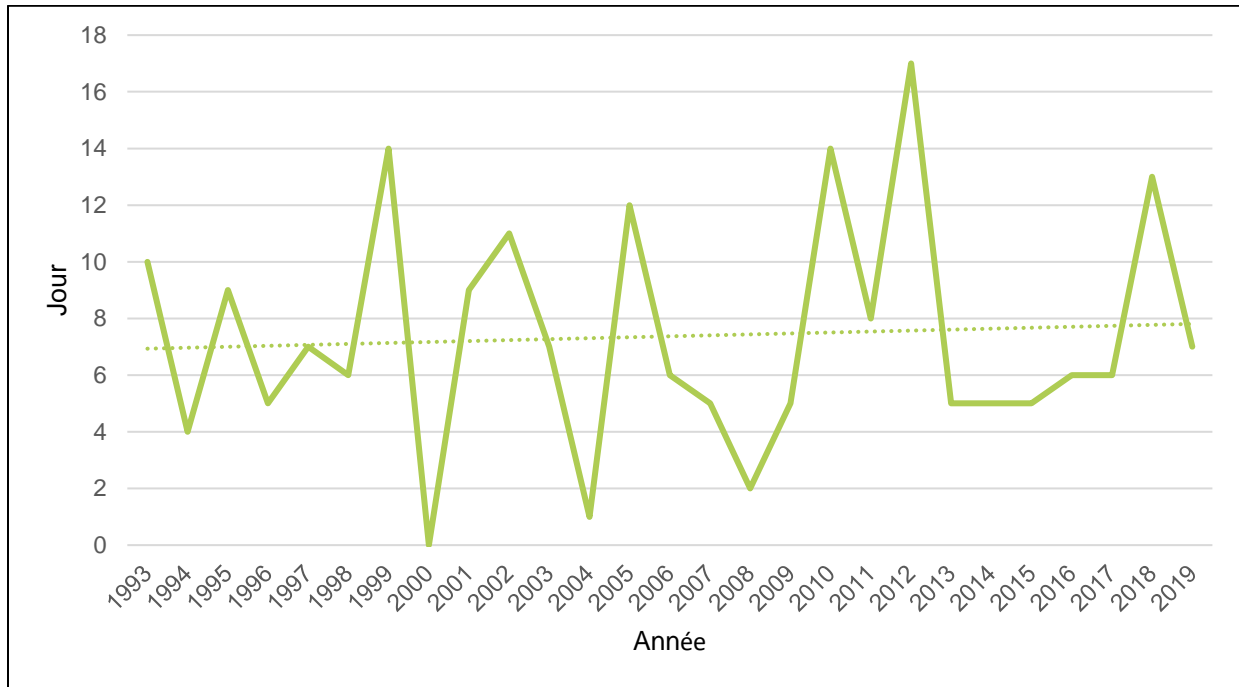


Figure 5-11 : Nombre de jours avec une température maximale au-dessus de 30°C entre 1993 et 2022

La durée de la saison de croissance ne suit pas une tendance claire à Beauséjour.

Enfin, selon les données des dernières décennies, l'évolution du paramètre degré-jour sans gel ($T_{min} > 0^{\circ}\text{C}$) diminue généralement, mais de manière faible, comme on peut le voir à la figure 5-12.

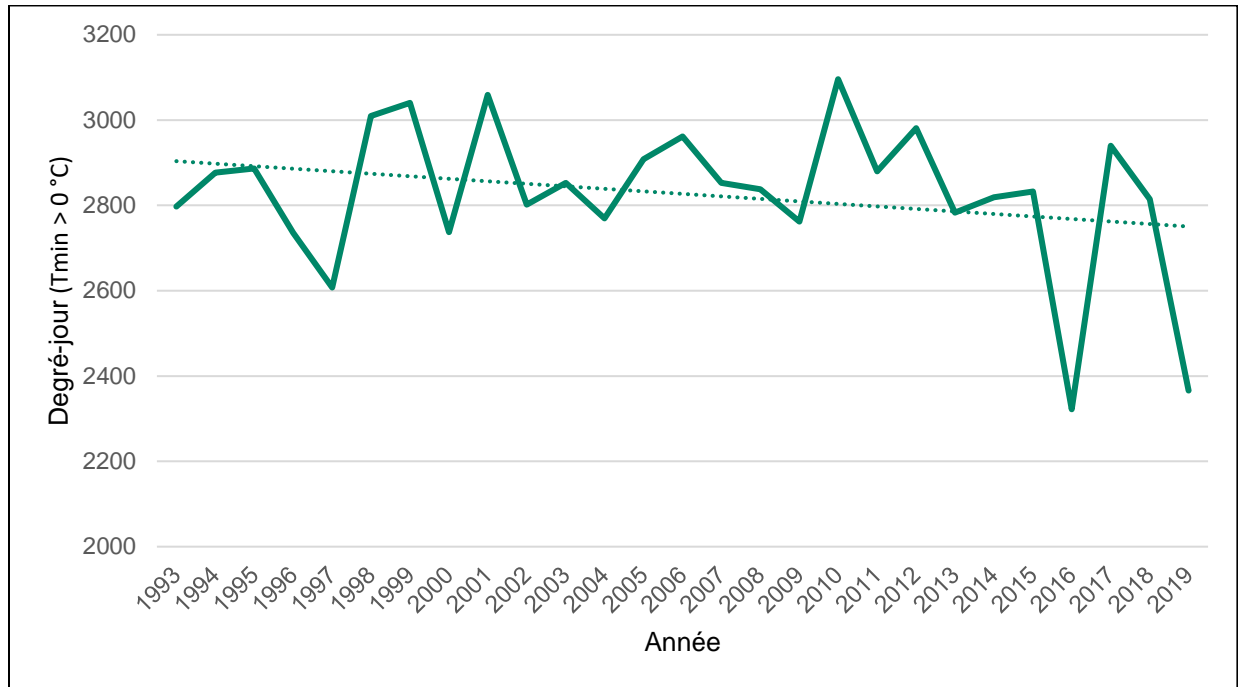


Figure 5-12 : Degré-jour température minimale au-dessus de 0°C entre 1993 et 2022

5.4 Station de l'Île d'Orléans

La station de l'Île d'Orléans a été analysée comme une station représentative des conditions climatiques insulaires. À cette station, contrairement aux deux autres, le mois avec le plus de précipitations est octobre et non juin (voir tableau 5-3). À cette station, les précipitations sont aussi importantes qu'à la station rurale (environ 950 mm par an) cependant, la station reçoit moins de chutes de neige (environ 260 cm par an), comme à la station urbaine. Le détail des précipitations et des températures entre 1993 et 2022 est présenté dans le tableau 5-3.

Tableau 5-3 : Données mensuelles de températures, pluie, neige et vent de 1993 à 2022, pour la station de l'île d'Orléans

Mois	T° moy (°C)	Pluie moy (mm)	Neige moy (cm)
Janvier	-10,47	17	58
Février	-9,24	8	60
Mars	-3,56	26	41
Avril	3,82	91	12
Mai	11,73	96	0
Juin	16,69	114	0
Juillet	20,07	119	0
Août	19,18	114	0
Septembre	14,75	122	0
Octobre	7,66	129	1
Novembre	1,22	80	21
Décembre	-6,29	31	64

À cette station, la température minimale est légèrement supérieure aux deux autres stations, c'est-à-dire que la température la plus basse en hiver (janvier) est supérieure à celle du même mois aux stations Jean Lesage et Beauséjour. La température maximale dans la station insulaire est similaire aux autres, c'est-à-dire 20 °C en juillet (figure 5-13).

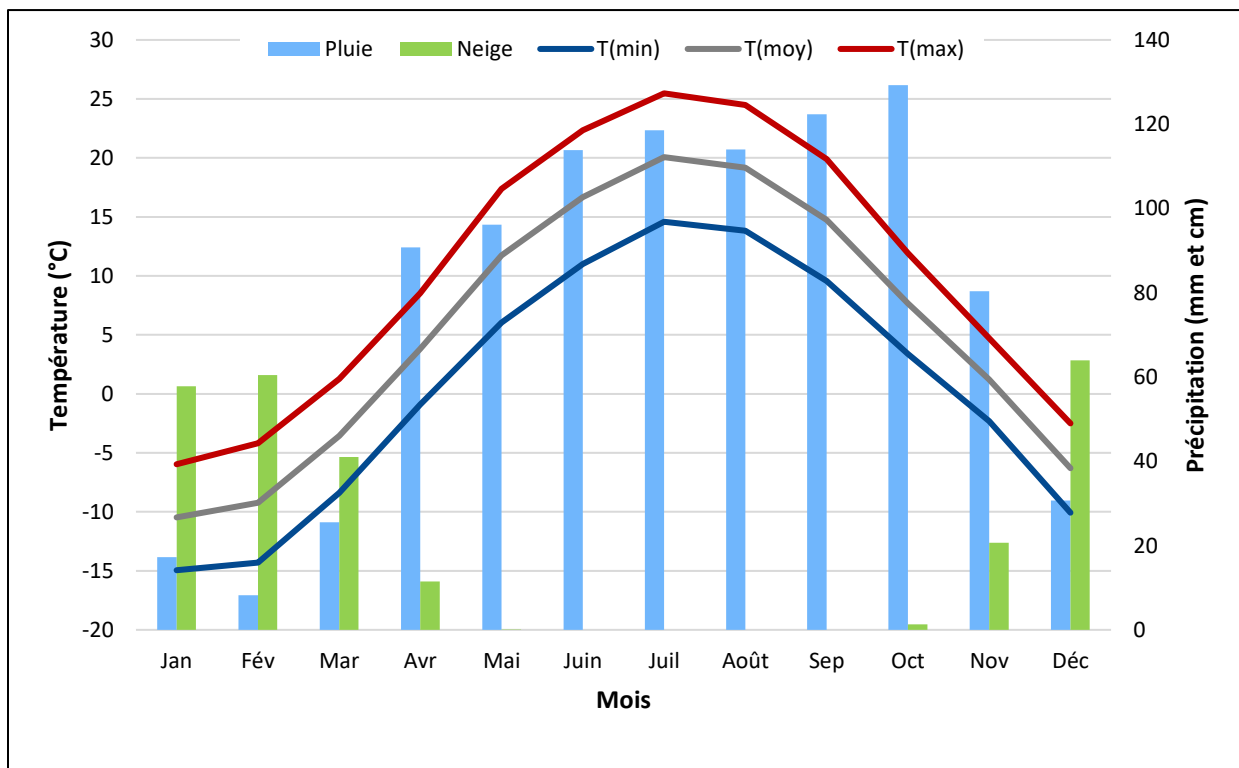


Figure 5-13 : Données de températures et précipitations selon les mois, de 1993 à 2022, pour la station de l'île d'Orléans

À la station insulaire, la tendance liée aux températures moyennes est moins prononcée qu'aux deux autres stations. Au cours des vingt dernières années, même si la température annuelle a fluctué de manière significative, aucune tendance claire ne peut être identifiée (figure 5-14).

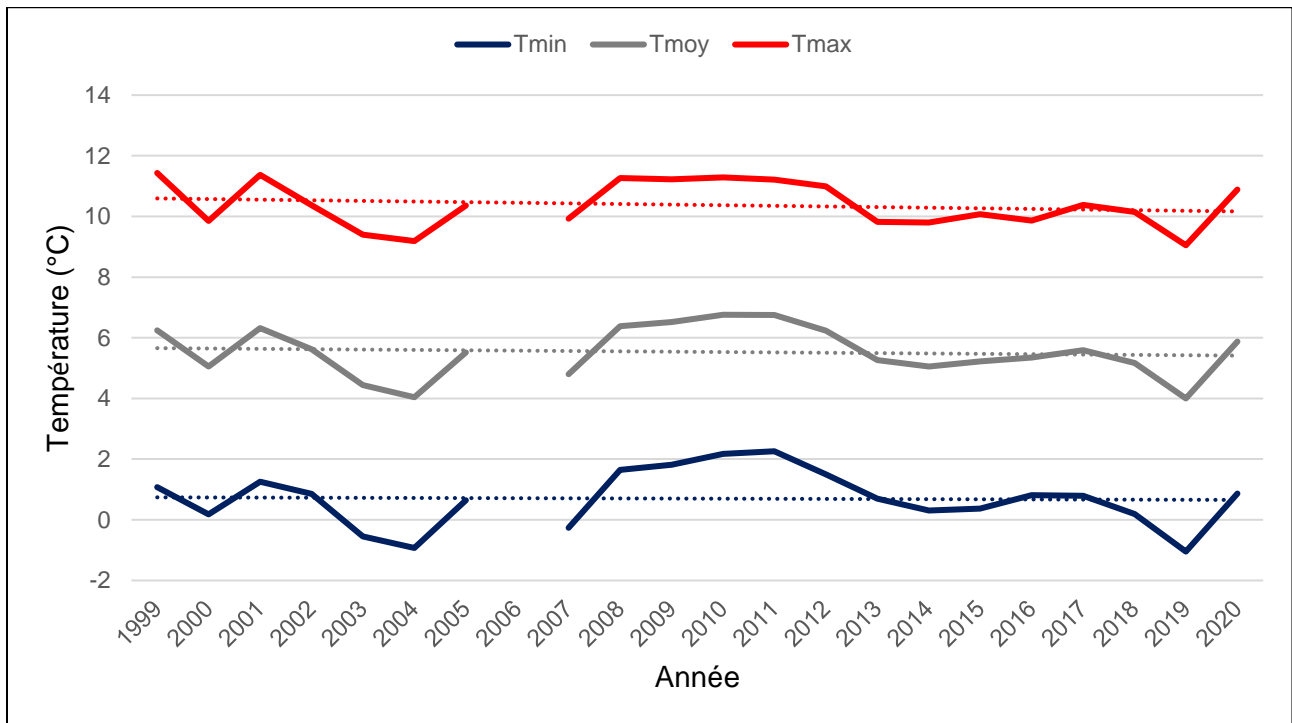


Figure 5-14 : Températures de 1993 à 2022 (données non disponibles avant 1999, en 2006 et à partir de 2020)

De même, il n'y a pas de tendance significative pour les canicules et les journées extrêmement chaudes (voir figure 5-15).

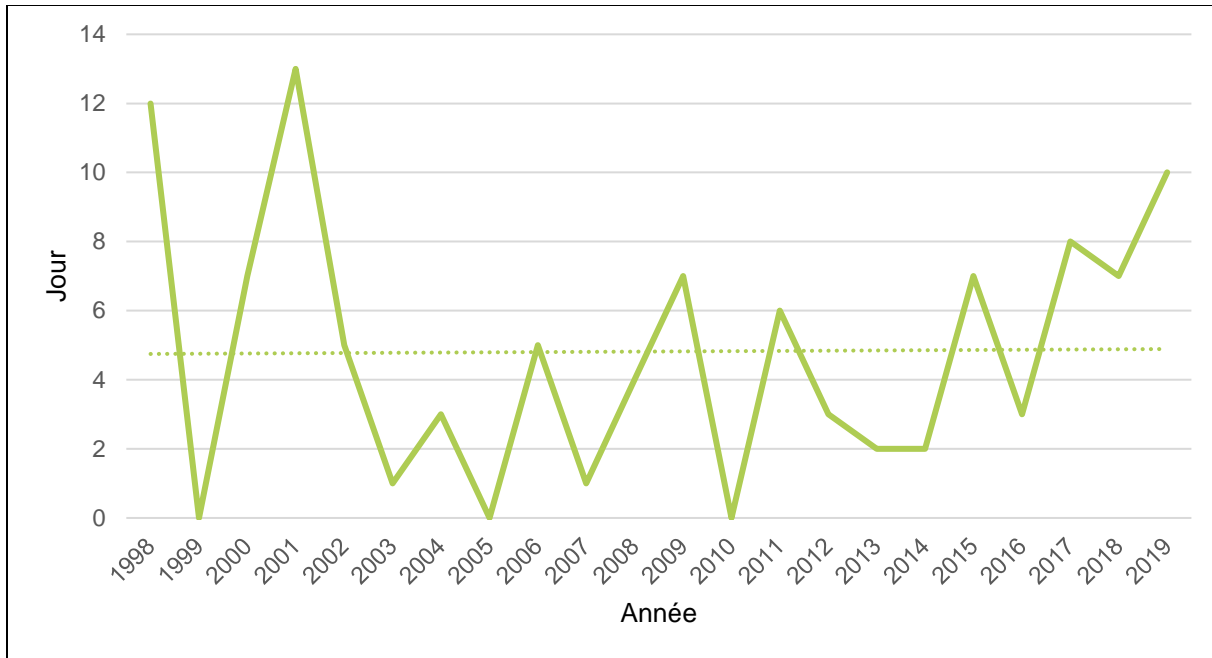


Figure 5-15 : Nombre de jours avec une température maximale au-dessus de 30°C entre 1993 et 2022 (données non disponibles avant 1999 et à partir de 2020)

Enfin, l'évolution du paramètre degré-jour sans gel ($T_{min} > 0\text{ °C}$) a été évaluée à l'Île-d'Orleans. Selon les données des dernières décennies, ce paramètre ne permet pas de dégager une tendance claire et précise (voir figure 5-16).

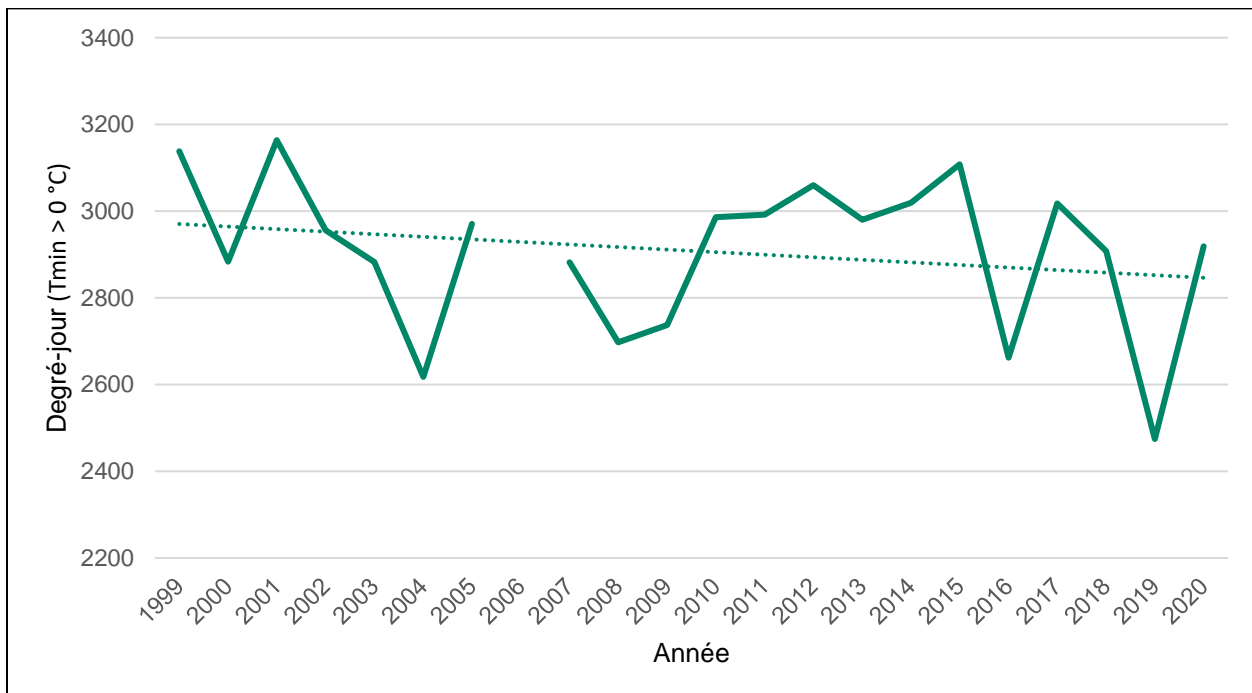


Figure 5-16 : Degré-jour température minimale au-dessus de 0°C entre 1993 et 2022 (données non disponibles avant 1999, en 2006 et à partir de 2021)

5.5 Comparatif des trois stations étudiées

D'après les analyses, pour les trois stations, le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne d'environ 20°C. Le mois de juillet est également connu pour être le mois le plus pluvieux avec plus de 120 mm de précipitations aux stations urbaine et rurale. À la station insulaire, le mois avec le plus de précipitations est le mois d'octobre, suivi de septembre et de juillet. Même si les valeurs des précipitations totales ne sont pas significativement différentes, le mois le plus pluvieux n'est pas le même dans ces trois stations.

Pour les trois stations, plus de 1 000 mm de précipitations annuelles sont reçus, dont environ 25 % sous forme solide. La saison hivernale est longue, froide et connue pour recevoir une grande quantité de neige. Parmi les trois stations, celle qui compte la plus grande quantité de neige annuellement est la station rurale et les précipitations les plus faibles sont reçues par la station urbaine. Janvier et février sont les deux mois où les chutes de neige dépassent 70 cm.

Étant donné que les dégels au milieu de l'hiver ne sont pas fréquents, on s'attend à ce qu'un important manteau neigeux fonde au printemps, à partir de la mi-mars (lorsque la température moyenne est supérieure à 0°C). Comme le montrent les tableaux 5-1, 5-2 et 5-3, la neige commence dès le mois d'octobre et dure jusqu'en avril. La réception d'environ 300 cm de neige par année fait en sorte que le régime hydrologique des bassins versants de la CMQuébec est principalement régi par le dégel printanier. Ce cycle hydrologique sera discuté plus en détail dans les prochaines sections de ce rapport.

Pour ces trois stations, le mois le plus chaud est juillet. Cependant, les températures annuelles moyennes ne sont pas les mêmes. La station insulaire est légèrement (de 0,7°C) plus chaude que les deux autres. À la station urbaine, la plus grande quantité de neige tombe en janvier, alors que pour les deux autres cela se produit plutôt en décembre. Il est à noter que la tendance à l'augmentation de la température est observée aux trois stations avec un taux comparable de ~ 0,3°C par décennie. Les autres variables n'affichent pas de différences significatives entre les trois stations, comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau 5-4 : Comparaison entre les trois stations étudiées

Variables climatiques	Jean-Lesage (station urbaine)	Beauséjour (station rurale)	Île d'Orléans (station insulaire)
Saison de croissance	95	68	93
Nombre de jours où Tmax > 30 °C	4,9	7,3	4,8
Maximum de pluie sur 5 jours	85	86	87
Humidité du sol (précipitation totale annuelle – évaporation totale annuelle)	74	112	168

Les différences d'humidité du sol peuvent être attribuées au fait que la station urbaine reçoit moins de précipitations que les autres stations et, par conséquent, l'humidité (précipitations moins l'évaporation) a une valeur plus faible.

Finalement, il est important de noter que la saison de croissance la moins longue est celle de la station Beauséjour, avec une valeur de 68 jours comparativement aux stations Jean-Lesage et l'Île d'Orléans qui comptent 95 jours et 93 jours respectivement.

6. Événements climatiques récents ayant eu un impact notable sur le territoire de la CMQ

Ce chapitre présente et caractérise l'historique des événements et conséquences climatiques ayant eu des impacts notables sur le territoire de la CMQuébec, avec une emphase sur les événements marquants des 25 dernières années, soit entre 1998 et 2022. Ce chapitre aborde les événements et conséquences climatiques suivants :

- précipitations et inondations;
- sécheresses et étiages;
- vagues de chaleur extrêmes;
- verglas;
- tempêtes hivernales;
- grêle;
- vents;
- feux de forêt;
- glissement de terrain;
- facteurs biologiques liés au climat.

