

ANALYSE DE LA CONNECTIVITÉ ÉCOLOGIQUE SUR LE TERRITOIRE DE LA CMQ ET DE LA TCRQ

Résumé

Novembre 2018

LA TRAME VERTE ET BLEUE MÉTROPOLITAINE

TCRQ TABLE DE CONCERTATION RÉGIONALE ZONE DE QUÉBEC

Communauté métropolitaine de Québec

Ce document est un résumé de l'étude suivante :

CIMA+, 2018. *Analyse de la connectivité écologique sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) et de la Table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent (TCRQ).* Rapport préparé pour la Communauté métropolitaine de Québec de 64 pages plus les annexes.

Équipe de réalisation

CMQ

Chargée de projet et rédaction du résumé
Marianne Thibault, urbaniste
Conseillère à l'aménagement du territoire

Responsable de projet
Carole Beauregard, urbaniste
Coordonnatrice à l'aménagement du territoire

CIMA+

Directeur de projet
Christian Gagnon, B. Sc. Biologie

Chargé de projet Géomatique, rédaction
Jean-François Labelle, B. Sc. Biologie et M. Sc. géographie

Rédaction
Goulwen Dy, M. Sc. Biologie
Jean-François Labelle, B. Sc. Biologie et M. Sc. géographie

COMITÉ DE TRAVAIL INTERNE

Alexandre Bélanger
conseiller en environnement

Anthony Kish
Conseiller à la gestion intégrée du Saint-Laurent

Bruno Labonté
Coordonnateur à la géomatique

François Morneau
coordonnateur du plan d'action pour la protection des prises d'eau municipales

Chantal Prud'Homme
conseillère senior en paysages

Steeve Tremblay
Technicien en géomatique

COMITÉ DE TRAVAIL EXTERNE

Catherine Bergeron
Directrice du service d'aménagement du territoire
MRC de Bellechasse

Anne-Marie Cantin
Conseillère en environnement
Ville de Québec

Annie Caron
Urbaniste
Ville de Québec

Julie Deslandes
Géomaticienne
Ville de Québec

Jean-François Guillot
Responsable de l'aménagement du territoire et directeur général adjoint
MRC de La Côte-de-Beaupré

Mylène Légère
Aménagiste-géomaticienne
MRC de La Côte-de-Beaupré

Simon Lemieux
Responsable de l'aménagement du territoire
MRC de L'Île-d'Orléans

Isabelle Peltier
Conseillère en environnement
Ville de Lévis

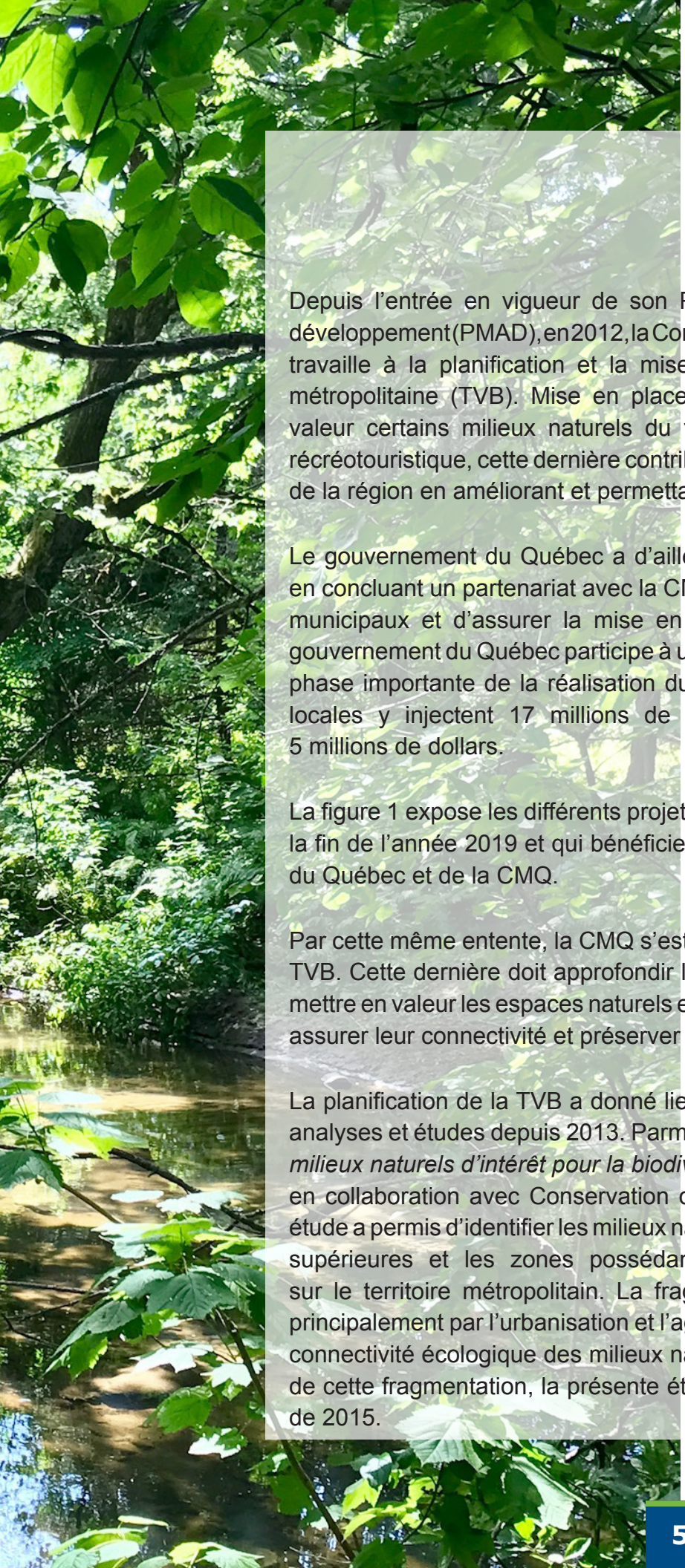
Marysela Rubiano
Conseillère en environnement
Ville de Québec

Nicolas Talbot
Coordonnateur à l'aménagement du territoire
MRC de La Jacques-Cartier

Table des matières

Contexte	**5**
Mandat	**7**
Connectivité écologique	**8**
Méthode	**10**
Analyse de la connectivité écologique	**12**
Enjeux de conservation et options de mise en œuvre	**27**
Conclusion	**28**
Références	**29**
Annexe 1	**30**
Annexe 2	**31**





Contexte

Depuis l'entrée en vigueur de son Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD), en 2012, la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) travaille à la planification et la mise en œuvre de la Trame verte et bleue métropolitaine (TVB). Mise en place dans le but de préserver et mettre en valeur certains milieux naturels du territoire et de développer leur potentiel récréotouristique, cette dernière contribue à la qualité de vie des 800 000 citoyens de la région en améliorant et permettant l'accès à ces milieux.

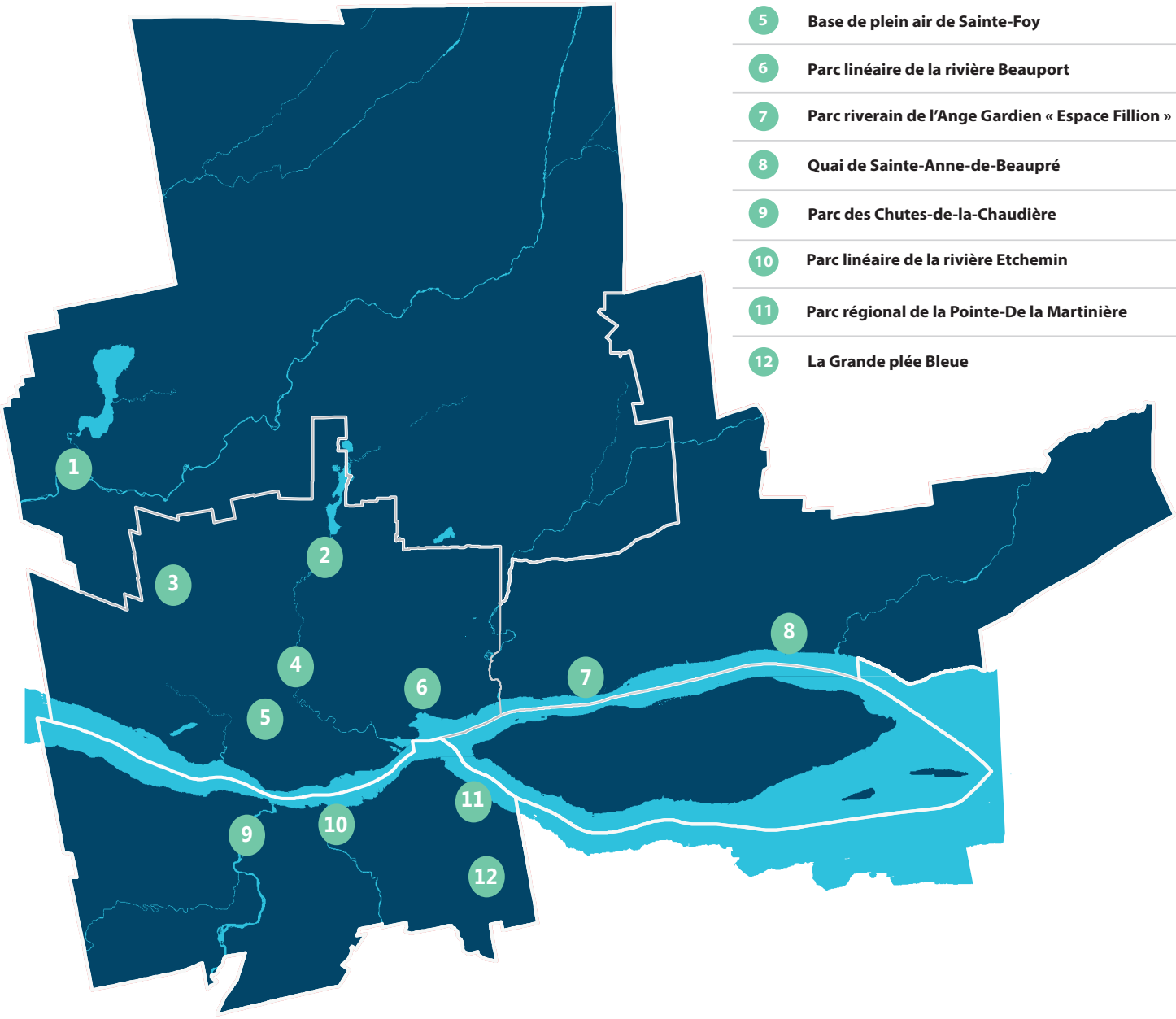
Le gouvernement du Québec a d'ailleurs appuyé cette volonté en mars 2013, en concluant un partenariat avec la CMQ pour permettre de financer des projets municipaux et d'assurer la mise en place de la TVB. Par cette entente, le gouvernement du Québec participe à une hauteur de 10 millions de dollars à cette phase importante de la réalisation du PMAD. Pour leur part, les municipalités locales y injectent 17 millions de dollars, alors que la CMQ y consacre 5 millions de dollars.

La figure 1 expose les différents projets qui doivent être complétés au plus tard à la fin de l'année 2019 et qui bénéficient d'une aide financière du gouvernement du Québec et de la CMQ.

Par cette même entente, la CMQ s'est engagée à réaliser une planification de la TVB. Cette dernière doit approfondir la réflexion amorcée au PMAD de façon à mettre en valeur les espaces naturels et récréotouristiques d'intérêt métropolitain, assurer leur connectivité et préserver la biodiversité.

La planification de la TVB a donné lieu à la réalisation de diverses démarches, analyses et études depuis 2013. Parmi celles-ci, mentionnons l'*Identification des milieux naturels d'intérêt pour la biodiversité sur le territoire de la CMQ*, réalisée en collaboration avec Conservation de la nature Canada (CMQ, 2015). Cette étude a permis d'identifier les milieux naturels présentant des valeurs écologiques supérieures et les zones possédant une grande richesse de biodiversité sur le territoire métropolitain. La fragmentation des milieux naturels, causée principalement par l'urbanisation et l'agriculture, y a également été constatée. La connectivité écologique des milieux naturels permettant d'amoindrir les impacts de cette fragmentation, la présente étude s'inscrit donc en continuité de l'étude de 2015.

Figure 1 : Les 12 projets municipaux de la Trame verte et bleue



1. Raccordement du Chemin de La Liseuse et de la Vélopiste Jacques-Cartier-Portneuf
2. Parc riverain du Château-d'Eau
3. Parc naturel du mont Bélair
4. Parc linéaire de la rivière du Berger
5. Base de plein air de Sainte-Foy
6. Parc linéaire de la rivière Beauport
7. Parc riverain de l'Ange Gardien « Espace Fillion »
8. Quai de Sainte-Anne-de-Beaupré
9. Parc des Chutes-de-la-Chaudière
10. Parc linéaire de la rivière Etchemin
11. Parc régional de la Pointe-De la Martinière
12. La Grande plée Bleue



Mandat

La Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) a donné le mandat à la firme CIMA+ de réaliser l'analyse et la caractérisation de la connectivité écologique sur son territoire et celui concerné par la Table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent – Zone de Québec (TCRQ).

Les résultats de cette étude pourront être utilisés comme base de connaissances, en complément d'autres données et outils de planification du territoire, dans le cadre de différents dossiers d'ordre métropolitain ou local. En effet, ce type d'information peut être utile relativement à la protection des milieux naturels et de la biodiversité, au développement de la Trame verte et bleue métropolitaine ou encore au plan de gestion intégrée du fleuve Saint-Laurent – région de Québec. De même, les résultats obtenus peuvent servir d'outil d'aide à la décision à l'échelle des MRC ou des municipalités.

Il est important de noter que les corridors écologiques identifiés dans cette étude ne doivent pas nécessairement être appliqués tels quels; une adaptation à la réalité locale serait pertinente pour optimiser le tracé des corridors en considérant la planification du territoire à cette échelle ainsi que d'autres éléments contextuels.

Connectivité écologique

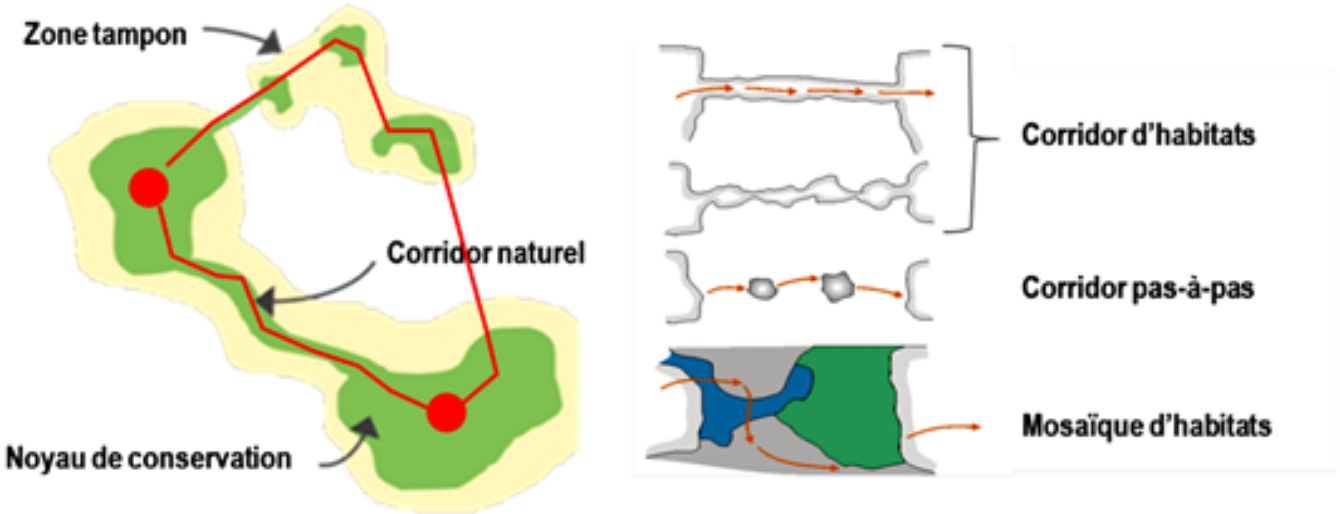
La connectivité écologique réfère au degré de connexion entre les divers milieux naturels au sein d'un territoire, en ce qui concerne leurs composantes, leur répartition spatiale et leurs fonctions écologiques. Elle permet de contrer en partie les impacts de la fragmentation des milieux naturels en assurant la préservation de la faune et de la flore, et par le fait même, la protection de la biodiversité.

Selon le Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec (CRECQ, 2014), la connectivité écologique est « représentée par un réseau écologique composé de différents éléments abiotiques ou biotiques et de milieux naturels ou semi-naturels présents au sein d'un même paysage. Ce réseau cohérent et interconnecté inclut des noyaux de conservation, des zones tampons et des corridors naturels spatialement définis et gérés, dans le but de maintenir ou de restaurer les processus écologiques, de manière à conserver la biodiversité et à favoriser l'utilisation durable des ressources naturelles ».

La figure 2 présente un exemple théorique de réseau écologique ainsi que trois exemples de configuration de corridors naturels, soit les corridors d'habitats, les corridors pas-à-pas et la mosaïque d'habitats. Pour les besoins de l'étude, l'appellation « noyau de conservation » a été remplacée par « pôle de connectivité ».

Figure 2 : Structure théorique d'un réseau écologique

SCHÉMA D'UN RÉSEAU ÉCOLOGIQUE	CONFIGURATION DE CORRIDORS NATURELS



Adapté du CRECQ (2014)

2 types de connectivité écologique*

CONNECTIVITÉ FONCTIONNELLE

Degré selon lequel le paysage permet le déplacement d'une espèce ciblée ou le déroulement d'un processus écologique dans la mesure où toutes les autres conditions sont rencontrées. Elle s'intéresse plus spécifiquement au maintien des populations fauniques et floristiques (déplacement, adaptation aux changements climatiques, protection de l'habitat d'espèces en situation précaire, etc.).