Les descriptions des événements climatiques sont tirées de la base de données canadienne sur les désastres de Sécurité publique Canada, de la rubrique annuelle des 10 événements météorologiques les plus marquants d'ECCL, des statistiques annuelles de l'Assurance récolte de la Financière agricole du Québec, des bases de données géospatiales de Données Québec et du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ), des rubriques environnementales *Faits saillants des changements climatiques* du MELCCFP, de l'Historique des sinistres d'inondations du consortium Ouranos, ainsi que d'articles de presse et de rapports.

Afin de mieux apprécier l'importance des événements climatiques ayant eu lieu dans le passé récent, il importe de souligner quelques records climatiques historiques que le territoire a connus. Ainsi, un des événements climatiques les plus marquants que la CMQuébec ait connu est la tempête de neige qui a eu lieu du 3 au 5 mars 1971, surnommée la « tempête du siècle » (Jasmin, 2000). Lors de cet événement, la Ville de Québec, par exemple, a reçu 47 cm de neige avec des rafales de vent jusqu'à 110 km/h. Concernant les records de températures, la température la plus haute sur le territoire, soit 38,6 °C, a été observée le 15 juillet 2013 à la station météorologique de Beauport, et la plus basse a été observée le 14 janvier 2015 avec -36,7 °C. Le refroidissement éolien le plus intense fut atteint le 12 février 1967, avec -52,4°C. L'humidex le plus élevé fut 49,3 °C le 1^{er} août 1975 et 50 °C le 2 juillet 2002 (Environnement Canada, 2002).

6.1 Précipitations et inondations

Au Canada, les inondations naturelles sont provoquées soit par des précipitations (fortes pluies, dégel massif, combinaison des deux), soit par un autre mécanisme connu sous le nom d'embâcles de glace. À noter que ces mécanismes peuvent avoir lieu simultanément. Le premier se produit généralement au printemps, lorsque la saison de fonte commence, en été-automne, lorsque les précipitations les plus importantes se produisent et même en hiver lorsque les précipitations sont liquides. Les embâcles de glace se produisent lors de la libération soudaine de la glace d'une rivière, généralement lorsque les conditions thermiques sont favorables à un dégel. Les inondations par embâcle de glace sont reliées à la hausse du niveau de l'eau causée par le barrage de l'eau par l'embâcle et par la rupture de l'embâcle qui vient décharger subitement d'importante quantité d'eau.

À titre de repère, dans les rivières canadiennes, une crue d'une période de retour entre 1,5 et 2,5 ans atteint généralement la capacité des berges au niveau plein bord (Malavois et Bravard, 2011; Wolman et Miller, 1960). Une crue d'une période de retour de 100 ans risque d'inonder les plaines inondables (Anctil et al., 2012). Dans l'histoire de

la région de la CMQuébec, ces deux scénarios d'inondation se sont déjà produits, autant au printemps qu'en été et en automne (Mayer-Jouanjan et Bleau, 2018).

6.1.1 Précipitations extrêmes

Les précipitations extrêmes sont des pluies qui apportent sur une courte durée (de 5 minutes à une journée) une importante quantité d'eau pouvant causer l'inondation des terres basses (résidences, infrastructures et routes), surcharger les réseaux d'assainissement de l'eau et endommager les terres agricoles et les forêts. À titre d'exemple, les précipitations extrêmes suivantes ont été notées dans la région de Québec.

- Le 11 et 12 décembre 2003, de fortes pluies ont engendré le débordement de la rivière Lorette et causé des inondations dans la Ville de Québec et de l'Ancienne-Lorette (Pelletier et Brisson, 2014).
- Le 11 juillet 2004, à l'est de la ville de Québec, une série d'orages ont éclaté déversant au moins 50 millimètres de pluie sont tombés en quelques heures, dans quatre municipalités (Beauport, Boischatel, L'Ange-Gardien et Château-Richer) provoquant des inondations instantanées sur la rivière Montmorency (TVA Nouvelles, 2004). Événement significatif considérant que la moyenne des précipitations pour juillet dans cette région est de 120 mm.
- Le 31 mai 2013, de 60 à 75 mm de pluie ont été mesurées en 2,5 heures (Pelletier et Brisson, 2014). Cet événement a provoqué une crue subite sur la rivière Lorette allant jusqu'à causé des inondations.
- Les 13 et 14 août 2014, 94 mm de pluie a été mesurés en 22,5 heures ce qui a provoqué une crue sur la rivière Lorette. (Pelletier et Brisson, 2014)
- Le 21-23 octobre 2016, des pluies abondantes (100 à 140 mm de pluie) ont provoqué des crues sur plusieurs rivières, dont les rivières Beauvillage et Etchemin résultant en des débordements et des inondations pour les municipalités de Saint-Étienne-de-Lauzon, Lévis et Saint-Henri-de-Lévis. Ceci a provoqué la fermeture temporaire de routes, l'évacuation de résidences et la présence de la Croix-Rouge (Radio-Canada, 2016).
- Le 3 novembre 2017 des précipitations abondantes et rapides ont entraîné d'importantes crues automnales au niveau des rivières Jacques-Cartier, Montmorency, des Hurons et Nelson créant des débordements des rivières et des inondations des secteurs habités en périphérie notamment les secteurs de Beauport et de Stoneham (Journal de Québec, 2017).
- Le mois de décembre 2020 a été caractérisé par des températures anormalement chaudes et des précipitations liquides importantes allant de 40 à 70 mm dans la région de Québec causant des inondations sur des rivières dont la rivière Jacques-Cartier, rivière Montmorency, rivière Des Hurons et rivière Nelson forçant l'évacuation de centaines de résidents (Rémillard, 2020). Mentionnons que ce phénomène de pluie sur neige amplifie l'effet des précipitations extrêmes auquel s'ajoute le volume d'eau du à la fonte du couvert neigeux.

Il est à noter aussi que le territoire de la CMQuébec est parfois touché par des tempêtes post-tropicales pouvant provoquer des inondations. Par exemple, Pelletier et Brisson (2014) ont noté :

- Les 9-10 octobre 2004. Le contrecoup de l'ouragan Frances a déclenché des pluies diluviennes sur le sud-ouest du Québec, dont 73,5 mm en 24 heures à Québec provoquant des inondation sur la rivière Lorette.
- Les 30 et 31 août 2005. Les restes de l'ouragan Katrina ont déversés 93,4 mm de pluies en 24 heures à Québec ce qui a fait sortir la rivière Lorette de son lit (TVA Nouvelles, 2011).
- Les 25 et 26 septembre 2005. Les restes de l'ouragan Rita se sont fusionnés à une dépression qui a traversé le Québec (Gouvernement du Canada, 2017b). Des pluies records se sont abattues sur la Ville de Québec laissant plus de 118 mm en 24 heures ce qui a provoqué d'importantes inondations dans plusieurs secteurs riverains dont la rivière Lorette, dans les villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette (WSP, 2014).
- Le 15 octobre 2005, l'ouragan Vince a apporté 73 mm en 24 heures provoquant une inondation sur la rivière Lorette.
- Les 28 et 29 août 2011. La région de Québec a reçu une soixantaine de millimètres de pluie de l'ouragan Irene provoquant des inondations sur les berges du Saint-Laurent à l'est de la Ville de Québec. Au plus fort de la tempête, les plus forts vents avaient été enregistrés sur l'Île d'Orléans, près de Québec, où les bourrasques ont atteint une vitesse de 113 km/h selon Environnement Canada (La Presse, 2011).

6.1.2 Crues

Les crues représentent l'augmentation du débit et de l'élévation du niveau d'un cours d'eau, résultant de la fonte des neiges ou des glaces, de pluies abondantes, ou de la combinaison de ces facteurs. Les inondations qui ont eu lieu sur le territoire de la CMQuébec depuis les 25 dernières années sont liées aux importantes crues des rivières ainsi qu'au débordement le long des berges du fleuve Saint-Laurent.

Les rivières de la CMQuébec, pour lesquelles un suivi continu du débit est réalisé par le CEHQ sont présentés au tableau 6-1 et à la figure 6-1. Pour ces rivières, AECOM a réalisé avec les données brutes du CEHQ des hydrogrammes du débit journalier de 1998 à 2022.

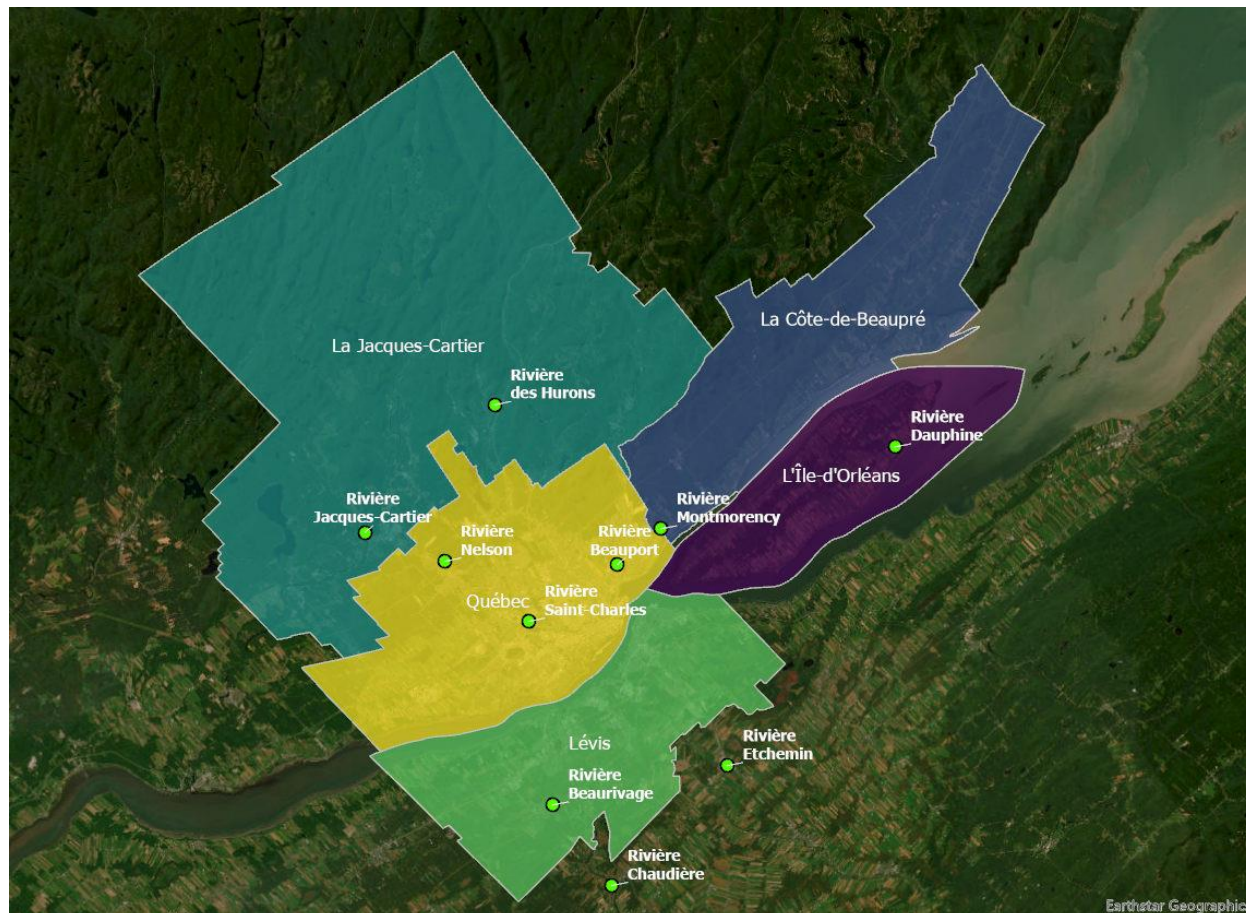
Tableau 6-1 : Description des stations de débit active du CEHQ pour lesquels des hydrogrammes ont été calculés

Municipalité de la CMQuébec	Rivière	No. Station CEHQ	Date de service	Latitude	Longitude	Bassin versant à la station
La Jacques-Cartier	Jacques-Cartier	050801	Depuis 1964	46,89250	-71,52611	1 997 km ²
La Jacques-Cartier	Des Hurons	050916	Depuis 2007	47,00271	-71,36162	75,5 km ²
La Côte-de-Beaupré	Montmorency	051001	Depuis 1964	46,89581	-71,15217	1 107 km ²
Agglo. De Québec	Nelson	050915	Depuis 2006	46,86833	-71,42500	58,4 km ²
Agglo. De Québec	Beauport	054001	Depuis 2006	46,86405	-71,20617	23,9 km ²
Agglo. De Québec	Saint-Charles	050904	Depuis 1969	46,81600	-71,31981	365 km ²
L'Île d'Orléans	Dauphine	120201	Depuis 1970	46,96669	-70,85569	26,6 km ²
Ville de Lévis	Beaurivage	023401	Depuis 1925	46,65692	-71,28878	708 km ²
Ville de Lévis	Chaudière	023402	Depuis 1915	46,58694	-71,21361	5 820 km ²
Ville de Lévis	Etchemin	023303	Depuis 1980	46,69128	-71,06800	1 152 km ²

Source : <https://www.cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/stations-hydrometriques/index.htm>

En raison de l'absence de données pour la période temporelle 1998-2022, les hydrogrammes des rivières Nelson et Beauport commencent en 2006 et celui de la rivière des Hurons, en 2008. Les stations sur les rivières Chaudière et Etchemin sont à l'extérieur des limites administratives de la CMQuébec et ont été prise en considération dans l'analyse puisqu'elles présentent tout de même des données publiques représentatives des conditions d'écoulement de ces rivières dans la MRC de la Ville de Lévis.

Bien qu'il existe une station de débit en amont des chutes de la rivière Chaudière au barrage Innergex dans Lévis, cette station n'est pas gérée par le CEHQ, mais par le Comité de Bassin de la Rivière Chaudière (Cobaric). Cette étude a tenu compte seulement des données publiques du CEHQ pour l'analyse des débits journaliers. Pour les rivières Jaune et du Berger, aucun hydrogramme n'a été produit en raison que les stations pour ces rivières mesurent seulement les niveaux d'eau et sont en activité que depuis 2020.



Source : Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, 2023f.

Figure 6-1 : Localisation des stations hydrométriques du CHQ utilisées pour le territoire de la CMQuébec

Les débits journaliers présentés aux figures ci-dessous (figure 6-2, 6-3, 6-5, 6-6 et 6-7) suivent le patron distinct des hydrogrammes des rivières du Québec avec des débits minimaux en hiver lorsque les rivières sont gelées, une augmentation rapide des débits pour atteindre leurs valeurs maximales lors de la crue au printemps, un retour au calme en été menant vers un étiage minimal en août, pour suivre une recrudescence des débits en automne.

Le printemps est la période de l'année où les débits atteignent généralement leurs maximums annuels en raison de la fonte rapide du couvert de neige et de l'influence des précipitations de pluie qui y sont associées. L'automne est également une période marquée par une augmentation importante des débits en raison des précipitations soutenues sur le bassin versant. Pour les rivières du Québec, dépendamment de la taille du bassin versant et de sa position géographique, la crue du printemps dure généralement de quelques jours à quelques semaines entre le mois d'avril et le mois de juin. De manière générale, pour les rivières sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, le pic de cette période se déroule en avril, alors que pour les plus grandes rivières de la rive nord (Jacques-Cartier et Montmorency), cela se produit en mai. Pour les plus petites rivières de la rive nord, le pic de crue du printemps se déroule en avril.

En été, vers la fin août, les rivières atteignent généralement leurs plus bas niveaux, affectant directement le volume d'eau mesuré aux stations de jaugeage. À l'occasion, des débits importants et de courte durée sont enregistrés en été et en automne. Ces événements éclairs reflètent l'influence d'événements météorologiques soudains, comme un système dépressionnaire causant d'abondantes précipitations ou la traînée d'un ouragan venant du sud des États-Unis qui remonte occasionnellement vers le sud du Québec. En raison de leur courte durée et de leur amplitude importante, ces événements éclairs sont facilement observables par des pics singuliers sur les hydrogrammes et détonnent avec les autres valeurs au cours de la même période donnée.

La taille du bassin versant est l'une des variables clés pour évaluer l'amplitude des débits pour une rivière donnée. Selon les amplitudes des débits des rivières de la rive nord de la CMQuébec, il est possible de regrouper les rivières

Jacques-Cartier et Montmorency ensemble et, dans un autre groupe, les rivières des Hurons, Beauport, Saint-Charles et Nelson. Le même regroupement s'applique aux rivières de la rive sud; Etchemin, Beauvillage et Chaudière.

Depuis les 25 dernières années, l'amplitude moyenne des débits de la rivière Chaudière a varié entre 41 m³/s jusqu'à plus de 415 m³/s avec des pointes maximales ayant dépassé les 2 300 m³/s (le plus large parmi les 10 rivières à l'étude). Pour la rivière Nelson, l'amplitude médiane des débits a varié entre 0,5 m³/s jusqu'à 4 m³/s pour atteindre des pics maximaux de plus de 18 m³/s. Pour la rivière Beauport, l'amplitude médiane des débits varie entre 0,5 m³/s jusqu'à 2,5 m³/s avec des pic maximaux allant jusqu'à 8 m³/s (le moins large parmi les 10 rivières à l'étude).

Les rivières de la rive sud de la CMQuébec sont caractérisées par des amplitudes de débits importantes et suivent des patrons temporels similaires entre elles. Néanmoins, les périodes de crue de printemps et d'étiage, ainsi que les pics records sont indépendants des rivières de la rive nord de la CMQuébec.

Étant localisée dans la même région hydrographique, la distribution temporelle des débits maximaux des rivières de la rive nord de la CMQuébec peut parfois être similaire, avec des pics synchronisés à quelques journées près (figures 6-2 et 6-3). L'exemple des événements du 3 novembre 2017 et du 25 décembre 2020 reflète comment les rivières Jacques-Cartier, Montmorency, Des Hurons et Nelson ont réagi similairement à des événements de précipitations abondantes et rapides ayant causé des inondations sur le territoire. En effet, le mois de décembre 2020 a été caractérisé par des températures anormalement chaudes et des précipitations liquides importantes allant de 40 à 70 mm dans la région de Québec, un cocktail météo favorisant la fonte de la neige et l'augmentation des niveaux d'eau. En outre, la rivière Montmorency est sortie de son lit (figure 6-4), inondant durement les municipalités de Sainte-Brigitte-de-Laval et de l'arrondissement Beauport à Québec sur la rue des Trois-Saults forçant l'évacuation de centaines de résidents (Rémillard, 2020).

Pour ce qui est des rivières de la rive sud de la CMQuébec, une tendance à la hausse des intensités des pics de crue semble aussi être discernable aux 6-4 et 6-5 où les rivières Chaudière, Beauvillage et Etchemin ont connu des pics records synchrones en 2011, 2014, 2018 et 2019. Ces pics s'observent généralement au cours des crues de printemps du mois d'avril.

Pour la rivière Dauphine, située sur l'Île d'Orléans, cette dernière présente une variation du débit médian entre 0 et 4 m³/s. Le plus grand débit mesuré pour la période 1998-2022 atteint l'ordre des 20 m³/s à la fin mars 2003. Aucun événement majeur d'inondation causé par un débordement de la Dauphine n'a été répertorié pour la période à l'étude

En plus des inondations printanières, de nombreuses rivières de la région voient leur niveau augmenter en automne, lorsque les précipitations les plus importantes sont attendues. En général, une série de précipitations rend le sol saturé avec une capacité d'infiltration limitée. Par la suite, même des précipitations modérées peuvent provoquer des inondations. Comme le montrent les hydrogrammes précédents (figures 6-2, 6-3, 6-5,6-6 et 6-7), des inondations se sont produites en août, septembre et octobre au fil des ans. De plus, les particularités des bassins versant influencent ces phénomènes tels que la taille du bassin et de ses cours d'eau, son contexte de développement, etc.

Depuis les 25 dernières années, une tendance à la hausse des événements de crues importantes semble se discerner en été et en automne sur les hydrogrammes. À titre d'exemple, les événements de crues importantes suivantes, autant printanières qu'automnales, ont été notés dans la région de Québec :

- Les 15 et 16 avril 2014, des inondations sont survenues dans les secteurs habités en périphérie de la rivière Montmorency en raison des hauts niveaux d'eau et d'embâcles de glace. Le débit de crue observé était dans les normales pour le printemps, mais le débordement qui a résulté du débit excédentaire et de l'ajout massif de glace, embâclée ou en dévalaison, a produit une inondation équivalente à une crue en eau libre de récurrences beaucoup plus rare. La montée rapide du niveau d'eau de la rivière a provoqué des conséquences au niveau de secteurs résidentiels, des infrastructures routières et de l'érosion de berges (Leclerc, 2015).
- Au printemps 2014, la rivières Jacques-Cartier dans la municipalité de Shannon a connu une crue printanière importante qui a causé de nombreuses inondations sur son passage. À Shannon, cette crue exceptionnelle est considérée comme historique selon la Sécurité civile et la Sécurité Incendie pour ce secteur (Journal de Québec, 2014).
- Le 15 avril 2014, la rivière Jaune a subi une crue printanière majeure, entraînant des inondations significatives. La municipalité de Lac-Beauport a décrété l'état d'urgence à la suite de la montée des eaux de la rivière Jaune entraînant l'évacuation de dizaines de résidents (Le Soleil, 2014; Radio-Canada, 2014b).
- Le 9 mai 2014, une crue centenaire est survenue dans la municipalité de Saint-Étienne-de-Lauzon sur la rivière Beauvillage entraînant une inondation de résidences (Lachance, 2014).

- Entre le 21 et le 23 octobre 2016, un évènement de précipitations extrêmes (voir section 6.1.1) a entraîné une importante crue automnale sur les rivières Etchemin et Beaurivage. Les municipalités de Saint-Étienne-de-Lauzon, Lévis et Saint-Henri-de-Lévis ont connu des débordements et des inondations. Ceci a provoqué la fermeture temporaire de routes, l'évacuation de résidences et la présence de la Croix-Rouge (Radio-Canada, 2016).
- Le printemps 2017 a été un moment marquant de l'histoire des inondations dans le Québec méridionale, mais n'a touché que peu le territoire de la CMQuébec. Cette crue a été alimentée par 388 à 412 mm d'eau de fonte de précipitations entre le 1er avril et le 15 mai. Il s'agit du deuxième plus important apport en eau en 55 ans d'observations. Le record de 425 mm avait été atteint lors des graves inondations de 1974 (MELCCFP, 2017). À l'échelle de la province, c'est plus 171 municipalités sinistrées dans plusieurs régions, 10 municipalités en état d'urgence, 2733 résidences principales inondées, 1940 personnes évacuées, 1650 militaires déployés et des dizaines de milliers de sacs de sable utilisés (Radio-Canada, 9 mai 2017). Bien que le territoire de la CMQuébec n'ait pas été particulièrement affectée, certains secteurs en périphérie de la CMQuébec, tels que les villes de Scott et Sainte-Marie, dans la région de Chaudière-Appalaches, ont essuyé trois débordements majeurs de la rivière Chaudière, de même que la Ville de Saint-Raymond, traversée par la rivière Sainte-Anne, dans la région de la Capitale-Nationale.
- Le 3 novembre 2017 des évènements de précipitations abondantes et rapides ont entraîné d'importantes crues automnales au niveau des rivières Jacques-Cartier, Montmorency, des Hurons et Nelson (Journal de Québec, 2017).
- Le mois d'avril 2019, où les inondations au Québec ont battu un record de six décennies, est un autre exemple d'évènement marquant au niveau provincial. Dans le bassin versant de la Chaudière, la fonte des neiges a été équivalente à environ 190 mm d'eau, soit plus de 110 mm de plus que la valeur normale. En plus de ce dégel massif, 70 mm de pluie de plus que la normale de cette saison a été déversé dans le bassin versant (MELCCFP, 2023a ; MELCCFP, 2023b). Bien que de sérieuses inondations ont touché des municipalités le long du segment fluvial entre Scott, Sainte-Marie et Saint-Georges (Le Journal de Québec, 2019), l'importante crue de la rivière Chaudière au printemps 2019 n'a pas été dommageable pour la municipalité de la Ville de Lévis.
- À la suite d'un rapide redoux et de précipitation soutenu, une crue importante atteignant un débit maximum de 300 m³/s a été ressentie sur la rivière Beaurivage inondant certains secteurs de la municipalité de Saint-Étienne-de-Lauzon (Radio-Canada, 2019)
- Le 22 avril 2019, la rivière Saint-Charles est sorti de son lit à la suite d'un redoux et de précipitations, créant de nombreuses inondations et forçant les résident(e)s à quitter leur domicile (Ville de Québec, 2019).

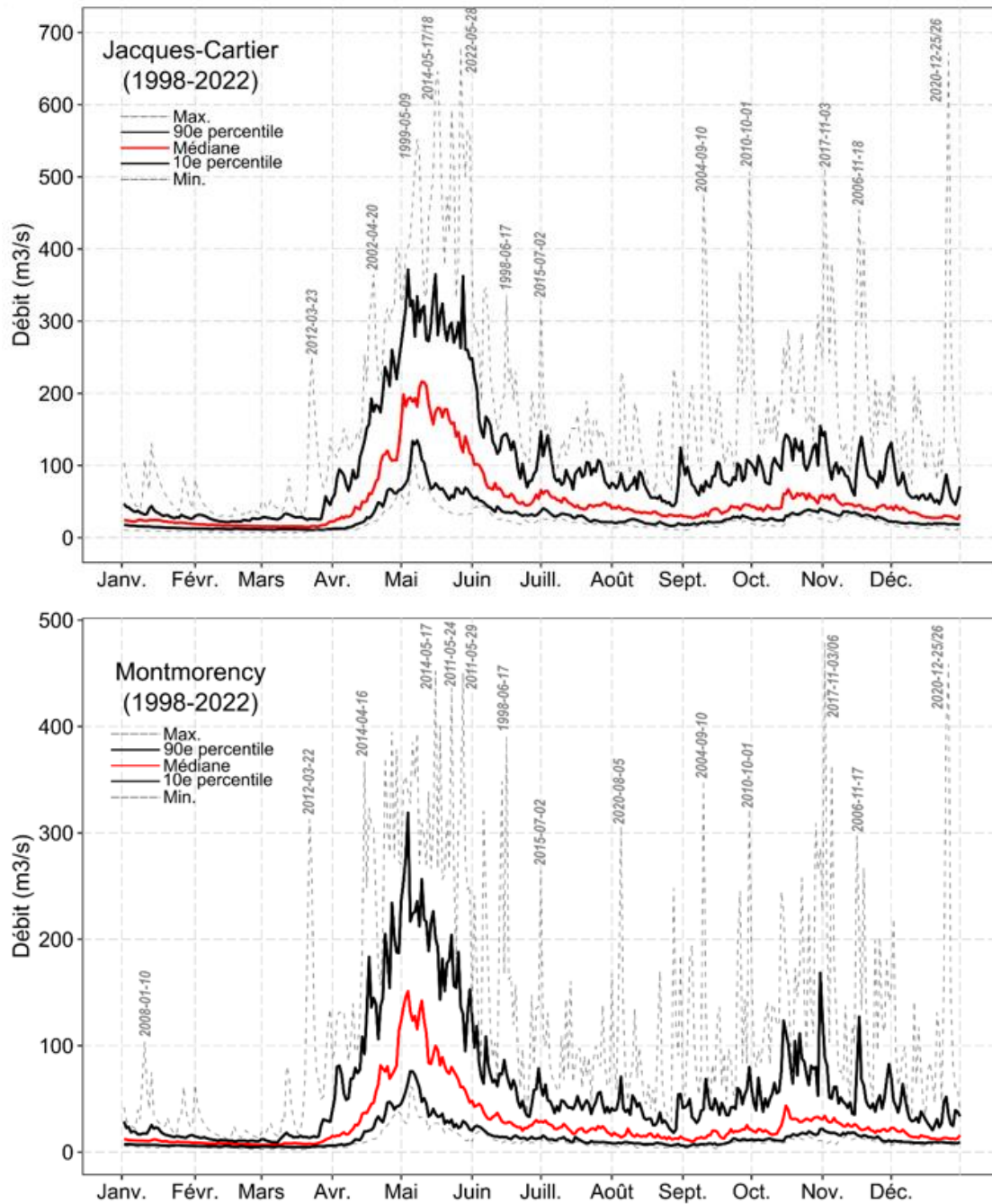


Figure 6-2 : Hydrogramme statistique du débit journalier des rivières Jacques-Cartier et Montmorency de 1998 à 2022 (Agglomération de Québec). Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée

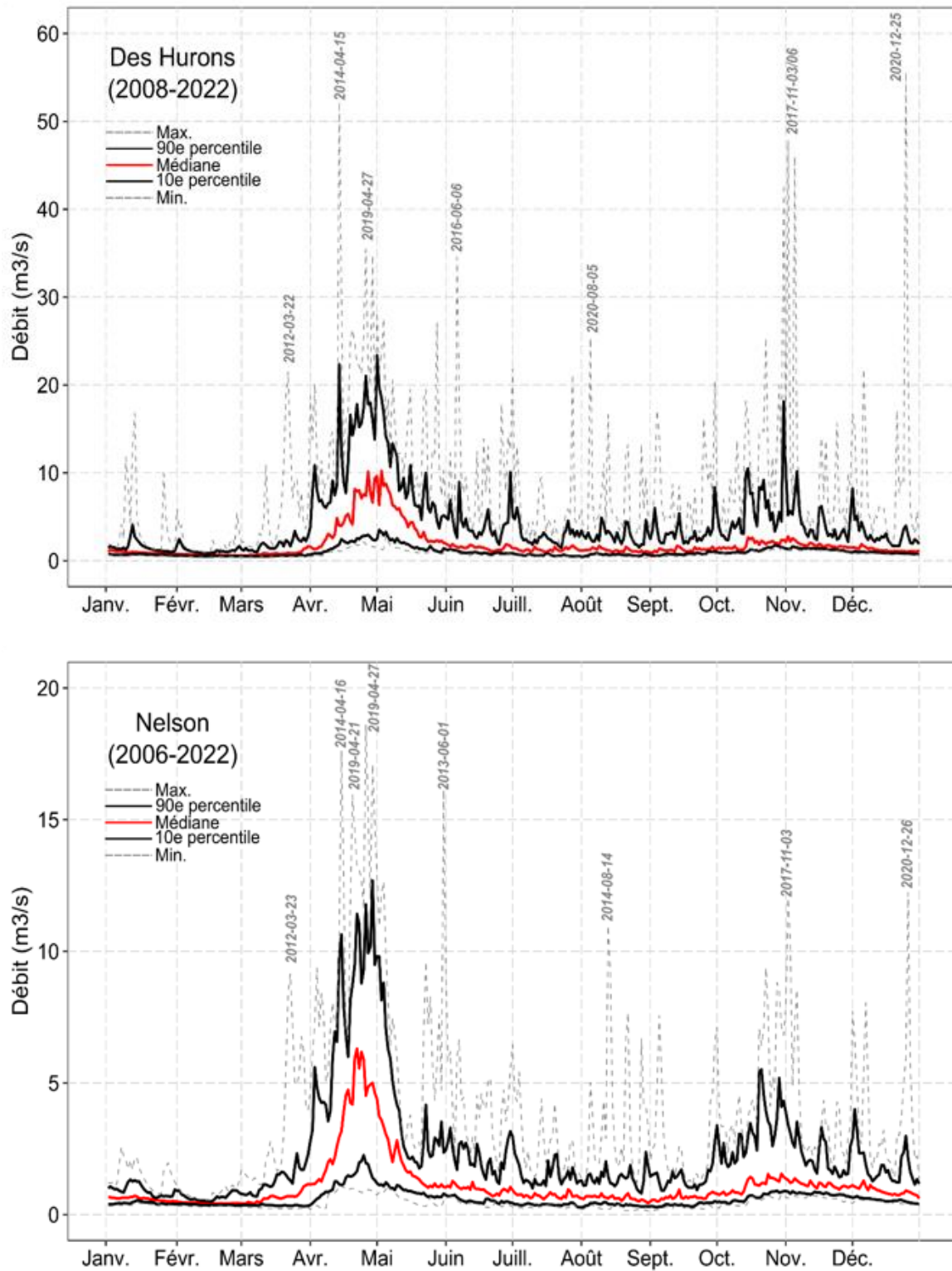


Figure 6-3 : Hydrogramme statistique du débit journalier des rivières des Hurons de 2008 à 2022 et Nelson de 2006 à 2022 (Agglomération de Québec). Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée

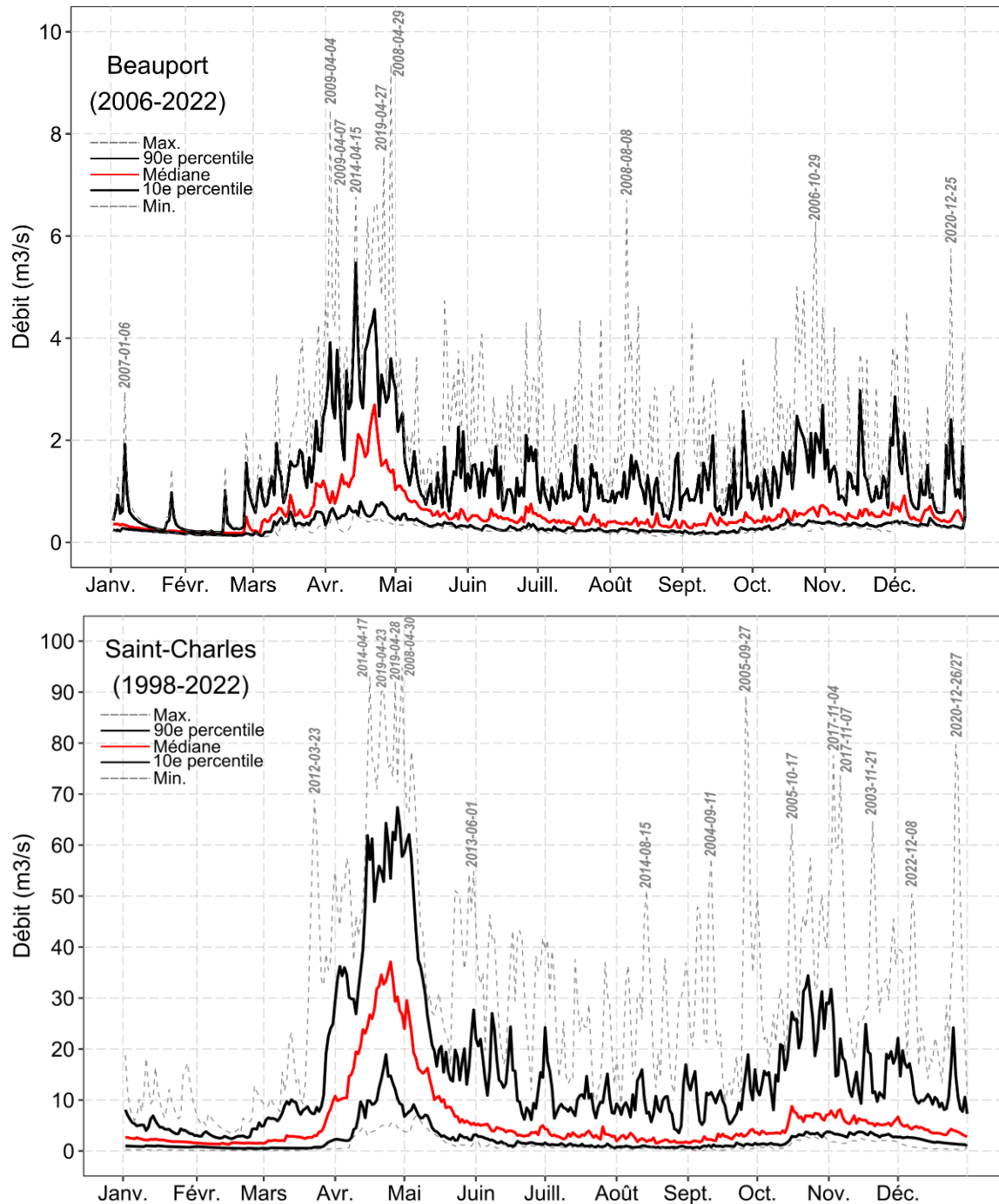


Figure 6-4 : Hydrogramme statistique du débit journalier des rivières Beauport de 2006 à 2022 et Saint-Charles de 1998 à 2022 (Agglomération de Québec). Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée



Source : Radio-Canada / Steve Jolicoeur. 2020

Figure 6-5 : Rivière Montmorency le 25 décembre 2020

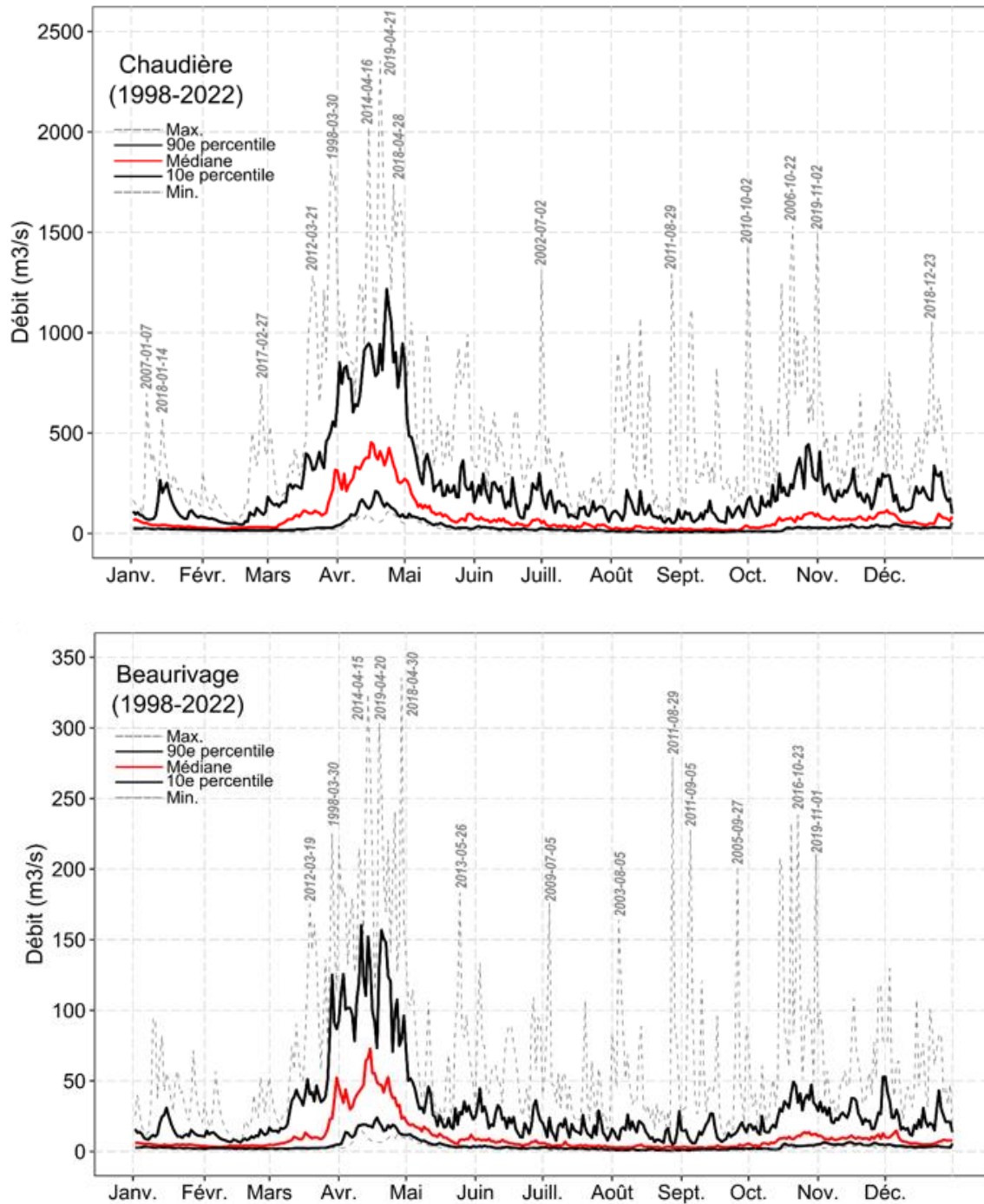


Figure 6-6 : Hydrogramme statistique du débit journalier des rivières Chaudière et Beaurivage (Ville de Lévis) de 1998 à 2022. Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée

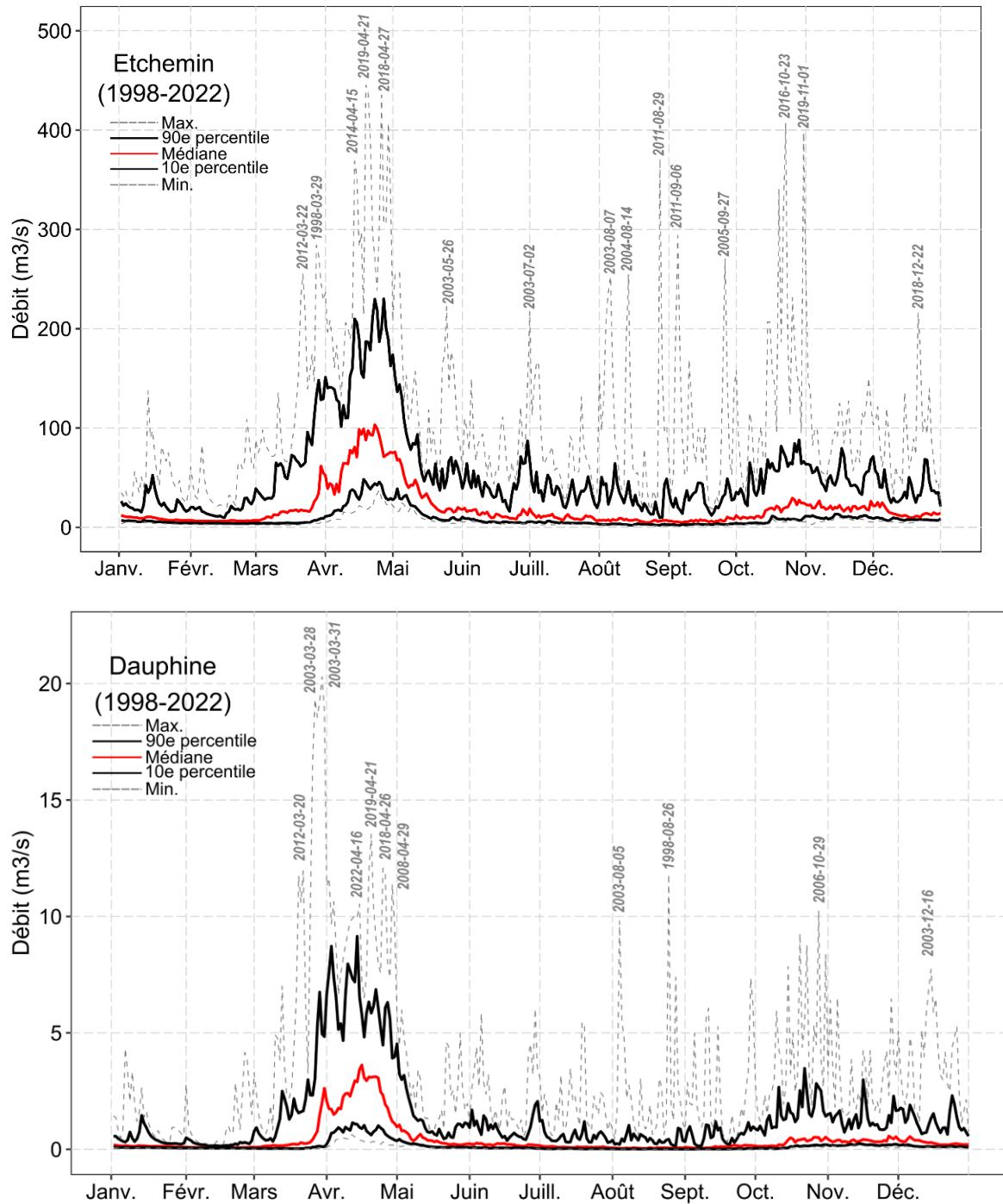


Figure 6-7 : Hydrogramme statistique du débit journalier de la rivière Etchemin (Ville de Lévis) et Dauphine (l'Île d'Orléans) de 1998 à 2022. Les événements maximaux extraordinaires sont identifiés par une étiquette datée

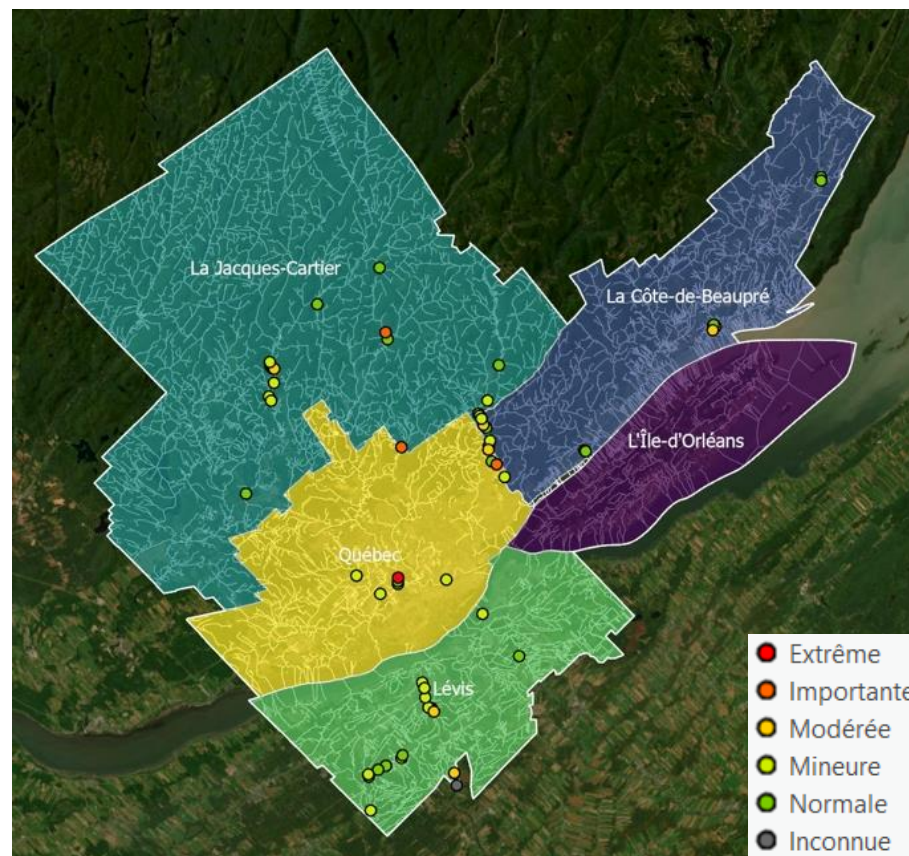
6.1.3 Embâcles

Les embâcles sont généralement le fruit de l'agglomération de blocs de glace au printemps ou en hiver causé par la fracturation du couvert de glace et qui s'accumulent pour obstruer l'écoulement de l'eau. Les embâcles sont particulièrement problématiques par l'effet de barrage qu'elles induisent et les inondations qu'elles produisent conséquemment.