CONNECTIVITÉ STRUCTURELLE

Degré selon lequel les composantes naturelles d'un paysage sont physiquement reliées entre elles, selon un objectif donné, sans nécessairement contribuer au déplacement des espèces. Elle s'étudie notamment par la contribution et/ou restauration des services écologiques (diminution de l'érosion éolienne et/ou hydrique, esthétique du paysage, diminution des îlots de chaleur, aménagement écosystémique, etc.).

Par la présente démarche, la CMQ a voulu connaître la connectivité écologique structurelle de son territoire. Plus précisément, l'objectif recherché par ce type de connectivité consiste à maintenir et/ou à restaurer les services écologiques rendus par les processus écologiques des milieux naturels, tels que la régulation du climat, la purification de l'eau, l'approvisionnement en nourriture et en eau douce ou le potentiel récréatif et touristique.

* CRECQ, 2014

Méthode

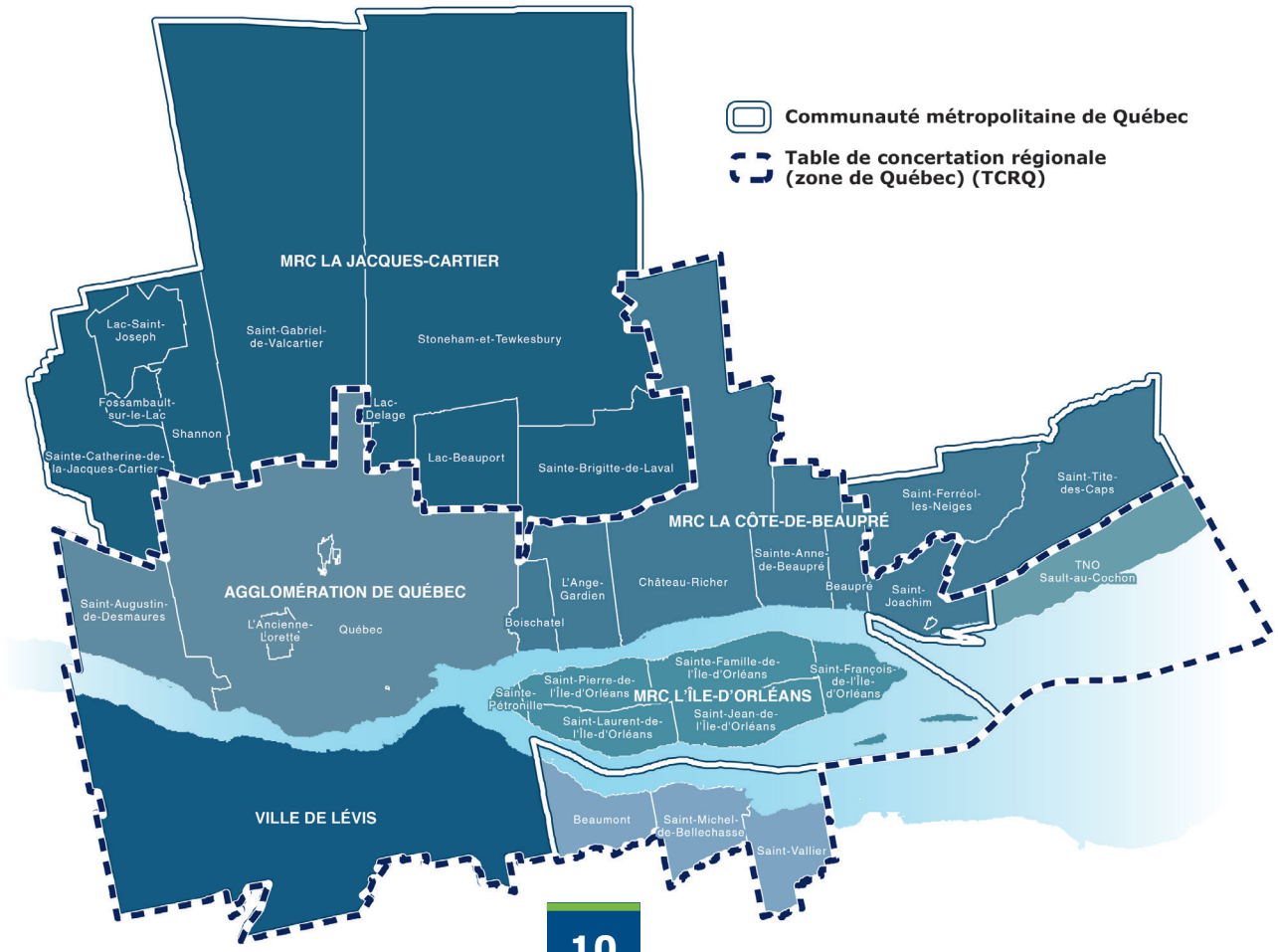
Le projet vise à identifier et à caractériser des corridors écologiques répondant aux enjeux de connectivité structurelle et visant à favoriser la conservation d'une trame de milieux naturels en lien avec les services écologiques qu'ils procurent.

Zone d'étude

Le territoire à l'étude illustré à la figure 3 correspond :

- À celui de la CMQ, qui comprend l'Agglomération de Québec, la Ville de Lévis et les MRC de la Jacques-Cartier, de la Côte-de-Beaupré et de L'Île-d'Orléans;
- Au territoire non organisé (TNO) de Sault-au-Cochon;
- Aux trois municipalités de la MRC de Bellechasse qui sont riveraines au fleuve soit : Beaumont, Saint-Michel-de-Bellechasse et Saint-Vallier.

Figure 3 : Carte de la zone d'étude



Une démarche suivie par un comité de travail

Afin de guider le projet, la CMQ a mis sur pied un comité consultatif formé d'un représentant de chacune de ses composantes ainsi que d'un représentant de la MRC de Bellechasse, permettant de mieux cibler les besoins et les objectifs à l'échelle du territoire d'application. Ce comité fut élargi à quelques occasions aux professionnels de la CMQ afin de s'assurer d'une cohérence avec les autres dossiers de l'organisation.

Une méthode appuyée sur la géomatique…

La méthode d'identification des corridors écologiques est basée sur l'utilisation d'outils géomatiques. Sur la base d'une analyse comparative de trois logiciels permettant d'évaluer la connectivité écologique d'un territoire, le logiciel LinkageMapper a été retenu particulièrement en raison d'un plus grand nombre de liens modélisés et de la possibilité d'obtenir différents niveaux de corridors selon les valeurs de la matrice résultante de l'analyse.

… sur la recherche

Une analyse de démarches comparables ainsi qu'une revue de littérature ont permis d'identifier les critères d'analyse à la base des différents indices élaborés et de l'identification des corridors écologiques. Ces critères ont été sélectionnés en considérant leur contribution aux principaux services écologiques correspondant aux enjeux et aux dossiers régionaux en termes d'aménagement et développement durable du territoire.

et sur les priorités régionales.

Les catégories de services écologiques sélectionnées pour l'analyse de la connectivité l'ont été en fonction d'enjeux et dossiers régionaux en termes d'aménagement et de développement durable du territoire de la CMQ :

1. Protection de la biodiversité;
2. Protection de la qualité de l'eau de surface et souterraine
3. Valorisation des paysages et des activités récréatives.

Ces services écologiques et les critères d'analyse qui en découlent ont été discutés en rencontres et ont fait l'objet d'un questionnaire acheminé aux comités interne et externe afin d'identifier les critères importants et d'évaluer leur poids dans l'analyse.

Analyse de la connectivité écologique

Étapes de réalisation

1. **Élaboration des indices de qualité des milieux naturels selon les services écologiques**
2. **Identification des pôles de connectivité**
3. **Analyse géomatique de modélisation des corridors**
4. **Optimisation et caractérisation des corridors écologiques**

Étape 1

Élaboration des indices de qualité des milieux naturels selon les services écologiques

La connectivité structurelle vise à favoriser la conservation d'une trame de milieux naturels connectés en lien avec les services écologiques qu'ils procurent. Ces services résultent des processus écologiques qui se produisent dans les écosystèmes et dont bénéficient directement ou indirectement les humains (Limoges, 2009). Ces derniers sont regroupés en quatre catégories que sont : les services de régulation, les services d'approvisionnement, les services ontogéniques et les services socioculturels.



Services de régulation

Profitent indirectement aux humains en contrôlant certains paramètres environnementaux tels que le débit des rivières ou la qualité de l'air. Ces services permettent d'éviter bien des désastres naturels.

EXEMPLES

Régulation du climat, réduction des maladies, purification de l'eau et de l'air, contrôle de l'érosion et des inondations, pollinisation, dispersion des semences



Services ontogéniques

Le terme « ontogénique » qualifie ce qui est relatif au développement de l'individu depuis la fécondation jusqu'à l'âge adulte. Un premier service que serait lié au développement du système immunitaire, qui serait renforcé lorsqu'il est en contact, durant l'enfance, avec une variété d'organismes.

EXEMPLES

Développement du système immunitaire, épanouissement humain

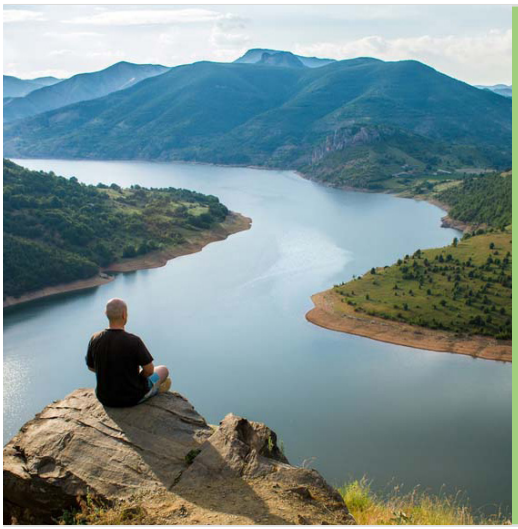


Services d'approvisionnement

Fournissent des biens dont les humains peuvent se nourrir ou faire usage pour répondre à leurs besoins en matière de santé, d'abri, de divertissement, etc..

EXEMPLES

Nourriture, eau douce, combustible, fibre, espèces ornementales, animaux de compagnie, éléments biochimiques, ressources génériques



Services socioculturels

Procurent des bénéfices non matériels. Intangibles, ils incluent l'expérience spirituelle, le plaisir associé à des activités récréatives ou culturelles, ainsi que la valeur pédagogique offerte par la nature. Un des plus connus est le potentiel récréotouristique qui fournit un espace et un décor pour les activités de plein air.

EXEMPLES

Spiritualité, récréation et tourisme, esthétisme, éducation et inspiration, sens d'appartenance, patrimoine culturel

La plupart de ces services écologiques sont difficilement évaluables et quantifiables à partir des données sources utilisées dans le cadre du présent mandat. Considérant ces limites méthodologiques, trois principales catégories de services écologiques basées sur les priorités régionales ont été retenues pour l'élaboration de la matrice de résistance.

Les catégories de services écologiques retenues sont :

- La protection de la biodiversité;
- La protection de la qualité de l'eau de surface et souterraine;
- La valorisation des paysages et des activités récréatives.

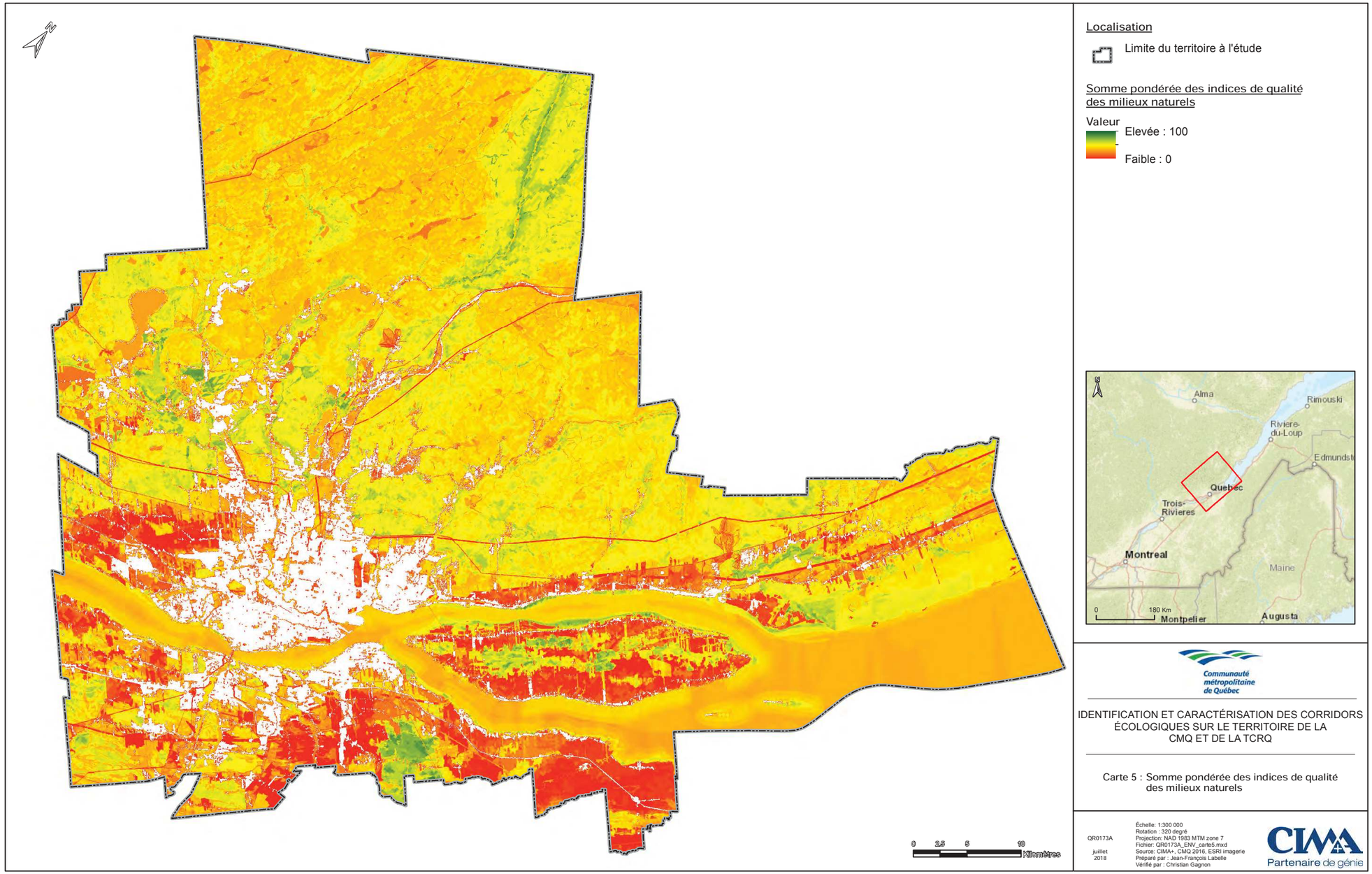
Une matrice de résistance est nécessaire afin d'identifier les corridors écologiques. Cette matrice se base d'abord sur l'élaboration d'un indice de qualité des milieux naturels (IQMN). Cet indice a été déterminé selon une approche multicritère et vise à quantifier la contribution des milieux naturels aux services écologiques sélectionnés pour cette étude. Un IQMN a donc été élaboré pour chacune des trois catégories de services écologiques que sont la biodiversité, la qualité de l'eau de surface et souterraine, ainsi que pour les paysages et les activités récréatives.

Pour la suite de l'analyse, un poids relatif a été attribué aux trois IQMN ainsi qu'aux critères qui les composent. Pour ce faire, un sondage basé sur la méthode AHP (Analytic Hierarchy Process) (Saaty, 1980), a été transmis aux comités de travail interne et externe de la CMQ. Le résultat de ce sondage a permis d'évaluer l'importance relative de chacun des critères ainsi que des trois IQMN et de leur octroyer un poids relatif (voir annexe 1).

Le pointage établi par sondage pour chaque catégorie et chacun des critères était nécessaire pour le calcul de l'IQMN général, soit la somme pondérée des trois IQMN (biodiversité, qualité de l'eau et paysages et activités récréatives). Ce résultat sera ensuite utilisé comme intrant principal pour l'élaboration de la matrice de résistance et de la modélisation des corridors. La somme pondérée des indices de qualité des milieux naturels est présentée à la figure 4.



Figure 4 : Somme pondérée des indices de qualité des milieux naturels



Localisation

Limite du territoire à l'étude

Somme pondérée des indices de qualité des milieux naturels

Valeur

Elevée : 100

Faible : 0

Communauté métropolitaine de Québec

IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES CORRIDORS ÉCOLOGIQUES SUR LE TERRITOIRE DE LA CMQ ET DE LA TCRQ

Carte 5 : Somme pondérée des indices de qualité des milieux naturels

QR0173A

juillet 2018

Échelle: 1:300 000
Rotation : 320 degré
Projection: NAD 1983 MTM zone 7
Fichier: QR0173A_ENV_carte5.mxd
Source: CIMA+, CMQ 2016, ESRI imagerie
Préparé par : Jean-François Labelle
Vérifié par : Christian Gagnon

CIMA+ Partenaire de génie

Étape 2
Identification des pôles de connectivité

Les pôles de connectivité doivent être identifiés avant de démarrer le processus de sélection des corridors écologiques, qui s'étendent d'un pôle de connectivité à un autre. Selon la méthode retenue, leur contour peut être délimité de manière visuelle (parcs régionaux, aires protégées, etc.) ou bien dépendamment des résultats d'une analyse multicritère, tel que l'indice de qualité des milieux naturels (CRECQ, 2014).