Le territoire de la CMQuébec a connu plusieurs embâcles dans le passé (figure 6-8). Généralement, les embâcles causent des inondations à travers :

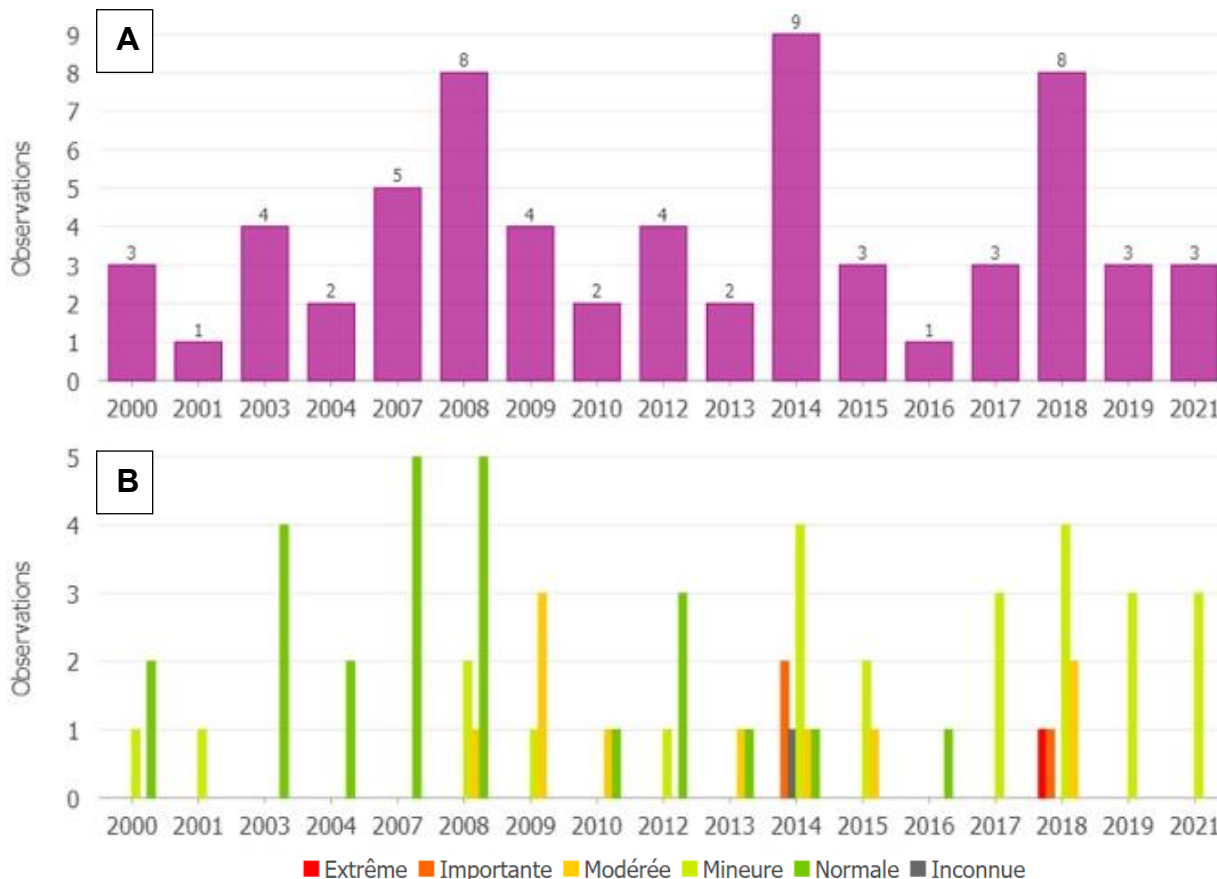
- 1) Un amoncellement de glace à l'occasion des débâcles, c'est-à-dire au moment où il y a rupture brusque de la couverture de glace suivie de son départ massif en bloc dans la rivière (associées à la fonte des neiges; associées ou non à des pluies abondantes);
- 2) Un amoncellement de débris hors de la période hivernale (associées ou non à un embâcle de glace; associées ou non à des pluies abondantes).

Depuis 1998, 65 événements d'embâcles ont été répertoriés par le ministère de la Sécurité publique au sein de la CMQuébec. À noter que la base du MSP répertorie seulement les embâcles qui causent des dégâts et qu'il y a eu beaucoup plus d'embâcle sur le territoire de la CMQuébec. De ce total d'événements répertoriés, 25 % des embâcles sont survenus le long de la rivière Montmorency, 25 % le long de la rivière Beauvage et Chaudière, 15 % le long de la rivière Jacques-Cartier et le reste étant réparti localement et ponctuellement le long des autres cours d'eau secondaires du territoire.



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-8 : Cartographie des embâcles ayant causé des dégâts sur le territoire de la CMQ depuis 25 ans



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-9 : Chronologie des embâcles (A) et de leur sévérité (B) sur le territoire de la CMQ depuis 25 ans

Environ 90 % des embâcles répertoriés entre 1998 et 2022 ont une sévérité qui varie de modéré à normale (menace possible et/ou faible et/ou inexistante à la vie ou à la propriété), avec seulement cinq événements d'ampleur plus importants et extrêmes. Ces derniers sont décrits ci-après :

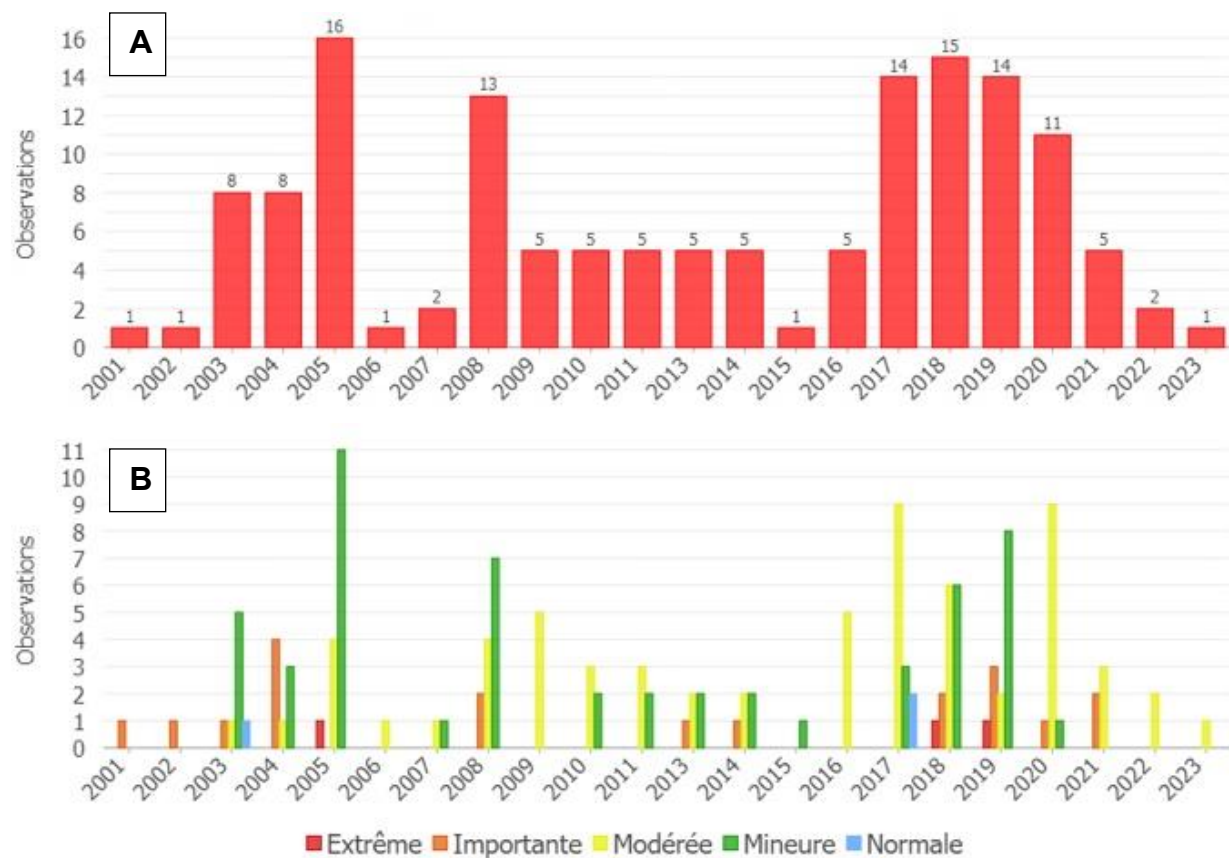
- Au printemps 2012, un embâcle a causé des débordements de la rivière Montmorency. Les inondations étaient telles que plusieurs évacuations de résident(e)s ont eu lieu (Radio-Canada, 2012).
- Tel que mentionné à la section précédente, la crue du printemps 2014 a été marquante, notamment le long de la rivière Montmorency les 15 et 16 avril en raison d'embâcles de glace provoquant l'inondation des installations du Parc de la Chute Montmorency de la Société des Établissements de Plein Air du Québec (SÉPAQ) (Leclerc, 2017) Le débit de crue observé pendant ces deux jours était dans les normales (entre 10^e et 90^e percentiles) pour le printemps, mais le débordement qui a résulté du débit excédentaire, et de l'ajout massif de glace (embâclée ou en dévalaison) a produit une inondation équivalente à une crue en eau libre de récurrence beaucoup plus rare (2 fois plus large que 90^e percentile). Ainsi, selon le secteur, le niveau de submersion a correspondu à une crue de récurrence cinquantenaire (1/50 ans) près des Îlets et à millénaire (1/1000 ans) près de l'Île de Cantaloup.
- Le 12 janvier 2018, un embâcle est également survenu le long de la rivière Montmorency et a forcé l'évacuation d'une vingtaine de résidences de la rue des Trois-Sauts dans l'arrondissement Beauport de la Ville de Québec en raison d'inondations. Le redoux et les pluies sont responsables de la débâcle hâtive de janvier 2018 (Le Soleil, 2018).
- Du 13 au 26 janvier 2018, des embâcles extrêmes sont survenus le long de la rivière Saint-Charles forçant l'évacuation de 70 personnes et causant l'inondation de 47 résidences (Radio-Canada, 2018a; Ville de Québec, 2019).
- Le 22 décembre 2018, un embâcle de glace est venu inonder le secteur de la rue des Sablonnières de la Ville de Québec forçant l'évacuation de quatre résidences (Ville de Québec, 2019).

6.1.4 Inondations

Entre 1998 et 2022, 143 événements d'inondations riveraines ont été recensés sur le territoire de la CMQuébec sur la base de données de l'Historique des événements de sécurités civiles du ministère de la Sécurité publique et sont les conséquences des précipitations extrêmes, des crues et des embâcles. La littérature et les médias ont été étudiés afin de valider les éléments observés sur les hydrogrammes statistiques présentés dans la section précédente, et de les replacer dans leur contexte historique.

Plus de 80 % des événements d'inondation observés par le ministère de la Sécurité publique se retrouvent sur la rive nord de la CMQuébec, soit 38 % dans l'Agglomération de Québec, 26 % dans la MRC de La Jacques-Cartier et 17 % dans la MRC de La Côte-de-Beaupré. Dans la Ville de Lévis, la plupart des inondations touchent le territoire en périphérie de la rivière Beaurivage et Chaudière.

D'après la figure 6-10, le nombre d'événements d'inondation par année sur le territoire de la CMQuébec a globalement augmenté, et le niveau de sévérité de ces événements est plus variable qu'auparavant.



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-10 : Chronologie (A) et sévérité (B) des inondations sur le territoire de la CMQ depuis 25 ans

Des inondations marquantes ayant eu lieu au cours des 25 dernières années sont décrites dans les sections précédentes.

Le tableau 6-2 présente une liste non exhaustive des inondations survenues lors des 25 dernières années avec leurs causes probables à titre de synthèse des événements relatés aux sections 6.1.1, 6.1.2 et 6.1.3

Tableau 6-2 : Exemples d'inondations survenues sur le territoire de la CMQuébec entre 1998 et 2022

Rivière/ secteur	Date	Causes
Rivière Lorette	11-12 décembre 2003	Précipitations extrêmes
Rivière Montmorency	11 juillet 2004	Orages
Rivière Lorette	9-10 octobre 2004	Tempête tropicale
Rivière Lorette	30-31 août 2005	Tempête tropicale
Rivière Lorette	25-26 septembre 2005	Tempête tropicale
Rivière Lorette	15 octobre 2005	Tempête tropicale
Berges du Saint-Laurent, à l'est de Québec,	28-29 août 2011	Tempête tropicale
Rivières Montmorency	Printemps 2012	Embâcle
Rivière Lorette	31 mai 2013	Précipitation extrême
Rivières Jacques-Cartier et Shannon	Printemps 2014	Crue printanière
Rivière Montmorency	15-16 avril 2014	Crue printanière et embâcles
Rivière Jaune	15 avril 2014	Crue printanière
Rivière Beaurivage	9 mai 2014	Crue centenaire
Rivière Lorette	13 et 14 août 2014	Précipitation extrême et crue
Rivières Etchemin et Beaurivage	21-23 octobre 2016	Précipitation extrême et crue automnale
Rivières Jacques-Cartier, rivière Montmorency, rivière Des Hurons et rivière Nelson	3 novembre 2017	Crue automnale
Rivière Montmorency	12 janvier 2018	Embâcles
Rivière Saint-Charles	13 janvier 2018	Embâcles
Rivière Montmorency	22 décembre 2018	Embâcles
Rivière Saint-Charles	22 avril 2019	Embâcles
Rivière Beaurivage	20 avril 2019	Précipitations et crue printanière
Rivières Jacques-Cartier, rivière Montmorency, rivière Des Hurons et rivière Nelson	Mois de décembre 2020 dont le 25 décembre 2020	Précipitations extrêmes et crue

Finalement, il importe de mentionner que la tendance au réchauffement observée ces dernières années dans l'ensemble du Canada influencera les régimes d'inondation. Avec un manteau neigeux moins important pendant la saison de fonte en raison d'hivers plus chauds, on s'attend à ce que les crêtes soient plus précoces et moins importantes à l'avenir (Gouvernement du Canada, 2019). En outre, les modèles sont susceptibles de changer. Avec des températures plus chaudes, les ruptures de glace au milieu de l'hiver sont susceptibles de se produire plus fréquemment et l'épaisseur de la glace est susceptible de changer (Turcotte *et al.*, 2019; Das *et al.*, 2020).

6.2 Sécheresses et étiage

D'après l'Institut national de santé publique du Québec (2001-2010), les sécheresses se définissent comme des périodes prolongées de temps anormalement sec qui épuisent les ressources en eau nécessaires à l'humain et à l'environnement. Les sécheresses se distinguent les unes des autres par leur durée, leur intensité, et les impacts qui en résultent sur les régions affectées en fonction de leur capacité à s'adapter aux pénuries d'eau. Généralement, il est possible de définir une date de début et de fin aux sécheresses, ce qui les différencie du phénomène d'aridité. Dans la présente étude, une sécheresse a été définie comme un événement pendant lequel il y a eu moins de 0,2 mm de précipitations pendant une période de 10 jours.

Depuis les 25 dernières années, les chaleurs importantes et le manque de précipitations en été ont particulièrement touché le secteur agricole de la région de la Capitale Nationale entre 2018 et 2021 inclusivement. Pour cette période, la Financière agricole a rapporté des indemnités du programme de l'assurance agricole qui ont varié entre 2,5 et 3,1 M\$ de dollars. En comparaison à la période 2011-2017, ceci représente une hausse moyenne de 450 % de la valeur des demandes d'indemnisation pour cette région (FADQ, 2023).

Cette tendance se reflète à l'ensemble du Québec où, pour la période 2018-2021, la moyenne des indemnités versées était de 117 M\$, ce qui détonne avec la moyenne de 2011-2017 qui était de 27 millions de dollars. Les indemnités pour 2018-2021 ont particulièrement ciblé les cultures de foin et de maïs-grain (FADQ, 2023). La sécheresse a eu pour résultat de « brûler » les champs et inhiber complètement la croissance du foin. Le nombre de coupes de foin par saison qui varie entre deux et trois, chute à une seule, ce qui a pour résultat de faire gonfler la demande et les prix (Radio-Canada, 2020).

Les épisodes de sécheresse ont également eu des conséquences en ce qui concerne l'approvisionnement en eau. En effet, certaines composantes de la CMQuébec ont dû, au courant des dernières années, imposer des restrictions quant à l'utilisation de l'eau provenant de leur réseau d'aqueduc. Mentionnons, à titre d'exemple, le mois de juin 2020, où la Ville de Québec a dû interdire certaines activités extérieures d'arrosage, de lavage et de nettoyage en raison de l'absence de précipitations jumelé à une hausse de la consommation d'eau. Lors de cette période, 47 millimètres d'eau étaient tombés en mai et seulement 17 millimètres en juin, alors que la capitale avait reçu 110 millimètres en mai 2019 et 120 millimètres en date du 17 juin 2019. Du côté de la rive sud, ce même épisode de sécheresse a forcé la Ville de Lévis à interdire à une partie de ses citoyens d'utiliser l'eau provenant des aqueducs municipaux pour arroser, laver son véhicule, son asphalte ou pour remplir sa piscine (Le Soleil, 2020). La même situation s'est produite en août 2021, alors que la Ville de Québec a décrété certaines interdictions d'utilisation de l'eau sur l'ensemble du territoire de l'agglomération de Québec, afin de préserver les réserves en eau pour quelques 550 000 citoyens (La Presse, 2021).

Dans un passé plus lointain, au cours des étés 2002 et 2005, les périodes prolongées de sécheresse avaient diminué le débit d'étiage de la rivière Saint-Charles obligeant la Ville de Québec à restreindre l'usage extérieur de l'eau potable, puisque sa principale source d'eau potable ne pouvait pas répondre à la demande de pointe estivale. En 2003, le haut-fond entre les deux réservoirs du lac Saint-Charles a même dû être dragué afin de permettre l'alimentation en eau du réservoir sud et par le fait même, la rivière Saint-Charles. En 2002 et 2010, la Ville de Québec a puisé de l'eau dans la rivière Jacques-Cartier afin d'approvisionner la rivière Saint-Charles et Nelson et ainsi combler le manque d'eau (Ville de Québec, s.d.).

Depuis 1998, l'analyse préliminaire des données climatiques au sein de la CMQuébec, dénote 35 événements de sécheresse, avec les années 1998, 2009 et 2012 qui en comprennent quatre événements respectivement (Tableau 6-3).

Tableau 6-3 : Analyses des données climatiques préliminaires sur les sécheresses dans la CMQuébec entre 1998 et 2022

Année	Nombre d'évènements de sécheresse
1998	4
1999	2
2000	2
2001	1
2002	1
2003	2
2004	2
2005	1
2006	2
2007	0
2008	1
2009	4
2010	1
2011	0
2012	4
2013	2
2014	1
2015	0
2016	0
2017	1
2018	0
2019	0
2020	1
2021	2
2022	1

6.3 Vagues de chaleur extrême

Il n'existe pas de définition universelle du terme « vague de chaleur ». L'INSPQ définit une vague de chaleur extrême ainsi : « les jours où les moyennes mobiles sur 3 jours de la température maximale et de la température minimale observées aux stations météorologiques de référence des RSS atteignent les valeurs seuils de chaleur extrême » (INSPQ, 2023b). Pour la région sociosanitaire (RSS) de la Capitale-Nationale, la température maximale est de 31°C et la température minimale, 18°C, pour la station météorologique de référence de Jean-Lesage. Avant 2018, la valeur seuil de la température minimale pour cette RSS était de 16°C (INSPQ, 2023 c). Selon un rapport de l'INSPQ publié en 2017 : « du point de vue météorologique, les vagues de chaleur au Québec sont des événements particulièrement rares. [...] il survient en moyenne une vague de chaleur par quatre ans, par région de prévisions météorologiques ».

Selon les informations recueillies par l'intermédiaire des publications de l'INSPQ sur son site web, la RSS de la Capitale-Nationale a connu 3 vagues de chaleur extrême, une en juillet 2010 (5 jours dans la semaine du 4 au 10 juillet), une autre en juillet 2013 (3 jours à partir du 15 juillet) et une dernière en juillet 2020 (3 jours à partir du 8 juillet).

Pour ce qui est de l'été 2010, pour la même semaine épidémiologique 27 (soit la semaine du 10 juillet)⁷, on constate une augmentation du nombre de décès, d'hospitalisations, d'admissions à l'urgence et de transports ambulanciers par

⁷ Comme mentionné dans l'étude citée (INSPQ, 2011), la période d'étude couvre 22 semaines épidémiologiques en référence à la définition d'usage courant en épidémiologie. La liste des semaines CDC selon les dates de fin pour 2010-2022 peut être consultée ici : <https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/liste-des-semaines-cdc-selon-la-date-de-fin-2010-2022.pdf>. Pour 2010, la semaine épidémiologique 27 réfère à la semaine se terminant le 10 juillet.

rapport aux années 2008 et 2009. Il y a aussi une augmentation significative des appels pour chaleur accablante. Ils ont été de 101 en 2010 comparativement à 2 en 2008 et 1 en 2009. Lors de la semaine du 4 au 10 juillet, il y a eu des avertissements de chaleur accablante et de chaleur extrême et une mobilisation de la part de la sécurité civile : « Dans l'étape « Mobilisation », il s'agit pour les responsables de santé publique, après évaluation et concertation, de déclencher la « Mobilisation » auprès du coordonnateur régional de la « Sécurité civile – mission-santé » et d'activer la cellule de crise au sein de la direction de santé publique. La vigie s'intensifie et des messages de protection à la population sont diffusés. La direction de santé publique offre un support-conseil aux partenaires qui déploieront alors leurs plans d'urgence. » (INSPQ, 2011).

À l'été 2020, la Capitale-Nationale a eu des augmentations importantes des décès ($\geq 20\%$), mais celles-ci n'étaient pas statistiquement significatives (valeur- $p \geq 0,05$) (INSPQ, 2023b).

6.4 Verglas

Le verglas se caractérise par un dépôt de glace, compact et lisse, généralement transparent, provenant de la congélation de gouttes de pluie ou de bruine surfondues sur des objets dont la surface est à une température inférieure ou légèrement supérieure à 0°C (Office québécois de la langue française, 2023). De forts événements de verglas peuvent générer des conséquences à la fois économiques, sociales et écologiques. Les grands événements de verglas, ou « tempêtes de verglas », peuvent également avoir de grandes conséquences écologiques en détruisant les peuplements d'arbres et leurs écosystèmes. De tels impacts peuvent aussi créer des conséquences économiques dans les domaines liés à la sylviculture ou à la production de sirop d'érable, par exemple.