La présente étude a préconisé l'identification des corridors à partir des objectifs de la Trame verte et bleue métropolitaine, soit la mise en valeur et la conservation de milieux naturels d'intérêt, et des efforts régionaux de protection des sources d'eau en valorisant la conservation des milieux naturels dans les bassins de prises d'eau potable. Le choix des pôles de connectivité s'est alors basé, dans un premier temps, sur le schéma d'organisation de la Trame verte et bleue métropolitaine pour identifier les parcs et espaces naturels d'intérêt métropolitain. Le contour de ces pôles a été bonifié selon les résultats de la somme des IQMN afin d'obtenir une délimitation basée sur l'étendue des milieux naturels.

Des pôles de connectivité secondaires ont été ajoutés aux pôles principaux. Ces derniers ont été identifiés à partir des outils de planification locaux des municipalités et des MRC ou bien parce qu'ils se démarquaient par un indice de qualité des milieux naturels élevé. Les niveaux de hiérarchisation des pôles qui ont servi à structurer la trame des corridors écologiques sont présentés au tableau 1 :

Tableau 1 : Niveaux de hiérarchisation des pôles qui ont servi à structurer la trame des corridors écologiques

Niveaux	Méthode d'identification	Exemples
1	Parcs naturels d'intérêt métropolitain (TVB)	• Parc national de la Jacques-Cartier • Grande plée Bleue • Parc du Mont Sainte-Anne
2A	Autres parcs ou secteurs de conservation valorisés par les composantes	• Corridor rivière Sainte-Anne • Affectation conservation MRC IO • Parc linéaire rivière Saint-Charles
2B	Secteurs se démarquant par un indice de qualité des milieux naturels élevé	• Complexes de milieux humides • Tourbières

La sélection des pôles de connectivité a été soumise au comité de travail de la CMQ, pour approbation, avant de démarrer les étapes techniques en géomatique devant mener à l'identification des corridors écologiques. La liste est présentée en annexe 2.

Étape 3

Analyse géomatique de modélisation des corridors

Les étapes géomatiques suivantes ont été nécessaires au calcul des différents indices ainsi que pour la modélisation des corridors:

1. **Mise à jour de la cartographie d'occupation du sol et des milieux naturels.**
2. **Élaboration d'un ensemble de géotraitements pour chacun des critères nécessaires au calcul des IQMN.**
3. **Transformation des valeurs en format matriciel, où chaque pixel prend le pointage associé aux milieux naturels pour un critère donné. Dans le cadre de cette étude, des pixels de 30 m x 30 m ont été utilisés.**
4. **Calcul de chacun des IQMN en combinant l'ensemble des fichiers matriciels pour chacun des critères respectifs.**
5. **Élaboration de la matrice de résistance à partir de la sommation des IQMN. Dans ce cas, la résistance est inversement proportionnelle à la matrice de sommation des indices.**
6. **Modélisation des corridors à l'aide du logiciel Linkage Mapper. Le paramétrage a été choisi afin d'optimiser le tracé des corridors dans l'étape subséquente.**

Étape 4

Optimisation et caractérisation des corridors écologiques

Optimisation des corridors

Le résultat brut du logiciel de connectivité produit une carte avec une multitude de corridors, qui nécessite un traitement particulier afin de cibler les corridors optimaux. L'objectif de cette optimisation consiste à obtenir un seuil de réussite à partir duquel un corridor est accepté. Pour y parvenir, il est nécessaire d'isoler la classe optimale et de fixer une valeur seuil de réussite. Cette étape a été effectuée à l'aide de la méthode des bris naturels, dont ont résulté 20 classes de valeurs afin de former un tracé optimal :

- Le chemin de moindre coût correspond au tracé linéaire passant par les pixels de meilleures valeurs;
- Les classes 1 à 4 composent les corridors de moindre coût;
- Les classes 1 à 20 correspondent au potentiel d'élargissement complet des corridors.

Les corridors ont par la suite été présentés aux membres du comité afin d'y apporter des ajustements à certains endroits, en fonction des contextes particuliers au niveau territorial. De façon générale, les membres du comité ont identifié les chemins de moindre coût qui traversent un milieu fortement urbanisé et sur une portion importante du tracé. Par contre, lorsque la distance à franchir en milieu urbanisé était plus courte, le tracé a été conservé afin de relier les milieux naturels suivant la méthode des pas-à-pas. Les membres du comité ne devaient pas considérer la planification du territoire dans cette démarche.

Lorsque possible, les membres du comité ont proposé des tracés de substitution aux corridors supprimés. Par contre, les tracés de remplacement devaient se retrouver à l'intérieur des limites du potentiel d'élargissement des corridors déjà établi. Certains membres du comité se sont abstenus d'apporter des modifications à la carte originale, préférant conserver la proposition intacte.

En somme, il fut convenu que le tracé des corridors ne doit pas nécessairement être appliqué tel quel. Il sera idéalement adapté aux réalités locales ainsi qu'aux enjeux de conservation et de mise en œuvre. L'échelle métropolitaine utilisée, la tenure des terres, les plans d'urbanisme, les contraintes et la planification du territoire ne sont pas intégrés à la modélisation et ces éléments viennent limiter l'application des résultats.

Les représentants des MRC et des municipalités sont les intervenants les mieux placés pour effectuer le travail d'ajustement final des corridors afin de les adapter à leur échelle d'application et de leurs orientations. Une optimisation en tenant compte de la tenure des terres, des objectifs de développement, du périmètre urbain et de l'affectation du territoire sera nécessaire.

Les cartes produites après l'optimisation des corridors sont présentées aux figures suivantes :

- Figure 5 : Résultat de la modélisation des corridors de moindre coût après optimisation
- Figure 6 : Potentiel d'élargissement des corridors

Caractérisation des corridors

La caractérisation des corridors écologiques a été effectuée à partir des tracés optimisés et des indices de qualité des milieux naturels (IQMN) calculés lors de l'étape précédant la modélisation finale.

Ainsi, pour chacun des 40 corridors retenus, une fiche synthèse a été produite et résume le parcours suivi et la contribution pour chacun des IQMN (biodiversité, qualité de l'eau, paysage et activité récréative), le long du chemin de moindre coût. Ces fiches sont présentées à l'annexe E de l'étude de CIMA+ (2018).



Figure 5 : Résultat de la modélisation des corridors de moindre coût après optimisation