D'une perte de valeur assurée de près 2,1 milliards de dollars, la crise du verglas du 4 au 10 janvier 1998 qui a touché l'est de l'Ontario, le Québec et l'ouest du Nouveau-Brunswick, représente le deuxième événement le plus onéreux pour les contribuables canadiens (AECOM, 2020) et peut être considéré comme l'une des plus grandes catastrophes naturelles dans l'histoire canadienne (Bonikowsky et Block, 2016). Au sommet des précipitations, près de 100 mm de pluie verglaçante ont déferlé abattant des millions d'arbres, 1 000 pylônes de transmission et 30 000 poteaux électriques (ECCC, 2017). Ceci a provoqué la perte d'électricité durant plusieurs jours pour 3,2 millions de Québécois.

Le 5 avril 2023, le Sud-Ouest du Québec a connu une tempête de verglas qui a produit de nombreux dommages. À Québec, il y a eu suffisamment de verglas pour nécessiter la réalisation de travaux de déglacage des câbles et des suspentes du Pont Pierre-Laporte (Bernier, 2023).

D'après les données de Données Québec, aucun événement de verglas n'a affecté les peuplements forestiers sur le territoire de la CMQuébec au cours des 25 dernières années (Données Québec, 2023). La tempête de 1998, bien qu'elle ait affecté 17 700 km² (soit 1,8 million d'hectares) de superficie de forêts au Québec, n'a pas ou très peu affecté le territoire de la CMQuébec (Arbres Canada, 2018). Il est en outre nécessaire de rappeler que les données de Données Québec consultées sont basées sur des observations : une sous-estimation du nombre d'événements pourrait donc avoir lieu.

6.5 Tempêtes hivernales

D'après le gouvernement du Canada (2017), un avis de tempête hivernale (ou tempête d'hiver) est émis lorsqu'un phénomène combinant plusieurs types de conditions hivernales violentes est prévu. Il correspond précisément à une prévision de 25 cm ou plus de neige en 24 heures ou moins. On parle aussi de tempête d'hiver, ou tempête hivernale, lorsqu'un autre aléa météorologique s'ajoute au critère de neige abondante, soit les forts vents, les grands froids, la poudrière, ou un mélange de précipitations (Gouvernement du Canada, 2017a).

Deux années, au cours des 25 dernières, ont connu des phénomènes climatiques notables de tempêtes hivernales : 2019 et 2022. L'hiver 2019 a été marqué par une accumulation totale de plus de 350 cm de neige, dont deux événements importants de chute de neige, soit les tempêtes du 20 janvier et du 14 mars, qui ont engendré des coûts de près de 90 millions (Sécurité publique Canada, 2013). La tempête du 25 janvier était caractérisée par la combinaison d'une importante chute de neige, de grands froids et des vents à plus de 50 km/h, un scénario qui n'avait pas vu le jour au Québec depuis 1920.

Entre le 23 et le 25 décembre 2022, plusieurs régions du Québec ont été touchées par une tempête intense caractérisée par des vents violents atteignant 110 km/h qui ont privé d'électricité près de 640 000 personnes et qui ont causé des coûts de réparation de près de 55 M\$ (Hydro-Québec, 2023a). À Québec, cette tempête, synchronisée à une marée haute record de 7,16 m (Gouvernement du Canada, 2023f), a fait déborder le fleuve le 23 décembre au soir dans plusieurs secteurs, tels que Dalhousie, Montmorency, Limoilou, La Côte-de-Beaupré et Lévis (Zone911, 2022).

Les événements de tempêtes hivernales peuvent aussi avoir un impact sur les écosystèmes, et en particulier sur les peuplements forestiers. En effet, le phénomène de chablis, qui se définit par un arbre (ou groupe d'arbres) qui se retrouve renversé, rompu ou déraciné, peut également être causé par l'accumulation de la neige ou de la glace, résultant entre autres de tempêtes hivernales. D'après les données de Données Québec utilisées, aucun événement notable de tempête hivernale n'a affecté les peuplements forestiers sur le territoire de la CMQuébec au cours des 25 dernières années (Données Québec, 2023). Une sous-estimation des événements pourrait cependant être possible, car les données utilisées reposent sur des observations.

6.6 Grêle

Les événements de grêle se caractérisent par des précipitations de petites billes, ou petits morceaux de glace, d'un diamètre allant de 5 à 50 mm, voire plus. Ces précipitations sont généralement associées à des orages violents (Gouvernement du Canada, 2023a).

Aucun événement de grêle n'est répertorié sur la carte interactive de Données Québec (2023) pour le territoire de la CMQuébec, ni entre les années 2020 et 2022, ni dans les données d'archives. De manière globale, aucune donnée concernant précisément le territoire de la CMQuébec n'a été trouvée pour la composante grêle. Cependant, plusieurs événements de grêle au Québec ont été rapportés dans la presse, principalement dans la région de Montréal. C'était par exemple le cas à la mi-mai 2022 où des morceaux de glace de la grosseur d'un petit pois sont tombés à Saint-Hyacinthe (Le Journal de Montréal, 2022). Fin juillet 2021, une quantité importante de grêle est tombée sur les municipalités de St-Ludger-de-Milot, de Dolbeau-Mistassini et de Sainte-Jeanne-d'Arc, impactant certaines infrastructures (Radio-Canada, 2021).

Des phénomènes intenses de grêle peuvent entraîner des conséquences écologiques, telles que la destruction d'espèces végétales dans certains écosystèmes, dont des cultures (arboriculture par exemple). Aucune donnée concernant l'impact environnemental de la grêle sur le territoire de la CMQuébec n'a cependant été trouvée.

6.7 Vents

Les phénomènes météorologiques associés au vent et pouvant impacter le territoire de la CMQ peuvent être de plusieurs types, mais sont généralement des phénomènes de courte durée et de forte intensité. D'après le site internet du Gouvernement du Québec (2023b), on distingue trois types de phénomènes :

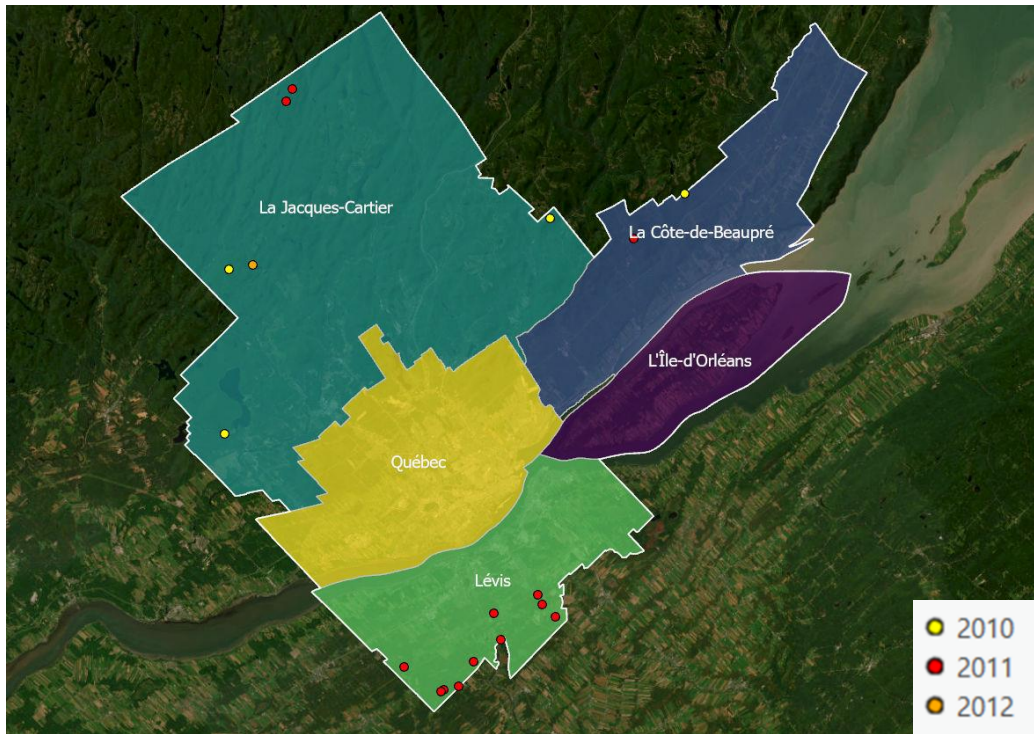
- 1) Les vents violents : liés à des dépressions atmosphériques ou à des phénomènes météorologiques localisés, et qui peuvent causer des dégâts importants. Ils se caractérisent par des vents à 60 km/h ou plus pendant une heure minimum, et des rafales de 90 km/h ou plus;
- 2) Les tornades : colonnes rotatives de vents violents, très dévastatrices et souvent précédées de signes annonciateurs notables;
- 3) Les ouragans : qui peuvent occasionner des vents destructeurs, des pluies torrentielles et des ondes de tempête dévastatrices (Gouvernement du Québec, 2023b).

Le Québec a connu un phénomène météorologique de tempête appelé "derecho" en mai 2022. Ce phénomène se caractérise par des orages violents qui se déplacent rapidement et sont accompagnés de vents très puissants. Le derecho de 2022 a causé de nombreux dommages, déracinant des arbres, renversant des poteaux électriques et endommageant des bâtiments. Au Québec, plus de 550 000 personnes ont été privées de courant électrique. Ce phénomène a également eu des conséquences sociales, en causant le décès d'au moins neuf personnes (Potsou, 2022). Ces phénomènes sont rares au Québec, et ont habituellement plutôt lieu aux États-Unis. En 2022 cependant, le derecho a touché le territoire de la CMQuébec, avec des rafales de 100 km/h à Québec.

D'après Antoine Petit, météorologue chez ECCC, le dernier derecho au Québec avant celui de 2022 remontait à l'année 1999 (Pedneault, 2022). Ce derecho n'avait cependant pas touché le territoire de la CMQuébec.

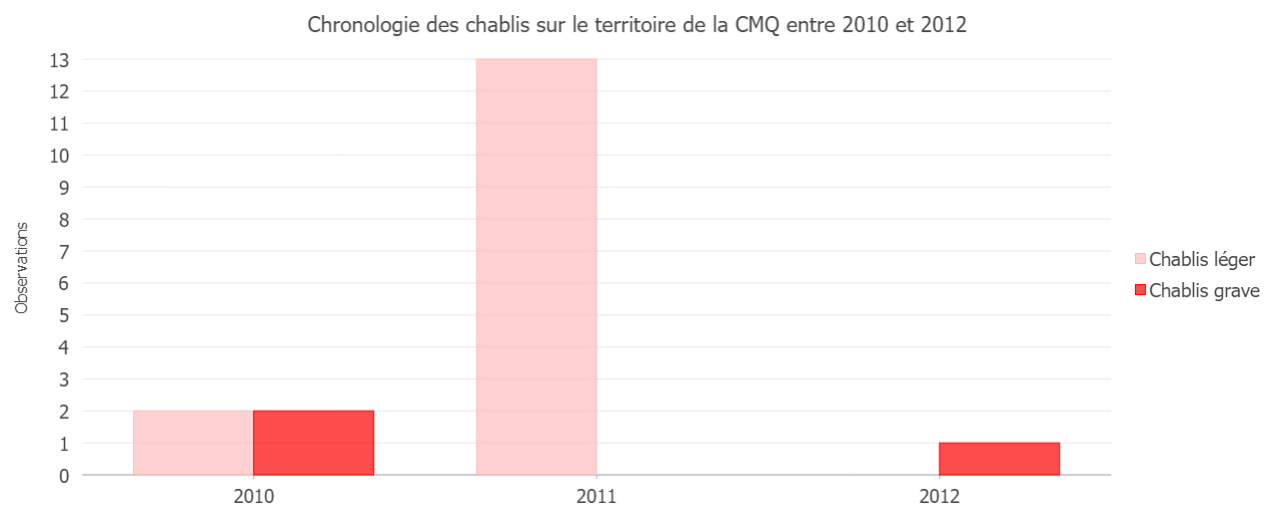
Les épisodes de vents violents peuvent aussi avoir des conséquences sur les écosystèmes, et en particulier sur les peuplements forestiers, en créant des chablis. Dans ce cas, les chablis sont des arbres ou groupes d'arbres ayant été renversés, déracinés ou rompus dans le bas du tronc sous l'effet de vents violents (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 2000). Ces événements climatiques laissent une traînée d'arbres morts et/ou de trous au niveau des troncs déracinés. Ils ont un impact sur la régénération des peuplements, sur les propriétés des sols, et peuvent entraîner des pertes écologiques au niveau de la valeur de l'écosystème, mais également des pertes financières dans le cas de sylvicultures, par exemple.

D'après la consultation de Données Québec, les seuls évènements de chablis répertoriés sur le territoire de la CMQuébec dans les 25 dernières années ont eu lieu au cours des années 2010, 2011 et 2012 (Données Québec, 2023). Il est cependant nécessaire de rappeler que ces données sont basées sur des observations : une sous-estimation du nombre d'évènements pourrait donc avoir lieu. L'année 2010 compte quatre chablis au total répartis dans les MRC de La Jacques-Cartier et de La Côte-de-Beaupré, deux légers et deux graves. L'année 2011 est celle qui compte le plus de chablis, 13 au total tous de type "léger" situés principalement dans la Ville de Lévis (voir figure 6-11). Les chablis légers (entre 25 et 75 % d'arbres morts) peuvent également être différenciés des chablis graves (plus de 75 % d'arbres morts).



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-11 : Données des chablis ayant affecté la forêt sur le territoire de la CMQ au cours des 25 dernières années



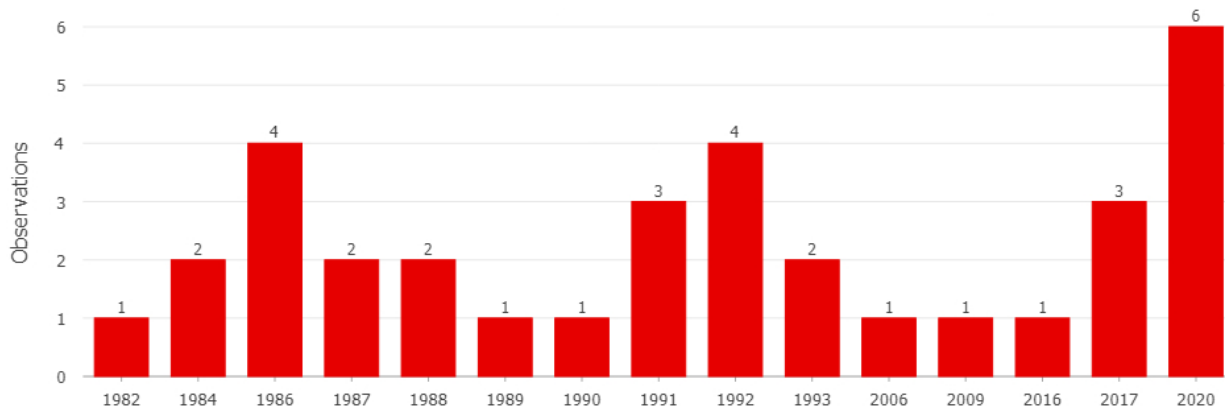
Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-12 : Impact des évènements climatiques sur les peuplements forestiers : chronologie des chablis sur le territoire de la CMQuébec au cours des 25 dernières années

6.8 Feux de forêt

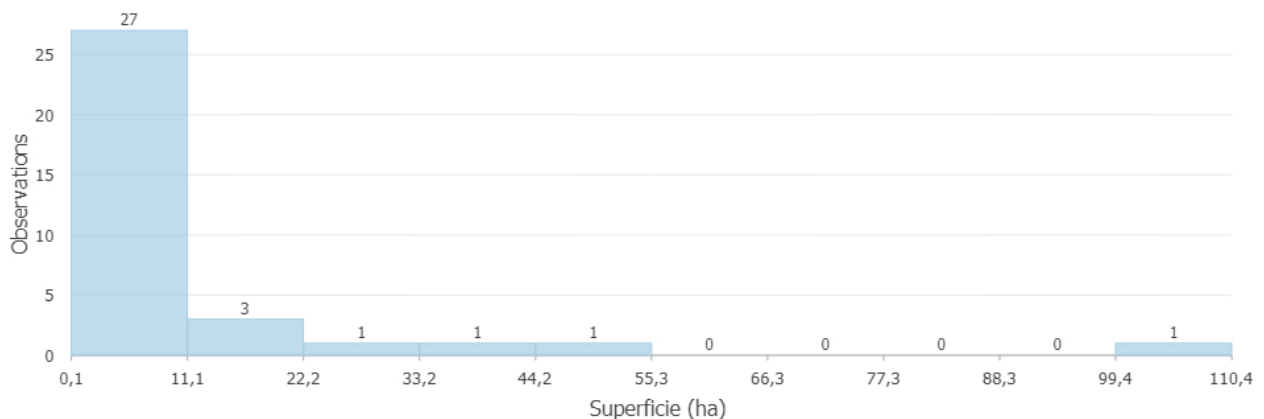
Les feux de forêt sont des incendies se propageant sur des zones boisées. Ils peuvent être engendrés par différents facteurs, dont la foudre, la sécheresse, les activités récréatives, les opérations forestières ou industrielles, les chemins de fer, les activités quotidiennes de résidents, ou encore la criminalité (MFFP, 2023a). Au Québec, la saison des feux de forêt est généralement située entre les mois d'avril et la fin du mois d'octobre (MFFP, 2023a). Les conséquences potentielles de ces événements incluent le changement de propriétés des sols et leur érosion (provoquant entre autres inondations et glissements de terrain), la modification des espèces faunistiques et floristiques des écosystèmes, mais également l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère ainsi que des impacts sanitaires liés aux particules dégagées (Institut national de santé publique, 2013). Dans le cadre de cette étude, afin d'évaluer l'évolution des feux de forêt et de dresser un portrait des événements ayant eu lieu au cours des dernières années sur le territoire de la CMQuébec, les données de Données Québec (2023) ont été consultées.

Au sein de la CMQuébec, un total de 34 feux de forêt a été recensé entre les années 1982 et 2020. Tous ces événements étaient d'origine humaine et leur superficie moyenne était de 11 ha. Parmi les 34 feux recensés, il est important de noter que 12 ont eu lieu après 2006, et l'année comptant le plus d'événements est 2020 (six feux de forêt recensés en 2020) (voir figure 6-13). La distribution de la superficie des feux de forêt sur le territoire de la CMQuébec montre que la quasi-totalité des feux possède une superficie de 0,1 à 11,1ha (27 feux sur 34) (voir figure 6-14). Seul un événement se démarque : un feu de forêt d'une superficie de 110 ha ayant eu lieu en 1984, à Saint-Gabriel-de-Valcartier.



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-13 : Chronologie des feux de forêt répertoriés sur le territoire de la CMQuébec



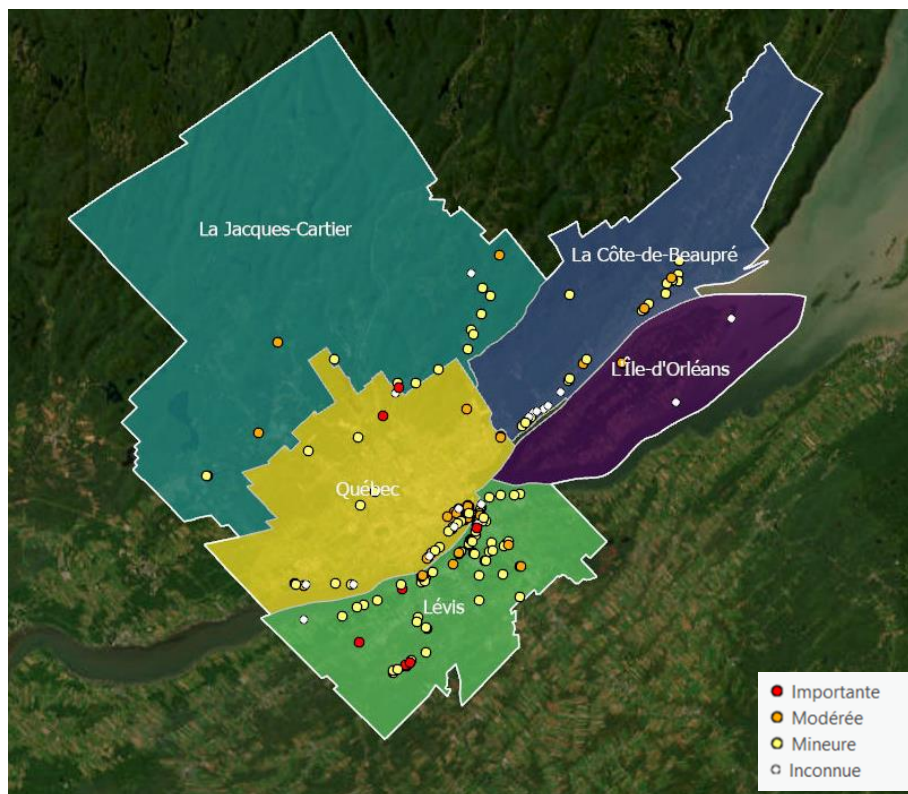
Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-14 : Distribution de la superficie des feux de forêt sur le territoire de la CMQuébec

6.9 Glissement de terrain

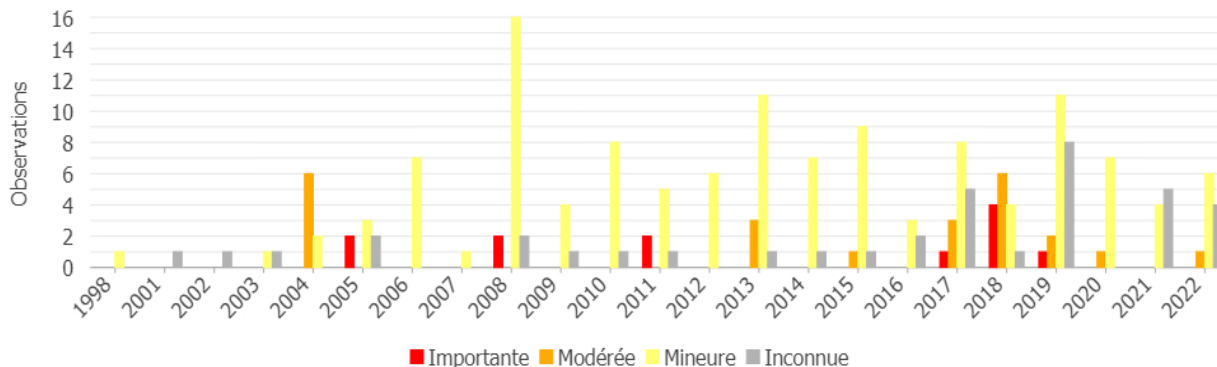
Les glissements de terrain sont des événements d'instabilité ou de déplacement de sols qui se produisent le plus souvent sur des sols argileux et au bord des cours d'eau (berges). Ils sont entre autres liés aux facteurs météorologiques, comme la quantité et la durée des précipitations de pluie ou encore la vitesse de fonte de la neige. Chaque année, près d'une centaine d'événements sont signalés au Québec. Les données de glissement de terrain consultées proviennent du site public Données Québec, et sont issues de l'historique des événements de sécurité civile du ministère de la Sécurité publique. Il est important de noter que les observations de glissements de terrain représentent seulement les sinistres compilés par le MSP : une sous-estimation du nombre total de glissements est donc à considérer.