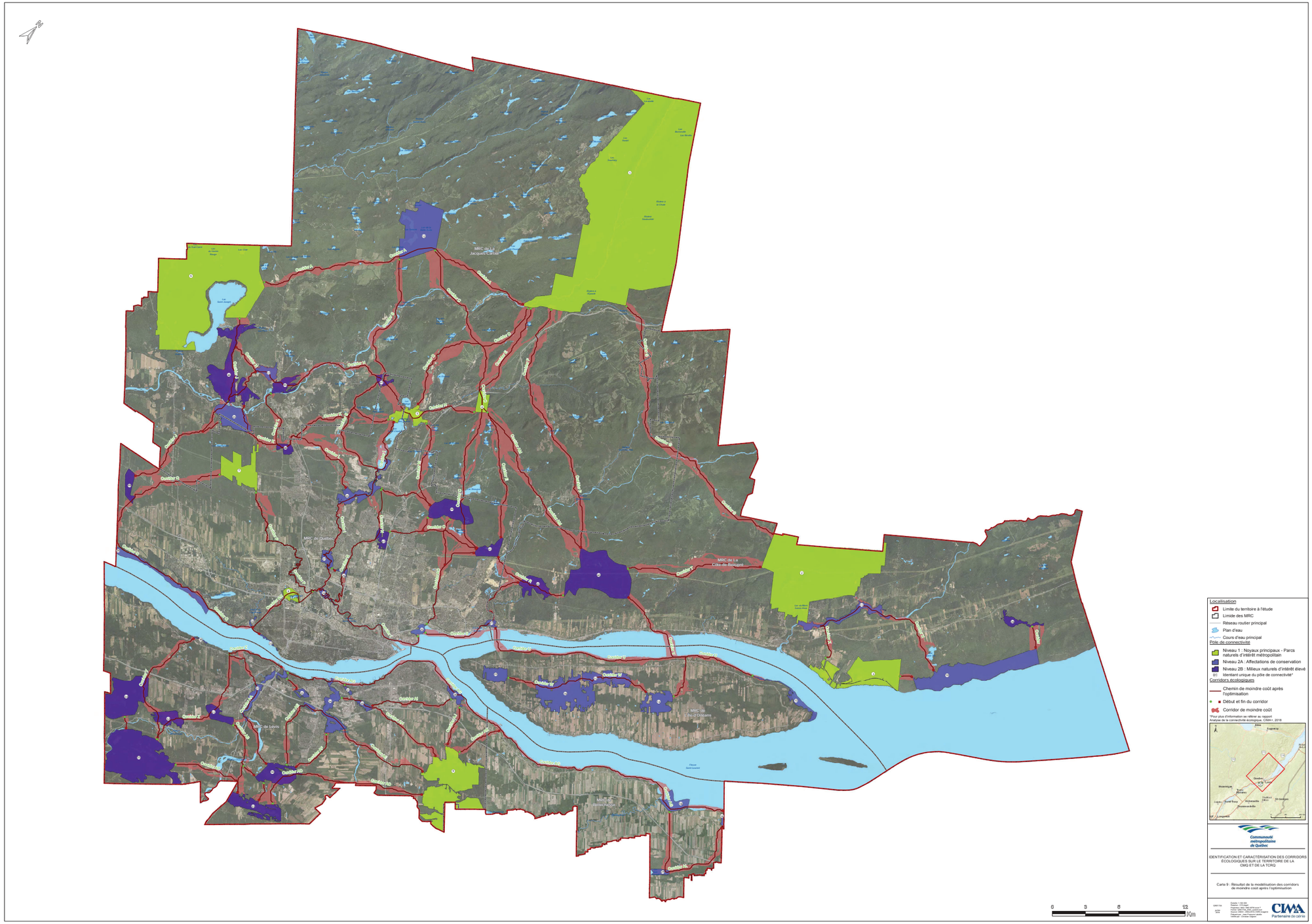
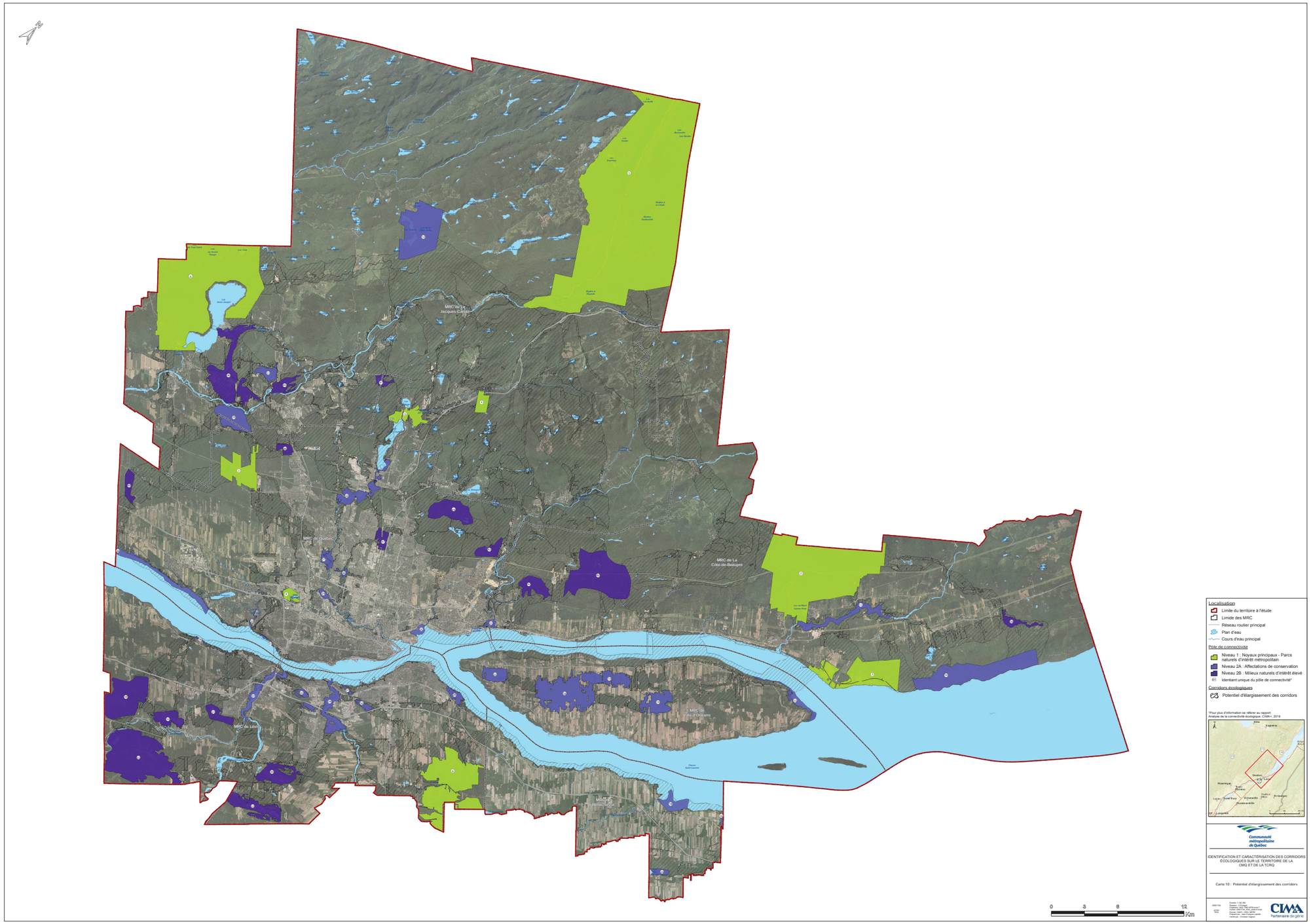


Figure 6 : Potentiel d'élargissement des corridors



Biodiversité

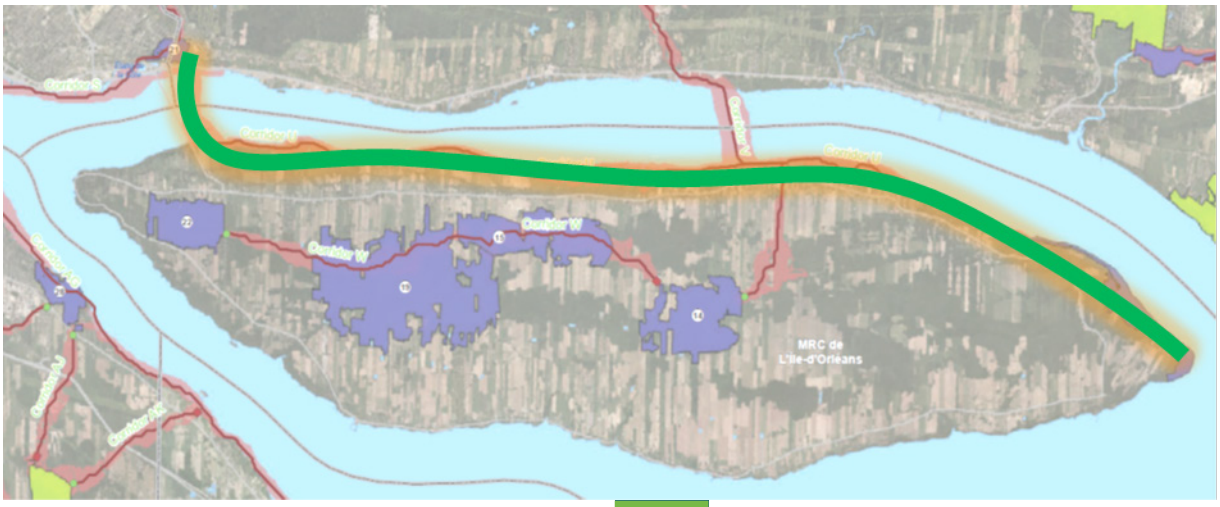
Les corridors qui se distinguent en termes de contribution à la biodiversité sont les corridors U, J et AG avec des valeurs moyennes de 81,9, 60,3 et 60,0 respectivement (Tableau 2 et Figure 7).

Tableau 2 : Description sommaire des corridors se distinguant en termes de biodiversité

Corridors	Description sommaire du corridor	IQMN moyen*			
		Pondéré	Bio-diversité	Eau	Pays / recr
U	Ce corridor relie l'Anse aux Canards sur l'Île d'Orléans (pôle # 13) et le Parc de la Chute-Montmorency (pôle # 21). Il longe la rive nord de l'île d'Orléans en traversant des milieux humides protégés désignés « aire de concentration d'oiseaux aquatiques ».	63,3	**81,9**	22,8	32,5
J	Ce corridor relie la Station forestière Duchesnay (pôle # 6) au complexe de milieux humides des buttes du Capsa (pôle # 49) et traverse les pôles de connectivité # 46 et 23 qui sont respectivement le complexe de milieux humides du chemin de Bélair et les complexes de milieux humides des terrasses de la rivière Jacques-Cartier – secteur Shannon et Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier.	59,1	**60,3**	43,3	19,3
AG	Le corridor AG s'étend sur le territoire de la Ville de Lévis. Il relie le parc de la rivière Chaudière (pôle # 37) à l'anse de Bellechasse (pôle # 16) en passant par le parc de la rivière Etchemin (pôle # 34), la ferme Chapais (pôle # 31), le parc régional de la Pointe-De la Martinière (pôle # 28) et le refuge d'oiseaux migrateurs de Saint-Vallier (pôle # 18).	50,1	**60,0**	18,9	32,2

* les IQMN ont des valeurs qui peuvent s'étendre de 0 (minimum) à 100 (maximum).