D'après les données consultées, les glissements de terrain ayant eu lieu au cours des 25 dernières années sont principalement situés le long du fleuve Saint-Laurent, dans la Ville de Lévis et l'Agglomération de Québec. Les événements de sévérité "importante", c'est-à-dire qui constituent une menace importante à la vie ou à la propriété, ont principalement eu lieu dans la Ville de Lévis (voir figure 6-15). De nombreux événements sont aussi recensés dans la MRC de La Côte-de-Beaupré, le long du fleuve, mais aucun n'a une sévérité supérieure à "modérée". Un événement modéré constitue une menace possible à la vie ou à la propriété, et un événement mineur constitue une menace faible ou inexistante à la vie ou à la propriété. Une sévérité inconnue signifie que la gravité n'est pas connue, comme c'est par exemple le cas lors d'essais et exercices de glissements de terrain, réalisés volontairement par les autorités ou municipalités par exemple. D'après les données consultées, l'année 2008 est celle durant laquelle le plus de glissements de terrain ont été recensés, avec 16 glissements de sévérité mineure. Il est par ailleurs remarquable que les années 2017, 2018 et 2019 présentent des glissements de terrain des quatre types de sévérité, c'est-à-dire des événements importants, modérés, mineurs et de sévérité inconnue (voir figure 6-16).



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-15 : Données de glissement de terrain pour les années 1998 à 2022, sur le territoire de la CMQuébec



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-16 : Distribution des glissements de terrain sur le territoire de la CMQuébec au cours des 25 dernières années

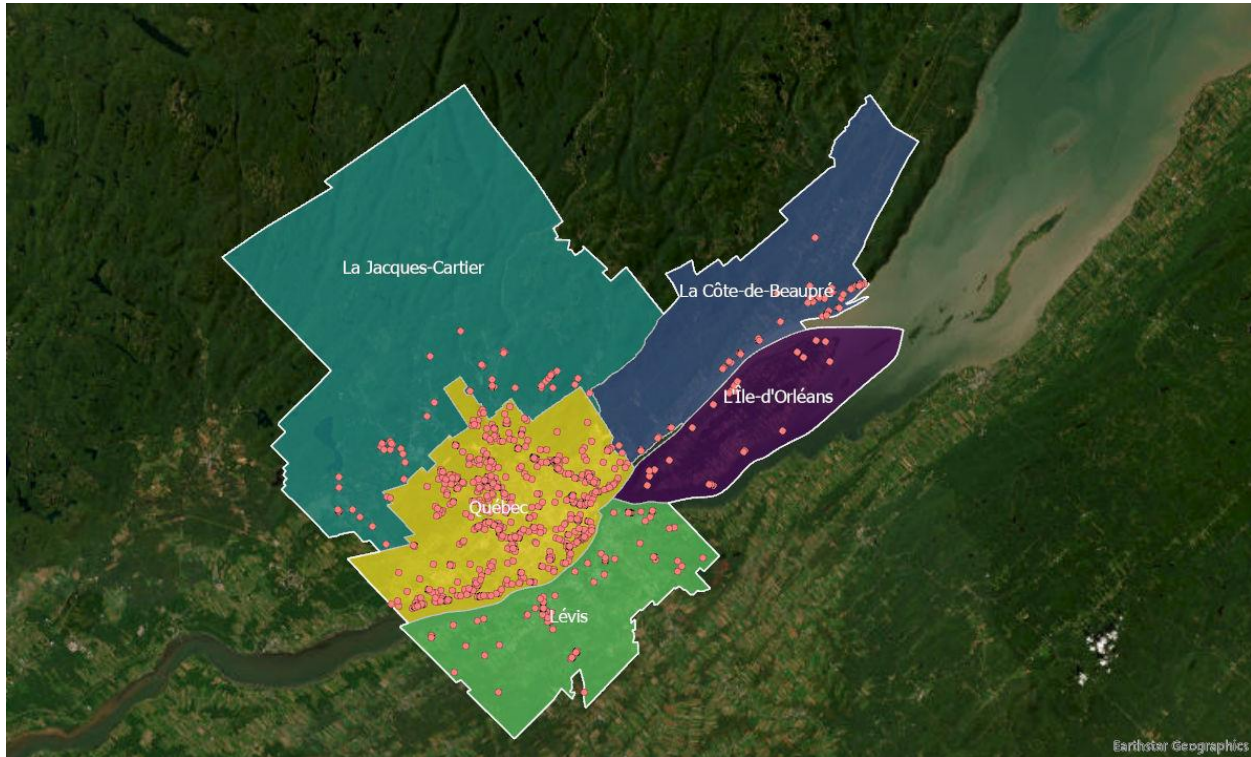
6.10 Espèces exotiques envahissantes et ravageurs

6.10.1 Espèces exotiques envahissantes

D'après la définition officielle du MELCCFP (2023 c), une espèce exotique envahissante (EEE) est « un végétal, un animal ou un micro-organisme (virus, bactérie ou champignon) introduit hors de son aire de répartition naturelle, qui colonise de nouveaux sites ou de nouvelles régions à un rythme rapide et qui peut former des populations dominantes ».

Différents facteurs peuvent causer l'introduction de ces espèces, dont la majorité est liée aux activités humaines : les transports internationaux (notamment de marchandises), le commerce des animaux de compagnie ou encore l'introduction délibérée (MELCCFP, 2023 c et Gouvernement du Canada, 2023a). La présence de telles espèces impacte fortement la biodiversité locale des écosystèmes dans lesquels elles sont introduites. En effet, les EEE altèrent globalement la composition et la fonctionnalité des écosystèmes. Elles peuvent entraîner le déplacement d'espèces indigènes, diminuer la diversité génétique des espèces et/ou la diversité spécifique d'un milieu, ou encore menacer la survie d'espèces rares ou vulnérables. Leur effet sur un milieu est souvent irréversible (MELCCFP, 2023 c et Gouvernement du Canada, 2023).

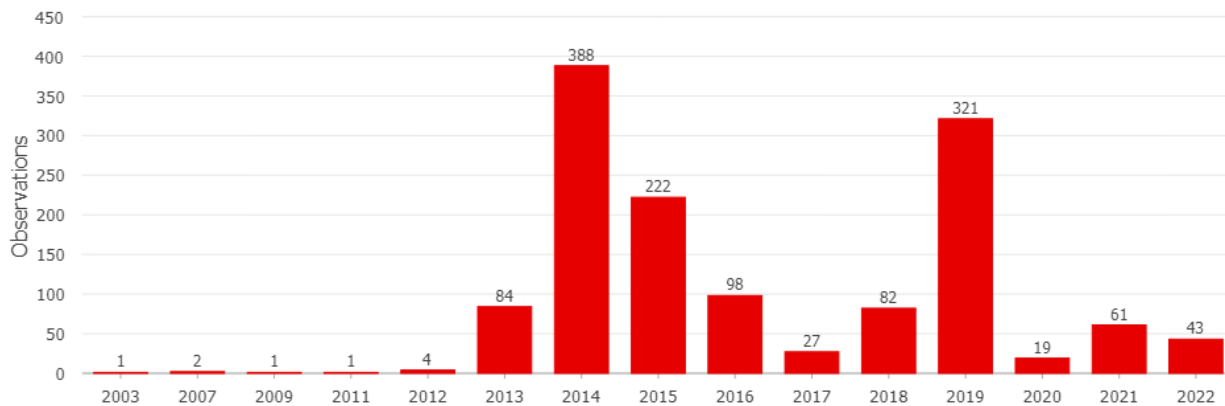
Dans un contexte de changements climatiques, la hausse des températures et une saison de croissance prolongée sont susceptibles de faciliter la survie et la reproduction de nombreuses EEE. Dans le cadre de cette étude, les données de Données Québec, provenant de l'outil Sentinelle (base de données publique collaborative) ont été consultées. Il est essentiel de noter que ces données sont basées sur des observations du public : les observations dépendent donc entièrement de l'effort très variable d'inventaire et un biais par rapport à la réalité est à considérer. Aussi, la quasi-totalité des EEE considérées était des espèces végétales (seule une espèce animale : le poisson rouge). D'après les données, la Ville de Québec est celle qui compte le plus d'espèces exotiques envahissantes. (voir figure 6-17).



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-17 : Observations d'espèces exotiques envahissantes sur le territoire de la CMQuébec, entre 2003 et 2022

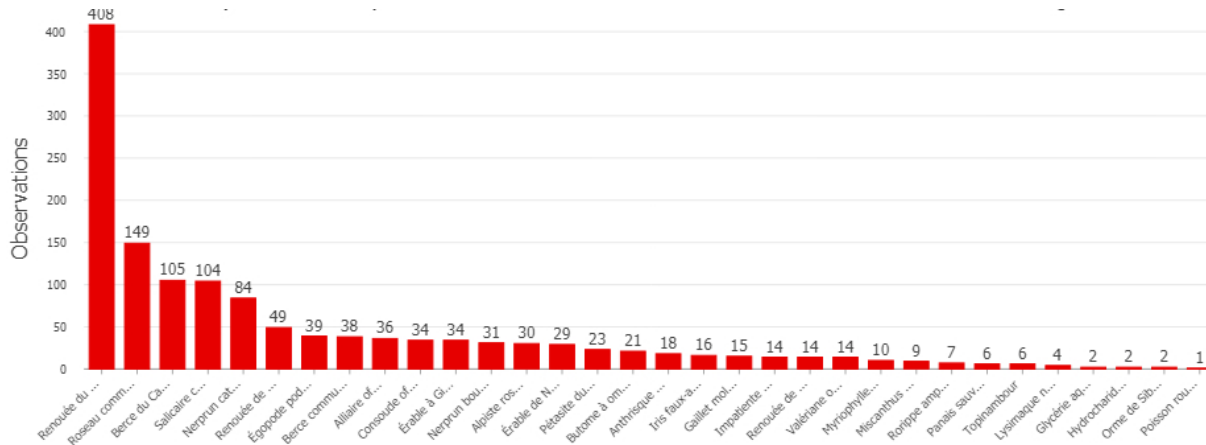
Les années 2014, 2015 et 2019 sont celles au cours desquelles le plus d'observations d'EEE ont eu lieu, avec respectivement 388, 321 et 222 observations (voir figure 6-18). Les années 2003 à 2012 ne comptent quant à elle pas plus de quatre observations par année. Une grande différence dans le nombre d'observations est notable entre les années 2003-2012 et les années 2013-2022. Ceci peut cependant être autant attribuable à une augmentation du nombre d'EEE, qu'à une augmentation du nombre de citoyens se mobilisant pour réaliser des observations (augmentation de l'effort de recherche).



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-18 : Chronologie des observations d'EEE sur le territoire de la CMQuébec, entre 2003 et 2022

Concernant les espèces précises observées, les quatre principales sont la renouée du Japon (408 observations), le roseau commun (ou phragmite) (149 observations), la berce du caucase (105 observations) et la salicaire commune (104 observations) (Figure 6-19). Ce sont des espèces exotiques envahissantes très répandues, mais également bien connues du public, et il est donc possible que cela ait influencé le nombre d'observations. De manière générale, les colonies denses de ces différentes EEE envahissent très rapidement les milieux et empêchent la croissance d'autres espèces végétales. Elles peuvent aussi modifier les propriétés du sol et sa structure, influençant ainsi, entre autres, sa stabilité (érosion des berges). L'impact lié à la prolifération de ces espèces prend donc plusieurs formes, affectant à la fois les écosystèmes et le paysage. Il est à noter l'observation d'une espèce animale, soit le poisson rouge.



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-19 : Espèces exotiques envahissantes observées sur le territoire de la CMQuébec, entre 2003 et 2022

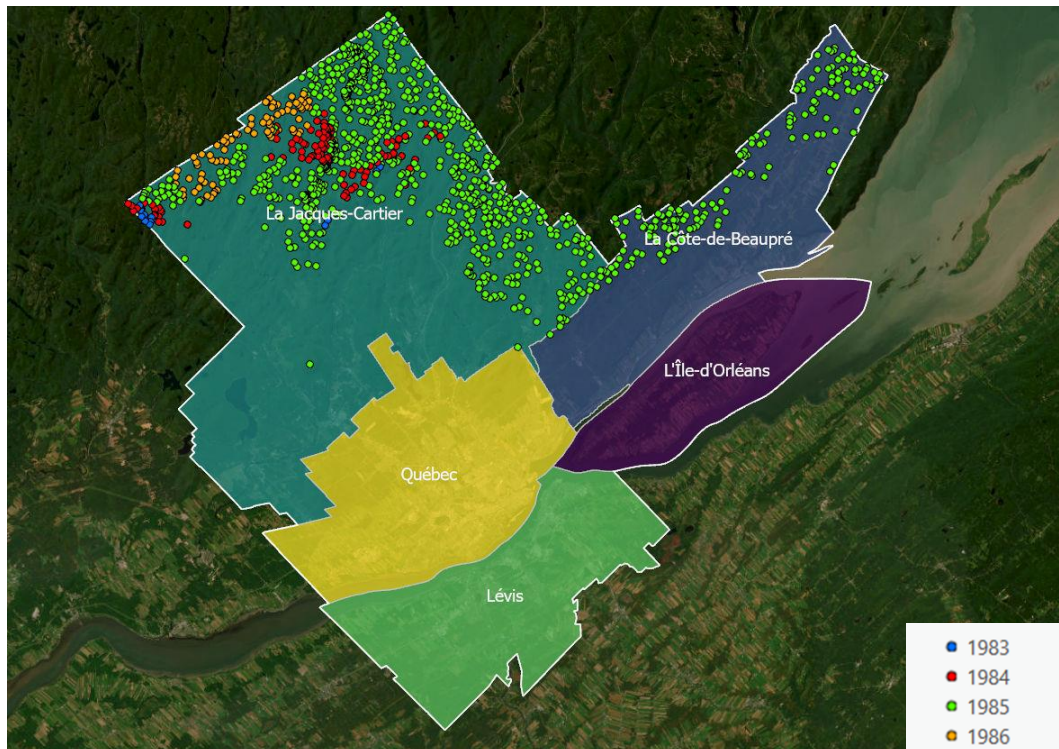
6.10.2 Épidémies

Les épidémies sont des événements au cours desquels des insectes ou des maladies se répandent rapidement dans une zone définie à un moment défini, et causent des dégâts sur le milieu. Elles peuvent avoir d'importants impacts sur les écosystèmes, en particulier sur les peuplements forestiers, qu'ils soient publics ou privés.

Au Québec, et dans l'ensemble de l'Amérique du Nord, la tordeuse des bourgeons de l'épinette est l'insecte le plus destructeur des peuplements forestiers. Elle agit comme un défoliateur dans toutes les provinces, et consomme au Québec principalement le sapin baumier (*Abies balsamea*), de l'épinette blanche (*Picea glauca*) et, à un moindre degré, l'épinette rouge (*Picea rubens*) et l'épinette noire (*Picea mariana*) (MRNF, 2016-2023 et Gouvernement du Québec, 2023a).

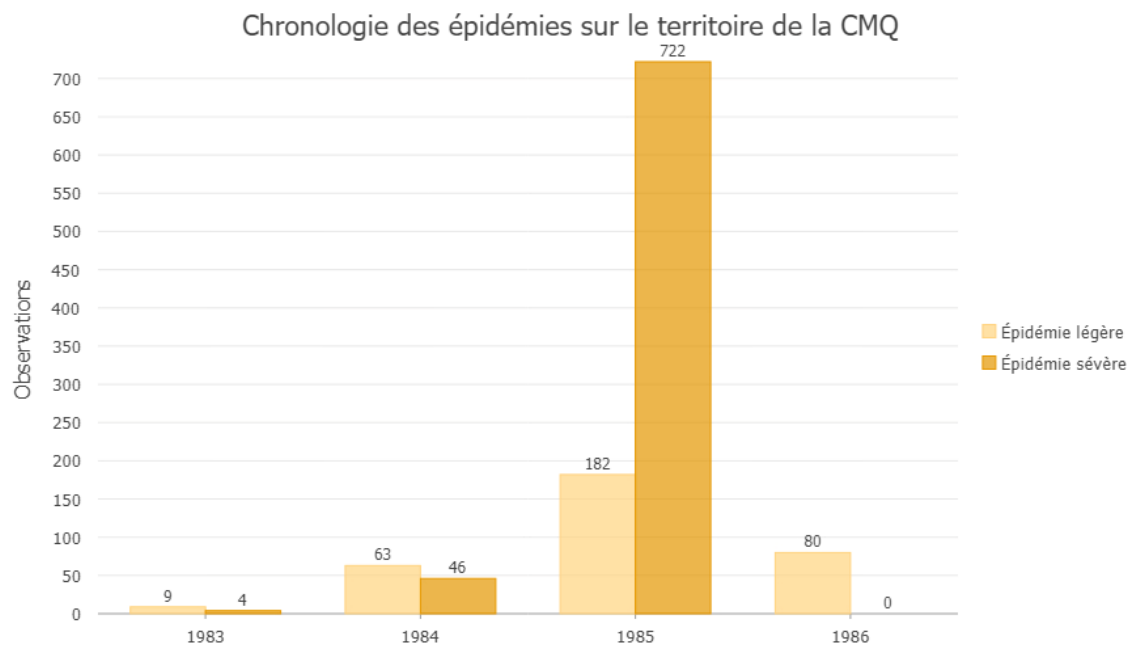
D'après Données Québec (2023), les principaux événements ayant impacté le territoire de la CMQuébec sont les épidémies d'insectes dans les années 1980. Aucun autre type d'évènement climatique impactant les forêts (verglas, vents, etc.) n'est recensé pour ces années.

La plupart des observations d'épidémies ont été faites en 1985, dans la MRC de La Jacques-Cartier (voir figure 6-20 et 6-21). Parmi les épidémies recensées, les épidémies graves, c'est-à-dire comptant plus de 75 % d'arbres morts, peuvent être différenciées des épidémies légères, comptant entre 25 % et 75 % d'arbres morts. Entre les années 1983 et 1986, l'année 1985 est celle où le plus grand nombre d'observations d'épidémies graves a été recensé, soit 318 épidémies graves pour un total de 946 épidémies observées.



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-20 : Données d'épidémies d'insectes affectant la forêt pour les années 1983 à 1986



Source : Données Québec, 2023.

Figure 6-21 : Impact des événements climatiques sur les peuplements forestiers : chronologie des épidémies sur le territoire de la CMQuébec

Bien qu'aucun événement d'épidémie d'insectes ravageurs significative sur les peuplements forestiers n'ait été recensé dans les 25 dernières années, l'agrile du frêne et la maladie hollandaise de l'orme gagnent du terrain, et ce, sur presque tout le territoire urbain.

L'agrile du frêne est un coléoptère originaire d'Asie qui s'attaque aux essences de frêne et est considéré comme une espèce exotique envahissante. Cet insecte a été détecté pour la première fois sur le territoire métropolitain de Québec en 2017, ayant été introduit lors d'échanges commerciaux aux États-Unis. En 2020, des inventaires préliminaires des frênes sur le territoire ont été réalisés dans la Ville de Québec, l'Ancienne-Lorette, la Ville de Lévis, la MRC de La Côte-de-Beaupré et la MRC de La Jacques-Cartier. Selon le rapport de recherche sur l'agrile du frêne pour la CMQ réalisé par l'organisme Jour de la Terre, c'est la Ville de Québec, où se retrouve le foyer d'infestation, qui est le plus durement touché par les ravages de l'agrile du frêne (Jour de la Terre, 2020). En 2022, la Ville de Québec avait abattu plus de la moitié des 12 000 frênes situés en milieu urbain alors qu'en 2023, le tiers des 120 000 arbres situés dans les boisés municipaux ont également été coupés. D'ici 2032, tous les frênes municipaux devraient ultimement être abattus et remplacés (Ville de Québec, s.d.).

La maladie hollandaise de l'orme (MHO), quant à elle, est causée par deux champignons (*Ophiostoma ulmi* et *Ophiostoma novo-ulmi*) et elle s'attaque principalement à l'orme d'Amérique, causant ultimement sa mort. La maladie peut également affecter l'orme rouge, l'orme liège, l'orme champêtre et l'orme de montagne. Le premier cas de la maladie hollandaise a été répertorié à Québec en 1947, à la suite de son introduction en Amérique par le transport de bois d'orme contaminé importé d'Europe (MRNF, s.d.). Cette maladie fongique a conduit à une perte considérable du nombre d'ormes sur le territoire de la CMQ, mais plus particulièrement, dans la Ville de Québec pour qui l'orme est l'emblème arboricole et où chaque année, 70 ormes de la municipalité sont coupés (Radio-Canada, 2018b). La maladie hollandaise de l'orme a également fait des ravages dans la Ville de Lévis, qui a dû abattre un total de 234 arbres publics malades entre 2021 et 2022 (Ville de Lévis, s.d.).

Les impacts liés à l'introduction de l'agrile du frêne et de la dispersion de la maladie hollandaise de l'orme sont nombreux : pertes économiques lourdes (coûts de traitements ou abattage, transport, entreposage, transformation, etc.), impacts socioéconomiques (perte de revenu pour les exploitants forestiers, perte de la valeur foncière des propriétés suite à l'abattage des frênes, incertitude sociale quant à l'utilisation de produits chimiques pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes) et plusieurs impacts environnementaux (augmentation des îlots de chaleur, diminution du contrôle des eaux de ruissellement, diminution de la séquestration du carbone, augmentation de la consommation d'énergie pour les bâtiments, perte de biodiversité, etc.) (Jour de la Terre, 2020).

7. Faits saillants de l'étape 1 et prochaines étapes

Ce rapport est la première étape du diagnostic territorial des vulnérabilités et des risques climatiques de la communauté métropolitaine de Québec. Il a pour but d'établir le contexte en brossant un portrait du territoire, en rapportant l'évolution des conditions météorologiques des 30 dernières années et en mettant en lumière les événements climatiques notables ayant eu lieu depuis les 25 dernières années. Cette étape sert de guide pour les prochaines à réaliser en mettant les bases afin de contribuer à caractériser la vulnérabilité de la région et de définir les enjeux, les opportunités ainsi que les directions possibles et souhaitables à prendre pour une meilleure résilience de la CMQuébec aux multiples défis posés par les changements climatiques.

7.1 Faits saillants

Les faits saillants se divisent en trois parties : les éléments à retenir du portrait du territoire, l'évolution des conditions météorologiques des 30 dernières années et les événements climatiques récents ayant eu un impact notable sur le territoire.

7.1.1 Portrait du territoire

Principal pôle économique à l'est de Montréal, berceau de l'Amérique française, lieu d'affaires et de tourisme d'importance, le contexte socioéconomique du territoire de la CMQuébec est diversifié, avec une population généralement vieillissante, une majorité des emplois se trouvant dans le secteur tertiaire et une majorité de sa population vivant en milieu urbain. Le territoire est cependant diversifié avec des milieux agricoles dynamiques, un couvert forestier important et de nombreux plans d'eau permettant les activités de plein-air. L'agriculture est un secteur important pour la CMQuébec et particulièrement développé du côté de la MRC de l'Île d'Orléans et de la Ville de Lévis, où l'on retrouve les plus grandes superficies cultivées. Plusieurs secteurs d'intérêt écologique ponctuent la zone de Québec et les milieux humides couvrent 8,9 % du territoire métropolitain. On y trouve aussi le front salin, lieu où l'eau douce et saline se mélangent dans le fleuve Saint-Laurent.

Le territoire de la CMQuébec dispose de nombreux lieux collectifs tels que des lieux d'institutions publiques, des centres de santé locaux et régionaux, des centres communautaires et des bibliothèques, en plus de parcs et espaces verts, dont de nombreuses installations sportives réparties sur le territoire. Le réseau routier métropolitain est bien développé, cependant cela est moins le cas pour le réseau cyclable. Les transports collectifs sont développés par des autorités locales, mais la connectivité entre eux est incertaine puisqu'ils ne sont pas chapeautés par une autorité régionale. On trouve également sur le territoire des réseaux ferroviaire, aéroportuaire et portuaire, tous opérés par des entreprises privées.

Au niveau de la production énergétique, on retrouve une infrastructure stratégique en Amérique du Nord sur le territoire : la raffinerie de pétrole située à Lévis. On retrouve également un centre de biométhanisation, des parcs éoliens et des projets urbains de production photovoltaïque. Les infrastructures de distribution hydroélectriques sont cependant les installations prédominantes sur le territoire et qui alimentent la majorité des foyers.

Il y a 10 prises d'eau de surface sur le territoire (rivières et fleuve), le reste étant soit des prises municipales d'eau souterraine ou des puits privés individuels. Une étude a démontré l'existence de vulnérabilités concernant l'accès à l'eau potable, qui n'est pas répartie également sur le territoire, certaines zones étant plus à risque de pénurie que d'autres. Le nombre de déversements des eaux usées est très élevé pour l'Agglomération de Québec et la Ville de Lévis. Pour les autres secteurs, elle est de moyenne à faible. Par ailleurs, certains secteurs n'ont pas de station d'épuration des eaux.

7.1.2 Évolution des conditions météorologiques des 30 dernières années

Dans un objectif d'analyse des conditions climatiques, l'étude d'une unique station météorologique ne pouvait représenter l'ensemble du territoire de la CMQuébec. Par conséquent, plusieurs stations ont été prises en considération afin de dresser un portrait complet. Certains critères ont été retenus pour la sélection des stations, tels que l'accessibilité à des données fiables et suffisamment éloignées dans le temps ainsi que la représentativité

géographique. Après avoir examiné de nombreuses stations du secteur, les stations de l'aéroport international Jean-Lesage de Québec, de Beauséjour et de l'Île d'Orléans ont été retenues pour une analyse plus approfondie.

D'après les analyses, pour les trois stations, le mois le plus chaud est juillet, avec une température moyenne d'environ 20°C. Le mois de juillet est également connu pour être le mois le plus pluvieux avec plus de 120 mm de précipitations, sauf pour la station insulaire, où le mois avec le plus de précipitations est octobre. Pour les trois stations, plus de 1 000 mm de précipitations annuelles sont reçus, dont environ 25 % sous forme solide. Étant donné que les dégels au milieu de l'hiver ne sont pas fréquents, on s'attend à ce qu'un important manteau neigeux fonde au printemps, à partir de la mi-mars. Enfin, il est à noter que la tendance à l'augmentation de la température est observée aux trois stations avec un taux comparable de ~ 0,3°C par décennie.

7.1.3 Événements climatiques récents ayant eu un impact notable sur le territoire

Les événements climatiques notables des 25 dernières années sont associés aux précipitations extrêmes et inondations, aux sécheresses, aux vagues de chaleur, aux tempêtes hivernales, aux vents, aux feux de forêt, aux glissements de terrain, aux espèces exotiques envahissantes et aux ravageurs. Le verglas et la grêle n'ont quant à eux pas affecté de manière notable le territoire de la CMQuébec.

En ce qui a trait aux pluies extrêmes et inondations, depuis les 25 dernières années, une tendance à la hausse des événements de crues importantes est discernable en été et en automne. En plus des inondations printanières, de nombreuses rivières de la région voient leur niveau augmenter en automne, lorsque les précipitations les plus importantes sont attendues. Depuis 1998, 65 événements d'embâcles ont été répertoriés par le ministère de la Sécurité publique du Québec au sein de la CMQuébec. Environ 90 % des embâcles répertoriés entre 1998 et 2022 ont une sévérité qui varie de modéré à normale (menace possible et/ou faible et/ou inexistante à la vie ou à la propriété), avec seulement quatre événements d'ampleur plus importants et extrêmes.

Pour ce qui est des sécheresses et étiages, depuis les 25 dernières années, 35 épisodes de sécheresse ont été recensés avec comme conséquences des chaleurs importantes et un manque de précipitations qui ont particulièrement touché le secteur agricole de la région de la Capitale Nationale entre 2018 et 2021 inclusivement. Pour cette période, la Financière agricole a rapporté une hausse moyenne des indemnités du programme de l'assurance agricole de 450 % par rapport à la période 2011-2017. Les épisodes de sécheresse ont également eu des conséquences en ce qui concerne l'approvisionnement en eau. En effet, certaines composantes de la CMQuébec ont dû, au courant des dernières années, imposer des restrictions quant à l'utilisation de l'eau provenant de leur réseau d'aqueduc. Trois vagues de chaleur sont à noter pour cette période pour l'ensemble du territoire, soit les mois de juillet de 2010, 2013 et 2020.

Du côté des tempêtes hivernales, deux années au cours des 25 dernières ont connu des phénomènes climatiques notables sur le territoire de la CMQuébec : 2019 et 2022. De telles tempêtes hivernales peuvent générer des phénomènes de chablis, cependant, selon les informations disponibles, aucun événement notable de tempête hivernale n'a affecté les peuplements forestiers sur le territoire de la CMQuébec au cours des 25 dernières années. À l'inverse plusieurs phénomènes de vents violents ont causé des chablis, notamment au début des années 2010. L'année 2011 est celle qui compte le plus de chablis, situés principalement dans la Ville de Lévis. Toujours en lien avec les peuplements forestiers, un total de 34 feux de forêt a été recensé entre les années 1982 et 2020 au sein de la CMQuébec. Tous ces événements étaient d'origine humaine et leur superficie moyenne était de 11 ha.

Les glissements de terrain ayant eu lieu au cours des 25 dernières années sont principalement situés le long du fleuve Saint-Laurent, dans la Ville de Lévis et l'Agglomération de Québec. Les événements de sévérité "importante", c'est-à-dire qui constituent une menace importante à la vie ou à la propriété, ont principalement eu lieu dans la Ville de Lévis. De nombreux événements sont aussi recensés dans la MRC de La Côte-de-Beaupré, le long du fleuve, mais aucun n'a une sévérité supérieure à "modérée".

La Ville de Québec est celle qui compte le plus d'espèces exotiques envahissantes, mais il est important de mentionner que les informations proviennent d'une base de données publique collaborative. Concernant les espèces précises observées, les quatre principales sont la renouée du Japon, le roseau commun (ou phragmite), la berce du Caucase et la salicaire commune. Ce sont des espèces exotiques envahissantes très répandues, mais également bien connues du public, et il est donc possible que cela ait influencé le nombre d'observations. Du côté des ravageurs, les principaux événements ayant impacté le territoire de la CMQuébec sont les épidémies d'insectes dans les années 1980. La plupart des observations d'épidémies ont été faites en 1985, dans la MRC de La Jacques-Cartier. Aucun événement d'épidémies d'insectes n'a par contre été recensé dans les 25 dernières années. Toutefois, il est important de

mentionner que l'agrile du frêne et la maladie hollandaise de l'orme gagnent du terrain et continuent de faire des ravages sur presque tout le territoire de la CMQuébec.

7.2 Prochaines étapes

À l'issue de ce travail, l'étape 2 analysera les vulnérabilités aux changements climatiques grâce à trois sous-étapes :

- 1) la modélisation des projections climatiques sur le territoire;
- 2) l'évaluation des impacts potentiels et des capacités d'adaptation;
- 3) l'évaluation des vulnérabilités et opportunités.

Au cours de cette étape, des ateliers de consultation et un sondage seront réalisés auprès des partenaires et acteurs-clés du territoire.

8. Bibliographie

8.1 Intrants fournis par le client (voir section 2.5)

Communauté métropolitaine de Québec

Alliances pour la solidarité – région de la Capitale-Nationale. *Plan de travail 2018-2023*. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2020/08/2020-07_Plan-travail-web.pdf

Beaulieu, J., Dulude, P., Falardeau, I., Murray, S., Villeneuve, C. (2014). *Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec*. Rapport technique. Canards Illimités Canada et Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des Parcs. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2018/11/Rapport_carto_mhs_CMQ.pdf

Bergeron Gagnon Inc. (2012). *Inventaire d'éléments bâtis patrimoniaux supportant l'élaboration de quatre plans directeurs de paysages métropolitains*. Communauté métropolitaine de Québec et Ministère de la Culture et des Communications du Québec. <https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2018/11/resume-diffusion-inventaire-patrimoines-batis-2014-04-02.pdf>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2013a). *Bâtir 2031 : Structurer, attirer, durer : Plan métropolitain d'aménagement et de développement du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ)*. <https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2018/11/pm-pmad-en-vigueur.pdf>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2013b). *Mise en valeur des paysages d'intérêt métropolitain de la Communauté métropolitaine de Québec. Réalisation de 4 plans directeurs de paysages : Diagnostic + Vision*. Version finale, mai 2013.

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2021). *La vision métropolitaine de l'eau. L'eau au cœur des milieux de vie de la Communauté métropolitaine de Québec : un modèle inspirant. Plan d'action 2021-2030*. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2021/08/2021_Vision-Eau_Plan-action-web.pdf

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2021b). *Plan métropolitain d'aménagement et de développement. PMAD révisé – 1^{er} projet. Bâtir ensemble un territoire durable pour 2041*. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2022/03/PMAD-CMQ-revise_1er-projet_2021-06-17_impression.pdf

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2015). *La trame verte et bleue métropolitaine : Organisation et structuration*. <https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2018/11/tvb-organisationstructuration-revise2016-web.pdf>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2015). *Milieux naturels d'intérêt pour la biodiversité sur le territoire de la CMQ*. <https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2018/12/cm-q-milieux-naturels-web.pdf>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2018). *Rapport de suivi du plan métropolitain d'aménagement et de développement*. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2019/03/Rapport_PMAD-Decembre-2018.pdf

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2022a). *PMAD / révisé. Carte 2 Structuration du territoire de la Communauté* [document inédit].

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2022b). *PMAD / révisé. Carte 3 Infrastructures d'interconnexion métropolitaines et interurbaines* [document inédit].

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2022 c). *PMAD / révisé. Carte 4 Réseau cyclable métropolitain* [document inédit].

Da Silva, L., Pineault, K., Rondeau-Genesse, G. (2020). *Vulnérabilité des sources d'approvisionnement en eau potable du territoire de la CMQ face aux changements climatiques*. Ouranos, Montréal. <https://www.ouranos.ca/sites/default/files/2022-07/proj-201419-ge-dasilva-rapportfinal.pdf>

Ouranos (2016). *Bilan hydrologique des rivières Saint-Charles et Montmorency dans un contexte de changements climatiques. Rapport présenté à la Communauté métropolitaine de Québec*. Ouranos, Montréal.

Prud'homme, C., Langlois, C., Dion, G., Rivard, E., Morency, R., Laprise, A. Marchand, K., Pelletier, S., Chouinard, M.-N. (2013). *Mise en valeur des paysages d'intérêt métropolitain de la Communauté métropolitaine de Québec : Réalisation de 4 plans directeurs de paysages : Diagnostic + Vision*. Communauté métropolitaine de Québec,

Ministère de la Culture et des Communications du Québec et Groupe A/Annexe U. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2018/11/Plan_directeurs_paysages_complet.pdf

Université Laval. (2013). *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (PACES-CMQ)*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/PACES/rapports-projets/CMQ/CMQ-synthese-ULAAVAL-201303.pdf>

Wood, S.L.R., Dupras, J., Bergevin, C., Kermagoret, C. (2019). *La valeur économique des écosystèmes naturels et agricoles de la Communauté métropolitaine de Québec et de la Table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent*. Ouranos. <https://www.ouranos.ca/sites/default/files/2022-07/proj-201419-ecobio-dupras-rapportcmq.pdf>

Ville de Québec et de Lévis

Étude de vulnérabilité des sources d'eau potable au fleuve des villes de Québec et de Lévis en regard de la salinité - Rapport de l'étape 1.2 portant sur l'échantillonnage dans le fleuve Saint-Laurent. (2019) Communauté métropolitaine de Québec (CMQ), Ouranos, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Villes de Québec et de Lévis. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2020/01/2019-Rap-revise_Fleuve-salinite_etape-1.2-web.pdf

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2017). *Plan d'action sur la gestion intégrée du Saint-Laurent – Zone de Québec*. <https://cmquebec.qc.ca/actualites/plan-gestion-integree-regional-saint-laurent-zone-de-quebec/>

8.2 Autres références utilisées pour le rapport

Adriano, L. (2019). *New flood research group to help better prepare Quebec*. <https://www.insurancebusinessmag.com/ca/news/catastrophe/new-flood-research-group-to-help-better-prepare-quebec-121061.aspx#:~:text=The%20group%20says%20that%20most%20cities%20in%20Quebec,floods%2C%E2%80%9D%20group%20representative%20Suzanne%20King%20told%20CBC%20News>

AECOM (2020). *Adaptation Project Return on Investment (RoI) Toolkit: Task 2 Data Review and Gap Analysis*. Rapport préliminaire pour DRDC et PSC [document inédit].

Antil, F., Rousselle, J., & Lauzon, N. (2012). *Hydrologie : cheminements de l'eau*. Presses inter Polytechnique.

Arbres Canada. (2018). *La tempête de verglas de 1998 – 20 ans plus tard*. <https://arbrescanada.ca/article/la-tempete-de-verglas-de-1998-20-ans-plus-tard/>

Bakos, K., Felmate, B., Chopik, C., Evans, C. (2022). *Treading Water: Impact of Catastrophic Flooding on Canada's Housing Market*. <https://www.intactcentreclimateadaptation.ca/treading-water-impact-of-catastrophic-flooding-on-canadas-housing-market/>

Berkeley Earth. (2023). *Global Average Temperature 1850-2022*. https://berkeleyearth.org/wp-content/uploads/2023/03/HR_Global_Average.png

Bernier, J. (2023, 6 avril). *Le verglas force une opération de déglacage sur le pont Pierre-Laporte*. *Journal de Québec, TVA-Nouvelles*. <https://www.tvanouvelles.ca/2023/04/06/le-verglas-force-une-operation-de-deglacage-sur-le-pont-pierre-laporte>

Bonikowsky, L.-N., Block, N. (2016). *Tempête de verglas de 1998*. L'encyclopédie Canadienne. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/la-crise-du-verglas-1998>

CBC News. (2019, 2 janvier). *With floods on the rise in Quebec, group looks to better prepare communities*. *CBC*. <https://www.cbc.ca/news/canada/montreal/flooding-quebec-prepare-1.4963293>

Commission de la Capitale nationale du Québec. (2019). *Les caractéristiques distinctives de la capitale nationale*. <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3712414>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2008). *Atlas des unités de paysage de la Communauté métropolitaine de Québec* : <https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2019/02/1IntroMethoFichesUnitesdepaysagesetindexcarto.pdf>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2016). *Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles de la Communauté métropolitaine de Québec (rive-nord) 2016-2021*. <https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2018/11/web-2016-09-07-pmgmr-documentprincipal-complet-1.pdf>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2017). *Trame verte et bleue métropolitaine. Plan d'ensemble des Monts et collines*. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2018/11/2017-04-20_Rapport_CMQ_MontsCollines-VF-web.pdf

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2019). *L'Atlas statistique : Logements privés occupés et types de logements 1991*. <https://www.atlasstat.cmquebec.qc.ca/>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2021a). *Espèces exotiques envahissantes*. <https://cmquebec.qc.ca/especes-exotiques-envahissantes/>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2021 c). *Milieus humides*. <https://cmquebec.qc.ca/milieus-humides/>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2021d). *Atlas périmétropolitain*. <https://www.atlasstat.cmquebec.qc.ca/Atlasterritoireperimetropolitain/>

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2022). *Projet de plan métropolitain de gestion des matières résiduelles (PMGMR) 2024-2031 révisé sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (rive-nord)*. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2022/02/CMQuebec_1er-Projet-PMGMR-2024-2031-reviser.pdf

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). (2023). *1er projet | Plan métropolitain d'aménagement et de développement*. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2023/10/CMQuebec_1er-projet-PMADR_2023-1.pdf

Conseil régional de l'environnement de la région de la Capitale nationale (CRERCN). (2014). *Portrait énergétique de la Capitale-Nationale*. <https://static1.squarespace.com/static/5596a440e4b04990388f0909/t/595f9973e110eb6b01eaf754/1499437435729/Portrait%2Be%CC%81nerge%CC%81tique%2BCapitale-Nationale.compressed.pdf>

Das, A., Rokaya, P., Lindenschmidt, K.-R. (2020). Ice-Jam Flood Risk Assessment and Hazard Mapping under Future Climate. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 146(6). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001178](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001178)

Direction de santé publique du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (DSPublique). (2023). *Faits saillants et recommandations du projet « Mon environnement, ma santé »*. Québec, 46 p. <https://www.ciusss-capitalenationale.gouv.qc.ca/sites/d8/files/docs/SantePublique/Recommandations-2023.pdf>

Données Québec. (2023). *Partenariat Données Québec : Historique des événements de sécurité civile*. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/?organization=misp>

Environnement Canada. (2016). *Données et scénarios climatiques pour le Canada : Synthèse des observations et des résultats récents de modélisation*. https://scenarios-climatiques.canada.ca/files/Climate%20data%20and%20scenarios%20for%20Canada_fre_2016.pdf

Environnement Canada. (2002). *Rapport de données horaires pour le 02 juillet 2002*. https://climat.meteo.gc.ca/climate_data/hourly_data_f.html?hlyRange=1953-01-01%7C2013-10-10&dlyRange=1943-03-01%7C2017-04-28&mlyRange=1943-01-01%7C2012-04-01&StationID=5251&Prov=QC&urlExtension=_f.html&searchType=stnName&optLimit=yearRange&StartYear=1840&EndYear=2022&selRowPerPage=25&Line=5&searchMethod=contains&txtStationName=Quebec&timeframe=1&time=LST&time=LST&Year=2002&Month=7&Day=2#

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). (2017). *Les dix événements météorologiques les plus marquants de 1998*. <https://www.ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=Fr&n=3DED7A35-1#t1>

Fondation Rivières. (2023). *Carte et palmarès des déversements d'eaux usées au Québec*. <https://fondationrivieres.org/nos-actions/carte-palmares-deversements-quebec/>

Forum des élus de la Capitale-Nationale. (2017). *Stratégie de développement des activités agricoles et agroalimentaires de la région de la Capitale-Nationale et de la Ville de Lévis 2017-2025*. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2019/02/2017-09-15_Strategie-agro_web.pdf

GIEC. (2018). Annexe I : Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)]. Dans : *Réchauffement planétaire de 1,5°C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté* [Publié sous la direction de Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. et Waterfield, T.].

Glenn, N., Myre, M. (2022). *Post-flooding community-level psychosocial impacts and priorities in Canada: A preliminary report*. <https://ncceh.ca/documents/evidence-review/post-flooding-community-level-psychosocial-impacts-and-priorities-canada>

Gouvernement du Canada. (2014). *Tropical cyclone season summary : 2011*. <https://www.canada.ca/en/environnement-climate-change/services/hurricane-forecasts-facts/tropical-cyclone-season-summaries/summary-2011.html>

Gouvernement du Canada. (2017a). *Alertes de temps violent d'hiver*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/meteo-saisonniere-dangereuse/temps-violent-hiver.html>

Gouvernement du Canada. (2017b). *Les dix événements météorologiques les plus marquants de 2005 : Année des ouragans, mais pas au Canada*. <https://www.ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=Fr&n=C885C313-1>

Gouvernement du Canada. (2019). *Change in snow*. <https://www.canada.ca/en/environnement-climate-change/services/climate-change/canadian-centre-climate-services/basics/trends-projections/changes-snow.html>

Gouvernement du Canada. (2022). *Stratégie nationale d'adaptation pour le Canada*. <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/strategie-nationale-adaptation/strategie-complete.html>

Gouvernement du Canada. (2023a). *Glossaire*. https://climat.meteo.gc.ca/glossary_f.html

Gouvernement du Canada. (2023f). *Vieux-Québec – 03248*. <https://www.marees.gc.ca/fr/stations/3248>

Gouvernement du Québec. (2023a). *Épidémies d'insectes et maladies des arbres en forêt privée*. <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/forets/proprietaires-forets-privees/epidemie-insectes-maladies-arbres>

Gouvernement du Québec. (2023b). *Vent violent, tornade et ouragan*. <https://www.quebec.ca/secure-situations-urgence/urgences-sinistres-risques-naturels/quoi-faire-avant-pendant-apres-urgence-sinistre/vent-violent-tornade>

Gouvernement du Québec. (2023 c). *Outil cartographique îlots de chaleur au Québec*. IGO2. https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo2/aperçu-qc/?context=inspq&zoom=11¢er=-71.06811,46.8144&invisiblelayers=&visiblelayers=672caf12911ad96666ce8193b8548af6_8cf6745b3f9705cee8b27798df3cb9d8_06006ab230d8b6757b069debc0459a26.f35facadb5c232cc432b90bb6bef7c91

Gouvernement du Québec. (2024). *Faits saillants : 9 juin 2015 : des pluies extrêmes*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/faits-saillants/2015-06-09.htm>

Groupe Conseil Carbone. (2022). *What is Climate Change*. www.globalcarboncouncil.com

Hydro-Québec. (2019). *Installation de nouveaux câbles sous-marins pour l'alimentation de L'Île-d'Orléans*. <https://www.hydroquebec.com/data/projets/ile-d-orleans/pdf/bulletin-info-travaux-avril-2019.pdf>

Hydro-Québec. (2023a). *Bilan des pannes qui ont frappé le Québec durant la période des Fêtes 2022*. Cision <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/bilan-des-pannes-qui-ont-frappe-le-quebec-durant-la-periode-des-fetes-2022-829228461.html>

Hydro-Québec. (2023b). *Transport d'électricité*. <https://www.hydroquebec.com/transenergie/fr/>

Institut de la Statistique du Québec (ISQ). (2016). *Le Québec chiffres en main*. <https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/le-quebec-chiffres-en-main-edition-2016.pdf>

Institut de la Statistique du Québec (ISQ). (2020). *Le Québec chiffres en main*. <https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/le-quebec-chiffres-en-main-edition-2020.pdf>

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2011). *Surveillance des impacts sanitaires des vagues de chaleur au Québec Bilan de la saison estivale 2010*.

https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/1275_survimpactschaleurbilanete2010.pdf

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2013). *Les impacts sanitaires des particules liées aux incendies de forêt*. https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1679_ImpactsSanitParticulesIncendiesForet.pdf

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2001-2010). *Sécheresses*.