Figure 7 : Tracé du Corridor U



Qualité de l'eau

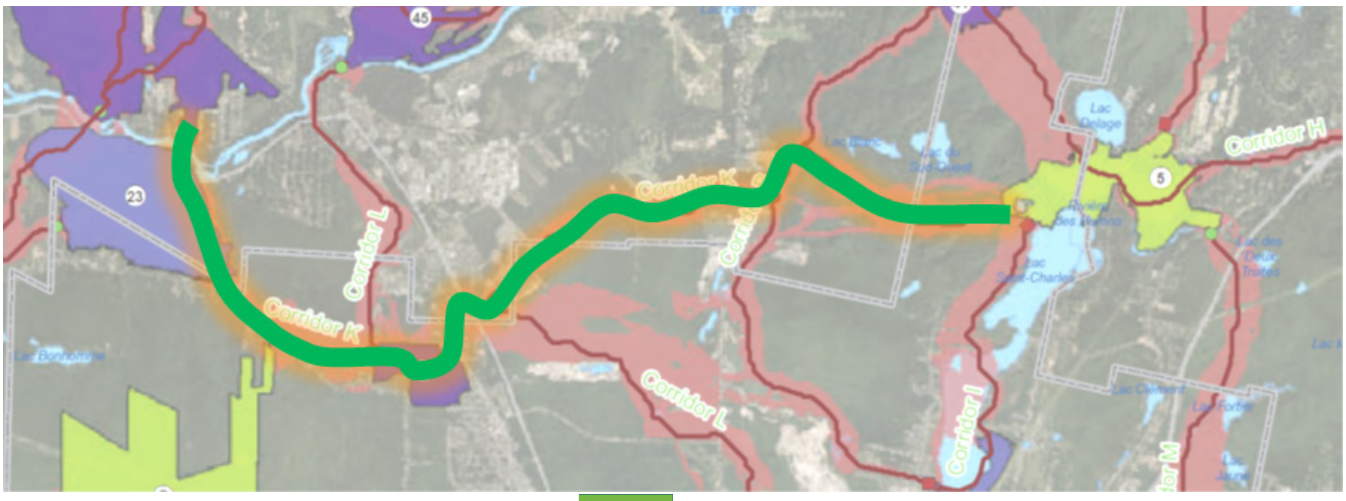
Les corridors K, R et L présentent les trois moyennes les plus élevées en termes d'IQMN de la qualité de l'eau avec des valeurs moyennes de 54,2, 51,3 et 50,7 respectivement (Tableau 3 et Figure 8).

Tableau 3 : Description sommaire des corridors se distinguant en termes de qualité de l'eau

Corridors	Description sommaire du corridor	IQMN moyen*			
		Pondéré	Bio-diversité	Eau	Pays / recr
K	Le corridor K relie la réserve naturelle des Marais-du-Nord (pôle # 5) au complexe de milieux humides des terrasses de la rivière Jacques-Cartier – secteur Shannon et Sainte-Catherine (pôle # 46) en passant par le complexe humide du chemin de Bélair (pôle # 23).	63,0	**58,9**	54,2	18,6
R	Ce corridor relie les milieux humides et les boisés de Château-Richer et de l'Ange-Gardien (pôle # 40) au secteur nord-est de l'arrondissement de Beauport (pôle # 43) en passant par la tourbière boisée du Coteau de L'Ange-Gardien (pôle # 42). Il traverse la rivière Montmorency et présente une valeur constante en termes d'IQMN de qualité de l'eau.	57,3	**52,3**	51,3	16,0
L	Le corridor L s'étend du complexe de tourbières des terrasses de la rivière Jacques-Cartier – secteur Saint-Gabriel et base militaire (pôle # 45) au parc linéaire de la rivière Saint-Charles (pôle # 20) en passant par le marécage du bout de la route de l'Aéroport (pôle # 48).	56,5	**51,0**	50,7	19,7

* les IQMN ont des valeurs qui peuvent s'étendre de 0 (minimum) à 100 (maximum).

Figure 8 : Tracé du Corridor K



Paysages et activités récréatives

Les corridors W, I et X présentent les trois moyennes les plus élevées en termes d'IQMN des paysages et activités récréatives avec des valeurs moyennes de 49,0, 46,1 et 40,2 respectivement (Tableau 4 et Figure 9).

Tableau 4 : Description sommaire des corridors se distinguant en termes de paysages et activités récréatives

Corridors	Description sommaire du corridor	IQMN moyen*			
		Pondéré	Bio-diversité	Eau	Pays / recr
W	Le corridor W contribue davantage au niveau du paysage et des activités récréatives puisqu'il affiche la moyenne la plus élevée pour cet IQMN, soit une valeur de 49,0. Ce corridor relie le boisé de Sainte-Pétronille (pôle # 22) à des secteurs identifiés comme affectations de conservation par la MRC de l'Île d'Orléans (pôles # 19 et 14).	61,5	**52,8**	46,3	49,0
I	Le corridor I s'étend de la Baie de Beauport (pôle # 25) à la Réserve naturelle des Marais-du-Nord (pôle # 5) en passant par le parc des Saules (pôle # 29), le parc Chauveau (pôle # 27) et le parc linéaire de la rivière Saint-Charles (pôle # 20).	32,5	**21,7**	17,3	46,1
X	Le corridor X relie la réserve nationale de faune du Cap-Tourmente (pôle # 3) à la réserve de biodiversité projetée du Cap-Brûlé (pôle # 10) en passant par le corridor de la rivière Sainte-Anne (pôle # 11).	56,2	**46,0**	45,5	40,2

* les IQMN ont des valeurs qui peuvent s'étendre de 0 (minimum) à 100 (maximum).

Figure 9 : Tracé du Corridor W





Somme des IQMN

Le corridor U présente la moyenne la plus élevée en termes de somme des IQMN avec une valeur de 66,3. Son pointage s'explique principalement par l'IQMN de biodiversité qui est élevé sur une bonne partie de son tracé. Alors que les indices de qualité de l'eau, de paysage et d'activité récréative affichent une valeur moyenne de 22,8 et de 32,5 respectivement. Ces indices qui ne sont ni faibles, ni élevés, mais plutôt moyens, sont constants tout au long du trajet.

Le corridor K arrive en second pour la moyenne la plus élevée avec une valeur de 63,0. Ce corridor contribue fortement en termes de qualité de l'eau tout en affichant une moyenne de 58,9 pour la biodiversité, ce qui représente une contribution importante (5^{e} rang). Par contre, au niveau des paysages et des activités récréatives, il n'atteint que 18,6 comme moyenne.

Enfin, le corridor W affiche la troisième moyenne la plus élevée pour la somme des IQMN avec une valeur de 61,5. D'ailleurs, ce corridor affiche la moyenne la plus élevée en termes de paysages et d'activités récréatives. Pour ce qui est des deux autres IQMN, ils affichent des valeurs de 52,8 pour la biodiversité et de 46,3 pour la qualité de l'eau. Ce qui les place au 12^{e} rang et au 7^{e} rang respectivement pour ces deux indices.

Enjeux de conservation et options de mise en œuvre

Les résultats de la présente étude pourront être utilisés comme base de connaissance, en complément d'autres données et outils de planification du territoire. Par exemple, ils pourraient être utilisés relativement à la protection des milieux naturels et de la biodiversité dans le cadre de la planification de la Trame verte et bleue métropolitaine ou encore dans le cadre du plan de gestion intégrée du fleuve Saint-Laurent – région de Québec. Les données géomatiques pourront être adaptées à la réalité de chacun des territoires et être utilisées comme outil d'aide à la décision, par exemple dans le cadre d'une approche de conservation globale afin de cibler les milieux importants pour des services écologiques donnés.

Ces résultats pourraient aussi être utilisés comme intrants dans l'élaboration des plans régionaux des milieux humides et hydriques, étant donné qu'ils peuvent notamment contribuer à une démarche plus large tenant compte de l'ensemble des milieux naturels.

Chacun des corridors et des pôles de connectivité identifiés répondent à des enjeux de conservation différents et sont tributaires des critères de sélection retenus. Que ce soit en lien avec la qualité de l'eau de surface et souterraine, la protection de la biodiversité ou la valorisation des paysages et des activités récréatives, les moyens utilisés pour protéger les milieux naturels peuvent varier. À cela s'ajoute le défi de la conservation en milieu privé. En résumé, en fonction des enjeux de chacun des corridors, une série d'options de mise en œuvre est possible et doit être définie par les gestionnaires des territoires concernés.

Dans un objectif plus précis de mise en valeur et la conservation du réseau de corridors écologiques, les résultats de la présente étude pourraient être introduits comme source d'information complémentaire à des outils d'aménagement et de développement du territoire. Ces informations pourraient ainsi permettre aux municipalités régionales de comtés (MRC) et aux municipalités locales d'introduire dans leurs outils réglementaires des mesures visant à assurer la protection des milieux naturels ainsi que leur connectivité écologique. Des stratégies d'intendance privée pourraient également être mises de l'avant afin de protéger des parties privées de territoire.

Il existe donc différents outils mis à la disposition des acteurs et selon la situation en place afin d'assurer la pérennité des corridors écologiques. Les principaux outils sont le PMAD au niveau de la CMQ, le schéma d'aménagement (SAD) au niveau des MRC ainsi que le plan d'urbanisme et le règlement de zonage au niveau des municipalités.

Conclusion

Le modèle développé dans le cadre du présent mandat peut constituer un outil d'aide à la décision, de même que de servir à orienter la gestion et le développement du territoire. Par contre, ce modèle est tributaire des données sources et de leur précision. Cela implique qu'une mise à jour des données sources nécessite un ajustement des résultats de la modélisation. Le cas échéant, la base de données et la modélisation gagneraient à être mises à jour par les gestionnaires du territoire qui voudraient en faire un tel usage. C'est dans ce contexte que l'équipe de CIMA+ a développé cet outil.



Références

CIMA+, 2018. *Analyse de la connectivité écologique sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) et de la Table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent (TCRQ)*. Rapport préparé pour la Communauté métropolitaine de Québec. 64 p. + annexes

Communauté métropolitaine de Québec (CMQ), en collaboration avec Conservation de la nature Canada (CNC), 2015. *Milieux naturels d'intérêt pour la biodiversité sur le territoire de la CMQ. 64 pages.*

Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec (CRECQ), 2014. *Principe d'élaboration des corridors naturels au Centre-du-Québec.* 100 pages

Limoges, B., 2009. *Biodiversité, services écologiques et bien-être humain.* Le Naturaliste canadien, 133 (2) : 15-19.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire.*

Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation.* New York: McGraw-Hill,



Annexe 1

Poids relatif des critères issus du sondage des membres des comités de travail interne et externe

Catégorie de service écologique	Sous-catégorie de service écologique	Critère	Nombre réponse	Somme des points	Moyenne	Poids relatif (%)	Poids relatif total* (%)
Biodiversité (45 %)	Élément d'intérêt (37 %)	Maturité du peuplement forestier	9	18	2,0	28	4,7
		Présence d'espèces à statut	9	23	2,6	35	5,8
		Présence de milieux naturels protégés et d'intérêt	9	24	2,7	37	6,2
	Fonction écologique (63 %)	Superficie du milieu naturel intérieur	9	20	2,2	31	8,8
		Milieux humides d'intérêt pour la biodiversité identifiés par l'étude de la CMQ (Conservation de la nature)	9	22	2,4	34	9,6
		Proximité et connectivité	9	23	2,6	35	9,9
Qualité de l'eau (32 %)	Eau de surface (66 %)	Présence de bande riveraine	8	20	2,5	26	5,5
		Dégradation des bassins versants et valeur de conservation des milieux naturels	7	17	2,4	25	5,3
		Capacité de rétention des milieux humides	8	18	2,3	23	4,9
		Milieux naturels (boisés) en pente dans les bassins versants dégradés	7	17	2,4	25	5,3
	Eau souterraine (34 %)	Indice DRASTIC	5	12	2,4	100	5,4
Paysage et activité récréative (23 %)	Esthétique et paysage (68 %)	Hiérarchisation des unités de paysage de la CMQ	8	17	2,1	20	3,1
		Paysages valorisés au niveau des MRC	8	19	2,4	22	3,4
		Rivières d'intérêt	8	20	2,5	23	3,4
		Plans d'eau à valeur esthétique	8	17	2,1	20	3,1
		Bassins de visibilité	8	14	1,8	16	2,5
	Activités récréatives (32 %)	Éléments valorisés par leur accès et les activités récréatives	8	15	1,9	100	1,8

* Poids relatif total calculé à partir d'un pointage maximum pour tous les critères.

Annexe 2
Liste des pôles de connectivité sélectionnés

Identifiant	Toponyme	MRC	Niveau
1	Parc national de la Jacques-Cartier	MRC de la Jacques-Cartier	1
2	Parc du Mont Sainte-Anne	MRC de La Côte-de-Beaupré	1
3	Réserve nationale de faune du Cap-Tourmente	MRC de La Côte-de-Beaupré	1
4	Mont Wright	MRC de La Jacques-Cartier	1
5	Réserve naturelle des Marais du Nord	Agglomération de Québec et MRC de La Jacques-Cartier	1
6	Station forestière Duchesnay	MRC de La Jacques-Cartier	1
7	Mont Bélair	Agglomération de Québec	1
8	Base de plein air Sainte-Foy	Agglomération de Québec	1
9	Grande plée bleue	Ville de Lévis	1
10	Réserve de biodiversité projetée du Cap-Brûlé	MRC de La Côte-de-Beaupré	2A
11	Corridor de la rivière Sainte-Anne	MRC de La Côte-de-Beaupré	2A
12	Réserve écologique de Tantaré	MRC de La Jacques-Cartier	2A
13	Anse aux Canards - Île d'Orléans	MRC de L'Île-d'Orléans	2A
14	Affectation conservation MRCIO	MRC de L'Île-d'Orléans	2A
15	Affectation conservation MRCIO	MRC de L'Île-d'Orléans	2A
16	Aire de repos pour les oiseaux migrateurs - Anse de Bellechasse	MRC de Bellechasse	2A
17	Tourbière de Shannon	MRC de La Jacques-Cartier	2A
18	Refuge d'oiseaux migrateurs de Saint-Vallier	MRC de Bellechasse	2A
19	Affectation conservation MRCIO	MRC de L'Île-d'Orléans	2A
20	Parc linéaire de la rivière Saint-Charles (partie)	Agglomération de Québec	2A
21	Parc de la Chute-Montmorency	Agglomération de Québec et MRC de La Côte-de-Beaupré	2A
22	Boisé de Sainte-Pétronille	MRC de L'Île-d'Orléans	2A
23	Le complexe humide du chemin de Bélair (élargie)	Agglomération de Québec et MRC de La Jacques-Cartier	2A
24	Lac aux Canards	MRC de Bellechasse	2A
25	Baie de Beauport	Agglomération de Québec	2A
26	Parc de l'Escarpement	Agglomération de Québec	2A
27	Parc Chauveau	Agglomération de Québec	2A
28	Parc régional de la Pointe-De la Martinière	Ville de Lévis	2A

Identifiant	Toponyme	MRC	Niveau
29	Parc des Saules	Agglomération de Québec	2A
30	Parc les Écarts (partie)	Ville de Lévis	2A
31	Ferme Chapais	Ville de Lévis	2A
32	Parc des sentiers de la rivière du Cap Rouge, secteur du Vieux-Cap-Rouge	Agglomération de Québec	2A
33	Parc de la Plage-Jacques-Cartier et falaise du promontoire de Québec, secteur du sentier des Grèves	Agglomération de Québec	2A
34	Parc de la rivière Etchemin	Ville de Lévis	2A
35	Centre de ski de fond les Grandes-Prairies (partie)	Ville de Lévis	2A
36	Réserve naturelle des Battures de Saint-Augustin-de-Desmaures	Agglomération de Québec	2A
37	Parc de la rivière Chaudière	Ville de Lévis	2A
38	Anse Ross	Ville de Lévis	2A
39	Complexe de milieux humides de la vallée de Saint-Tite-des-Caps	MRC de La Côte-de-Beaupré	2B
40	Milieux humides et boisés de Château-Richer et de L'Ange-Gardien	MRC de La Côte-de-Beaupré	2B
41	Tourbière du lac de la Savane	Agglomération de Québec et MRC de La Jacques-Cartier	2B
42	Tourbière boisée du Coteau de L'Ange-Gardien	MRC de La Côte-de-Beaupré	2B
43	Secteur nord-est de l'Arrondissement Beauport (vulnérabilité des aquifères)	Agglomération de Québec	2B
44	Secteur de la rivière des Sept Ponts	Agglomération de Québec	2B
45	Complexe de tourbières des terrasses de la rivière Jacques-Cartier – secteur Saint-Gabriel et base militaire	MRC de La Jacques-Cartier	2B
46	Complexes de milieux humides des terrasses de la rivière Jacques-Cartier – secteur Shannon et Sainte-Catherine	MRC de La Jacques-Cartier	2B
47	Complexe humide Laurentien	Agglomération de Québec	2B
48	Marécage du bout de la route de l'Aéroport	Agglomération de Québec	2B
49	Complexe de milieux humides des buttes du Capsa	Agglomération de Québec	2B
50	Tourbière Sainte-Hélène	Ville de Lévis	2B
51	Complexe de milieux humides – Plaines de Saint-Rédempteur	Ville de Lévis	2B
52	Complexe de milieux humides – Buttes de la route des Caps	Ville de Lévis	2B
53	Tourbière de l'Embarras	Ville de Lévis	2B
54	Complexe de milieux humides – Buttes des terres rouges de Saint-Nicolas	Ville de Lévis	2B
55	Complexe de milieux humides de Pointe-Saint-Gilles	Ville de Lévis	2B