<http://www.monclimatmasante.qc.ca/s%C3%A9cheresses.aspx#:~:text=Pour%20simplifier%2C%20le%20groupe%20d%27%C3%A9tude%20des%20s%C3%A9cheresses%20chez,en%20eau%20n%C3%A9cessaires%20%C3%A0%20l%E2%80%99humain%20et%20%C3%A0%20l%E2%80%99environnement.>

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2017). *Évaluation de la performance des avertissements de chaleur extrême émis par le système SUPREME au Québec de 2010 à 2016*.

https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2291_evaluation_performance_avertissement_chaleur_supreme.pdf

INSPQ. (2022). *Surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé au Québec à l'été 2018*.

<https://www.inspq.qc.ca/publications/surveillance-impacts-vagues-chaleur-extreme-sur-sante-quebec-l-ete-2018>

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2023a). *Mon climat, ma santé. Îlots de chaleur*.

<http://www.monclimatmasante.qc.ca/%C3%AEilots-de-chaleur.aspx>

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2023b). *Bilan des impacts des vagues de chaleur extrême sur la mortalité au Québec à l'été 2020 dans un contexte de COVID-19*.

<https://www.inspq.qc.ca/publications/bilan-impacts-vagues-chaleur-extreme-sur-mortalite-quebec-ete-2020-contexte-covid19>

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2023 c). *Surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé du Québec à l'été 2018*.

<https://www.inspq.qc.ca/publications/surveillance-impacts-vagues-chaleur-extreme-sur-sante-quebec-l-ete-2018>

Jasmin, Yves. (2000). *La Presse, 100 ans d'actualités 1900-2000*. La Presse.

Jour de la Terre. (2020). *Rapport de recherche sur l'agrile du frêne et les voies de valorisation potentielles pour la CMQ*.

https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2020/06/Rapport_agrile_frene.pdf

Koenig-Soutière, A., Lelièvre, D. (2018, 22 décembre). Des inondations partout au Québec. *Le Journal de Québec*.

<https://www.journaldequebec.com/2018/12/22/les-rivieres-se-dechainent>

L'encyclopédie canadienne. (2015). *Sécheresse*. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/secheresse>

Lachance, N. (2014, 9 mai). Sauvetage spectaculaire d'une maison inondée. *Le Journal de Montréal*.

<https://www.journaldemontreal.com/2014/05/09/sauvetage-spectaculaire-dune-maison-inondee>

La Financière agricole du Québec (FADQ). (2023). *Régions administratives*.

<https://www.fadq.qc.ca/statistiques/regions-administratives>

Leclerc, M. (2015). *L'embâcle-débâcle d'avril 2014 de la rivière Montmorency : Analyse des données LiDAR : Rapport d'événement*. Rapport de recherche (R1582). INRS, Centre Eau Terre Environnement, Québec.

<https://espace.inrs.ca/id/eprint/2641/1/R001582.pdf>

Leclerc, M. (2017). *Bassin de la chute Montmorency : Analyse des aléas de crue*. Rapport de recherche (1763). INRS, Centre Eau Terre Environnement, Québec. <https://espace.inrs.ca/id/eprint/6821>

La Presse. (2011, 29 août). Le Québec se remet d'Irene, 36 000 foyers sans électricité. La Presse, *La Presse Canadienne*. <https://www.lapresse.ca/international/dossiers/ouragan-irene/201108/29/01-4429894-le-quebec-se-remet-direne-36-000-foyers-sans-electricite.php#:~:text=Environnement%20Canada%20a%20indiqu%C3%A9%20que,%C3%A0%2Dvis%20de%20la%20temp%C3%AAt>

Le Journal de Montréal. (2022, 17 mai). *Après la chaleur, de la grêle tombe au Québec*. *Le Journal de Montréal*. <https://www.journaldemontreal.com/2022/05/17/apres-la-chaleur-de-la-grele-tombe-au-quebec>

Le Journal de Québec. (2014, 18 mai). *Crue historique à Shannon*. Par Catherine Bouchard. <https://www.journaldequebec.com/2014/05/18/crue-historique-a-shannon>

Le Journal de Québec. (2017, 3 novembre). *Des rivières sortent de leur lit dans la région de Québec*. Par Dominique Lelièvre. <https://www.journaldequebec.com/2017/11/03/pluies-abondantes-plusieurs-rivieres-sous-surveillance-dans-la-region-de-quebec>

Le Journal de Québec. (2019, 21 avril). [PHOTOS] Des inondations qui passeront à l'histoire : La Beauce se relève d'une crue qui ne survient qu'une fois aux 100 ans. <https://www.journaldequebec.com/2019/04/21/photos-la-beauce-durement-touchee-par-les-inondations>

La Presse. (2021, 24 août). *La Ville de Québec restreint la consommation d'eau potable*. La Presse Canadienne. <https://www.lapresse.ca/actualites/2021-08-24/la-ville-de-quebec-restreint-la-consommation-d-eau-potable.php>

Le Soleil. (2014, 16 avril). *Lac-Beauport : la rivière Jaune sortie de son lit*. Par Jean-François Néron. <https://www.lesoleil.com/2014/04/16/lac-beauport-la-riviere-jaune-sortie-de-son-lit-a57f36d58a96dcd6e5eab728468a6b1f/>

Le Soleil. (2018, 12 janvier). *Débordement de la rivière Montmorency : soirée tendue dans Beauport*. Par David Rémillard. <https://www.lesoleil.com/2018/01/12/debordement-de-la-riviere-montmorency-soiree-tendue-dans-beauport-4fb295cbcea3491817ffe9d3f0a1c2b5/>

Le Soleil. (2020, 17 juin). *Manque d'eau historique à Québec*. Par Jean-François Néron. <https://www.lesoleil.com/2020/06/17/manque-deau-historique-a-quebec-53be3a9f9df3c8e04bad7fc94cfc922/>

Malavoi, J. R., & Bravard, J. P. (2011). *Éléments d'hydromorphologie fluviale*. Édité par l'Onema (Office national de l'eau et des milieux aquatiques), 2010, 224 p. En ligne sur : <http://www.onema.fr/hydromorphologie-fluviale>. Physio-Géo. Géographie physique et environnement, (Volume 5), 1.

Mayer-Jouanjean, I., Bleau, N. (2018). *Historique des sinistres d'inondations et d'étiages et des conditions météorologiques associées. Rapport présenté à Environnement et Changement climatique Canada, au Gouvernement du Québec et à Ouranos*. Ouranos, Montréal.

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2018). *Carte interactive du cadre écologique de référence du Québec*. <https://services-mddelcc.maps.arcgis.com/apps/PublicInformation/index.html?appid=3a1100cb070f4b9e8f60a41ee1677917>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2021). *Aide-mémoire. Fiche d'identification et délimitation des milieux hydriques*. <https://environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/delimitation.pdf>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023a). *Faits saillants : Crue printanière de 2017 : le plus fort apport en eau potentiel depuis 1974*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/2017/crue-printaniere.htm>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023a). *Faits saillants : Avril 2019 : un apport en eau record à ce stade de la crue printanière et une fonte record toujours en cours*. <https://environnement.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/2019/avril.htm#:~:text=Gonfl%C3%A9%20par%20un%20important%20surplus%20de%20pluie%20%28anomalie.sortir%20de%20son%20lit%2C%20causant%20une%20inondation%20centenaire>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023b). *Faits saillants : Crue printanière 2019 : un apport en eau record en 57 ans au sud-ouest du Québec*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/2019/crue-printaniere.htm#:~:text=Un%20apport%20en%20eau%20record%20en%2057%20ans,2017%2C%20eux%20aussi%20%C3%A0%20l'E%80%99origine%20de%20graves%20inondations>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023 c). *Espèces exotiques envahissantes*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/especes-exotiques-envahissantes/index.asp>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023d). *Conservation des milieux humides et hydriques*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/milieuxhumides.htm>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023e). *Faits saillants*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/index.htm>

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. (2023f). *Atlas hydroclimatique*. (Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ)). <https://www.cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/carte-portrait/index.htm>

Ministère de la Culture et des Communications (MCC). (2013a). *Inventaire du patrimoine bâti de l'île d'Orléans*. <https://www.patrimoine-culturel.gouv.qc.ca/rpcq/detailInventaire.do?methode=consulter&id=453&type=inv>

Ministère de la Culture et des Communications (MCC). (2013b) *Répertoire du patrimoine culturel du Québec. Site patrimonial de la Chute-Montmorency*. <https://www.patrimoine-culturel.gouv.qc.ca/rpcq/detail.do?methode=consulter&id=93580&type=bien>

Ministère de la Culture et des Communications (MCC). (2016). *Plan de conservation du site patrimonial de l'île d'Orléans*. https://www.patrimoine-culturel.gouv.qc.ca/rpcq/document/rpcq_bien_93521_267012.PDF?id=267012

Ministère de la Sécurité publique (MSP). (2008). *Gestion des risques en sécurité civile*. Gouvernement du Québec. [Gestion des risques en sécurité civile \(gouv.qc.ca\)](https://www.gouv.qc.ca/gestion-des-risques-en-securite-civile/)

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). (2021). *Classification écologique du territoire québécois*. https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/inventaire/classification_ecologique_territoire_quebecois.pdf

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). (2022). *Zones de végétation et domaines bioclimatiques du Québec*. https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/FE_zones_vegetation_bioclimatiques_MRNF.pdf

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). (2023a). *Causes, catégories et saison des feux de forêt*. <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/protection-milieu-forestier/gestion-feux-foret/causes-categories-saison-feux-foret/>

Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). (2016-2023). *La tordeuse des bourgeons de l'épinette*. <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/protection-milieu-forestier/protection-forets-insectes-maladies/fiches-insectes/tordeuse-bourgeons-epinette/>

Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). (s.d.). *Maladie hollandaise de l'orme*. <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/protection-milieu-forestier/protection-forets-insectes-maladies/maladies-fiches/maladie-hollandaise-orme/>

Ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD) (2019). *EOD 2017. Enquête Origine-Destination. Région Québec-Lévis. La mobilité des personnes dans la région de Québec-Lévis, volet Enquête-ménages*. Faits saillants, mai 2019. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2019/05/EOD17-faits-saillants_VF.pdf

Ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD) (2023). *Construction du nouveau pont de l'île d'Orléans*. <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/projets-infrastructures/reseau-routier/projets-routiers/capitale-nationale/pont-ile-orleans/Pages/pont-ile-orleans.aspx>

MRC Île-d'Orléans. (2023). *Plan de développement de la zone agricole, Révisé 2023*. http://mrc.iledorleans.com/stock/fra/pdza_mrcio_2023-03-08_version-finale.pdf

Nakonechny, S. (2018). 'I got fooled, basically': Confusion over flood zones leaves Laval man homeless and \$20K in debt. *CBC News*. <https://www.cbc.ca/news/canada/montreal/i-got-fooled-basically-confusion-over-flood-zones-leaves-laval-man-homeless-and-20k-in-debt-1.4656114>

Office national de l'énergie (2018). *Aperçu des raffineries au Canada - Évaluation du marché de l'énergie* : https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/one-neb/NE23-193-2018-fra.pdf

Office québécois de la langue française. (2023). *Verglas*. <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26518644/verglas>

OpenStreetMap. (2019). *Atlas de l'Environnement – CMQ*. <https://www.atlasstat.cmquebec.qc.ca/Atlasenviro/>

Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. (2000). *Dictionnaire de la foresterie*.

Oubennaceur, K., Chokmani, K., Lessard, F., Gauthier, Y., Baltazar, C., Toussaint, J.-P. (2022). Understanding Flood Risk Perception: A Case Study from Canada. *Sustainability*, 14(5) 3087. <https://doi.org/10.3390/su14053087>

Ouranos. (2010). *Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région de l'Estrie*.

Ouranos. (s.d.) *Crues et inondations*. <https://www.ouranos.ca/fr/phenomenes-climatiques/crues-et-inondations>

Parcs éoliens de la Seigneurie de Beaupré. (2020). *Projets des neiges*. <https://www.parcseoliensseigneuriedebeaupre.com/d%C3%A9veloppement>

Pedneault, F. (2022, 23 mai). Voici ce que le « derecho », la tempête d'en fin de semaine, a d'exceptionnel. *24 heures*. <https://www.24heures.ca/2022/05/23/voici-ce-que-le-derecho-la-tempete-den-fin-de-semaine-a-dexceptionnel>

Pelletier, P & Brisson, D. (2014,3 décembre). *Diagnostic des rivières urbaines et inondations* [communication power point]. INFRA, Montréal. https://ceriu.qc.ca/system/files/e1.3_pierre_pelletier_et_denis_brisson.pdf

Perron, L-S. (2015, 6 juillet). *Inondations de 2014 : Québec réclame 21 millions à Ottawa*. La Presse. <https://www.lapresse.ca/actualites/politique/politique-quebecoise/201507/05/01-4883279-inondations-de-2014-quebec-reclame-21-millions-a-ottawa.php>

Peters, D.L., Caissie, D., Monk, W.A., Rood S.B. et St-Hilaire, A. (2016). An ecological perspective on floods in Canada. *Revue canadienne des ressources hydriques*, 41(1-2), 288-306. <https://doi.org/10.1080/07011784.2015.1070694>

Port de Québec (2023). *Accueil*. <https://www.portquebec.ca/>

Potsou, J. (2022, 22 mai). Un rare phénomène météorologique a frappé le Québec. TVA Nouvelles <https://www.tvanouvelles.ca/2022/05/22/un-rare-phenomene-meteorologique-a-frappe-le-quebec>

Prud'Homme, C., et al. (2019). *Le parcours du fleuve – Vision et plan d'ensemble. La trame verte et bleue métropolitaine*. Communauté métropolitaine de Québec et Table de concertation régionale Zone de Québec. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2020/01/2019_Rap-Parcours-fleuve-vf-web.pdf

Radio-Canada (2012, 21 mars). Crue des eaux : des résidents évacués à Beauport. *Radio-Canada*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/554550/inondations-rivieres-mercredi>

Radio-Canada. (2014a, 16 avril). Inondations à Saint-Raymond : « Encore pire qu'il y a deux ans », affirme le maire Dion. *Radio-Canada*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/662998/st-raymond-crue-inondations-mercredi-portneuf>

Radio-Canada. (2014b, 16 avril). Lac-Beauport : la rivière Jaune surprend des dizaines de résidents. *Radio Canada*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/662991/inondations-riviere-lac-beauport-evacuations>

Radio-Canada. (2016, 23 octobre). Des rivières débordent en raison de pluies abondantes. *Radio-Canada* <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/810342/premiere-neige-quebec>

Radio-Canada. (2017, 9 mai). Les inondations de 2017 et de 2011 mises en parallèle. *Radio-Canada*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1032687/inondations-2017-montreal-2011-richelieu-comparaison-maison-evacuations-sinistres-rivieres-eau-niveau-record>

Radio-Canada. (2018a, 15 janvier). *Inondations : des travaux pour défaire l'embâcle sur la rivière Saint-Charles*. Radio-Canada. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1078067/inondations-duberge-les-saules-travaux-riviere-saint-charles>

Radio-Canada. (2018b, 26 juillet). L'arbre emblématique de la Ville de Québec menacé. *Radio-Canada*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1114785/maladie-orme-ville-quebec-vaccin-preventif>

Radio-Canada. (2019, 20 avril). Inondations : des évacuations à Lévis, la Beauvillage menace. Radio-Canada. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1165490/inondations-levis-ouverture-centre-coordination-riviere-beauvillage>

Radio-Canada. (2021, 26 juillet). Un tapis de grêle au Lac-Saint-Jean. *Radio-Canada*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1811780/grele-lac-saint-jean-meteo>

Rémillard, D. (2020, 26 décembre). Un Noël historique dans la région de Québec, des évacuations par centaines. *Radio-Canada*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1759518/inondations-noel-quebec-2020-pluie-records-capitale-nationale>

Revéret, J. P. (2017). *Valeur économique des effets sur la santé de la nature en ville*. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), Québec.

Samaha, S. (2020). L'approche 3-30-300 pour des villes plus saines, plus vertes et plus équitables. Milieux de vie en santé. <https://milieuxdevieensante.org/approche-3-30-300-villes-saines-vertes-equitables/>

Sécurité publique Canada. (2013). *Canadian Disaster Database*. <https://cdd.publicsafety.gc.ca/srchpg-eng.aspx?cultureCode=en-Ca&provinces=11&eventTypes=%27EI%27%2c%27ER%27&normalizedCostYear=1>

Séguin, H. et Marquis, G. et Gauthier, V. (2015). *Le Saint-Laurent, artère pétrolière? Cartographie des risques et des impacts potentiels de la multiplication des projets de transport de pétrole sur les écosystèmes et l'économie du Saint-Laurent*. [Rapport – bilan]

Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) (2023). *Carte interactive du bilan routier 2022*. <https://saaq.gouv.qc.ca/saaq/documentation/bilan-routier/carte-interactive/>

Statistique Canada. (2022). *Série « Perspective géographique », Recensement de la population de 2021, Québec, Province*. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2021/as-sa/fogs-spg/page.cfm?topic=9&lang=F&dguid=2021A000224>

Statistique Canada. (2023). *Profil du recensement, Recensement de la population de 2021 : Tableau de profil : Québec*. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2021/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&SearchText=quebec&DGUIDlist=2021S0503421&GENDERlist=1,2,3&STATISTIClist=1,4&HEADERlist=0>

TCÉnergie (2021). 2021 : Tableau de profil : Québec. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2021/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&SearchText=quebec&DGUIDlist=2021S0503421&GENDERlist=1,2,3&STATISTIClist=1,4&HEADERlist=0>

TCÉnergie (2021). *Gazoduc Trans Québec et Maritimes (Gazoduc TQM)*. <https://www.tcenergie.com/operations/natural-gas/trans-quebec--maritimes-pipeline-tqm/>

The Canadian Press. (2022). Floods, droughts, storms will cost Canadian economy \$139B in next 30 years, report says. *CBC News*. <https://www.cbc.ca/news/business/water-risk-canadian-economy-impact-1.6565523>

Tourisme Chaudière-Appalaches (2023). *Le barrage et la centrale hydroélectrique*. <https://chaudiereappalaches.com/fr/nos-incontournables-de-la-region/parc-des-chutes-de-la-chaudiere/le-barrage-et-la-centrale-hydroelectrique/>

Turcotte, B., Burrell, B. C., Beltaos, S. (2019, 14-16 mai). The Impact of Climate Change on Breakup Ice Jams in Canada: State of Knowledge and research approaches. *20th Workshop on the Hydraulics of Ice Covered Rivers*,

CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment, Ottawa, Ontario, Canada. <https://bpb-ca-c1.wpmucdn.com/scholar.yukonu.ca/dist/c/31/files/2023/01/Turcotte-et-al-2019.pdf> TVA Nouvelles. (2004, 12 juillet). L'heure est au nettoyage dans la région de Québec. *TVA Nouvelles, LCN*. <https://www.tvanouvelles.ca/2004/07/12/lheure-est-au-nettoyage-dans-la-region-de-quebec>

TVA Nouvelles. (2011, 28 août). Irène déferle sur le Québec. *TVA Nouvelles*. <https://www.tvanouvelles.ca/2011/08/28/irene-deferle-sur-le-quebec>

TVA Nouvelles. (2017, 3 novembre). *La rivière Montmorency déborde, des citoyens doivent évacuer*. Par Catherine Bouchard. <https://www.tvanouvelles.ca/2017/11/03/la-riviere-montmorency-deborde-des-citoyens-doivent-evacuer>

Valero (2018). *Pipeline Saint-Laurent*. <https://www.energievalero.ca/fr-ca/Operations/PipelineSaint-Laurent>

Via Rail (2023). *Gare et propriétés*. <https://corpo.viarail.ca/fr/projets-infrastructure/gares-proprietes>

Ville de Lévis. (2016). Plan de développement de la zone agricole (PDZA) constats, diagnostique, hypothèses pour une vision concertée et un plan d'action. <https://www.ville.levis.qc.ca/fileadmin/documents/pdf/developpement/pdza-levis.pdf>

Ville de Lévis. (2023). *Biodiversité*. <https://www.ville.levis.qc.ca/environnement-et-collectes/grands-dossiers/biodiversite/#:~:text=La%20Ville%20travaille%20en%20partenariat,%C3%A9%C3%A9ment%20majeur%20de%20cette%20d%C3%A9marche>

Ville de Lévis. (2023). *Plan de gestion des matières résiduelles 2023-2029. Ville de Lévis et Municipalité de Saint-Lambert-de-Lauzon*. https://www.ville.levis.qc.ca/fileadmin/documents/environnement-collecte/PGMR2023_Portrait-VF.pdf

Ville de Lévis. (s.d.) *Maladie hollandaise de l'orme*. <https://www.ville.levis.qc.ca/environnement-et-collectes/maladie-hollandaise-de-lorme/>

Ville de Québec. (2019). *PRÉVENTION DES INONDATIONS ET DES EMBÂCLES À LA VILLE DE QUÉBEC : Colloque sur la sécurité civile 2019*. Ville de Québec. https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/colloques/2019/bloc4_3_prevention_inondation_quebec.pdf

Ville de Québec. (2023). *Centre de biométhanisation de l'agglomération de Québec*. https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/matieres-residuelles/valorisation_matiere_organiques/

Ville de Québec. (s.d.) *Plan de lutte à la propagation de l'agrile du frêne pour 2018-2019*. <https://www.ville.quebec.qc.ca/docs/actualites/agrile-frene-plan-action-2018-2019.pdf>

Ville de Québec. (s.d.) *Stratégie de conservation de l'eau potable*. https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/environnement/eau/docs/Strategie_EauPotable_v4.pdf

Wolman, M.G. et Miller, J.P. (1960). *Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes*. *Journal of Geology*. 68(1), 54-74.

WSP. (2014). *Rivière Lorette (secteur aval), villes de Québec et de L'Ancienne-Lorette – Révision des cotes de crues. Rapport final de WSP Canada Inc.* à la Ville de Québec. 29 p. https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/propriete/docs/zones_inondables/lorette_aval/rapport_cotes_crues_Lorette_a_val_VQ20140620.pdf

Zone911. (2022, 23 décembre). *Le fleuve déborde, des rues inondées et des voitures submergées dans l'eau. Zone911*. <https://www.zone911.com/divers/33764-le-fleuve-deborde-des-rues-inondees-et-des-voitures-submerges-dans-l-eau>

À propos d'**AECOM**

Société de services-conseils en infrastructures de renommée mondiale, AECOM exécute des services professionnels couvrant tout le cycle de vie des projets, de la consultation à la construction, en passant par la planification, la conception, l'ingénierie et la gestion de programmes. Dans le cadre de projets de marchés aussi variés que le transport, le bâtiment, l'eau, les nouvelles énergies et l'environnement, nos clients des secteurs public et privé nous font confiance pour résoudre les problèmes les plus complexes. Grâce à notre expertise technique et numérique inégalée, à une culture d'équité, de diversité et d'inclusion et à un engagement en faveur de priorités environnementales, sociales et de gouvernance, nos équipes visent un même but : offrir un monde meilleur. Les services professionnels d'AECOM, une entreprise du *Fortune 500*, ont enregistré des revenus de près de 14,4 milliards de dollars américains durant l'exercice financier 2023.

Découvrez de quelle manière nous transmettons un héritage durable aux générations à venir sur [aecom.com](https://www.aecom.com) et [@AECOM](https://www.aecom.com).

AECOM
85, rue Sainte-Catherine Ouest
Montréal (Québec) H2X 3P4

Tél. : 514 287-8500
Téloc. : 514 287-8600

[aecom.com/ca/fr](https://www.aecom.com/ca/fr)

 [aecom.com/ca](https://www.aecom.com/ca)