



Principe d'élaboration de corridors naturels au Centre-du-Québec

Décembre 2014



Coordination

Andréanne Blais, biologiste, chargée de projet, Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec

Isabelle Bonsant, directrice générale, Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec

Rédaction

Andréanne Blais, biologiste, chargée de projet, Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec

Louise Gratton, biologiste, consultante en écologie et conservation

*Collaboration spéciale pour la rédaction de l'entrevue avec la Ville de Saint-Hyacinthe : Caroline Cormier, Ville de Saint-Hyacinthe

Révision scientifique et linguistique

Marie-José Auclair, écologiste consultante

Olivier Pfister, ingénieur forestier, M.Sc., ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, direction de l'écologie et de la conservation

Benoît Jobin, biologiste, Environnement Canada, Service canadien de la faune

Éric Perreault, chargé de projet, Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec

Graphisme

Andréanne Blais, biologiste, chargée de projet, Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier la Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire du Centre-du-Québec (CRRNT) et la Fondation de la faune du Québec pour leur contribution financière à ce projet. Nous sommes aussi particulièrement reconnaissants envers les intervenants suivants qui ont mis à contribution leurs connaissances et expertise dans ce projet : Carl Plante (MRC de l'Érable), Caroline Cormier (Ville de Saint-Hyacinthe), Édith Cadieux (ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs), Julie Grenier (Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François), Matthieu Allard (Service canadien de la Faune), Michel Côté (Conférence régionale des élus du Centre-du-Québec), Olga Dupont et David Leclair (Agence de géomatique du Centre-du-Québec), Richard Fournier et Jérôme Théau (Centre d'applications et de recherches en télédétection, Université de Sherbrooke) et Yann Bourassa (Union des producteurs agricoles).

Crédit photo en page couverture

Bande riveraine arborescente : Audrey Lachance (2012)

Photographie aérienne : Canards Illimités Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2012)

Comment citer ce document :

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

Table des matières

Introduction	1
Objectifs du projet	2
Objectif du présent document.....	3
1 Vocabulaire commun	4
2 Concept de connectivité.....	7
2.1 Connectivité multi-échelle.....	8
2.2 Structure d'un réseau écologique	10
2.2.1 Les types de corridors naturels.....	10
2.3 Répercussions positives possibles	14
2.4 Répercussions négatives possibles	20
3 Planification de la connectivité.....	22
3.1 Établir l'objectif.....	25
3.2 Définir l'aire d'étude	29
3.3 Récolter les données existantes	30
3.4 Identifier les noyaux de conservation à connecter.....	31
3.4.1 Détermination des milieux naturels à connecter	33
3.5 Créer les corridors	34
3.6 Optimiser la cartographie des corridors.....	39
3.7 Valider les corridors naturels.....	42
3.8 Mise en œuvre de la connectivité	43
4 Les projets de corridors.....	58
5 La connectivité au Centre-du-Québec	70
5.1 Portrait de la connectivité.....	70
5.1.1 Fragmentation.....	71
5.1.2 Connectivité forestière	73
5.1.3 Connectivité des habitats des oiseaux du lac Saint-Pierre	73
5.1.4 Analyse de carence des aires protégées au Centre-du-Québec	75
5.1.5 Identification des corridors naturels en milieu agricole	75
5.2 Enjeux.....	76
Conclusion.....	78
Bibliographie.....	79
Annexe	89

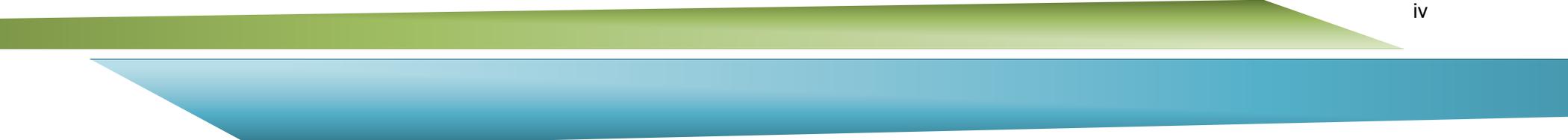


Liste des tableaux

Tableau 0-1 Phases et objectifs du projet de conservation des corridors naturels au Centre-du-Québec 2
Tableau 2-1 Efficacité potentielle des différents types de corridors 15
Tableau 3-1 Synthèse de la démarche de planification 23
Tableau 3-2 Répartition du pointage selon les critères 40
Tableau 4-1 Exemples de projets de connectivité dans le monde 61
Tableau 4-2 Projets de recherche 61
Tableau 4-3 Projets de corridors en cours de réalisation 62
Tableau 4-4 Projets de corridors au stade de planification 67
Tableau 4-5 Projets de restauration de corridors riverains 68
Tableau 5-1 Enjeux de la connectivité des milieux naturels 76

Liste des figures

Figure 2-1 Connectivité continentale en Amérique du Nord 8
Figure 2-2 Structure théorique d'un réseau écologique 10
Figure 2-3 Configuration des corridors naturels 11
Figure 2-4 Exemples de corridor naturel faunique 14
Figure 2-5 Exemple du modèle de niche bioclimatique pour le grand pic 17
Figure 2-6 Espèces exotiques envahissantes 21
Figure 3-1 Exemple de noyaux de conservation 32
Figure 3-2 Sommaire des méthodes de tracés des corridors selon l'approche de perméabilité 37
Figure 3-3 Organigramme méthodologique de l'évaluation des services écologiques dans une analyse de connectivité 41
Figure 3-4 Exemples de la présence de la faune lors d'une validation terrain 42
Figure 3-5 Reconnaissance des efforts municipaux 52



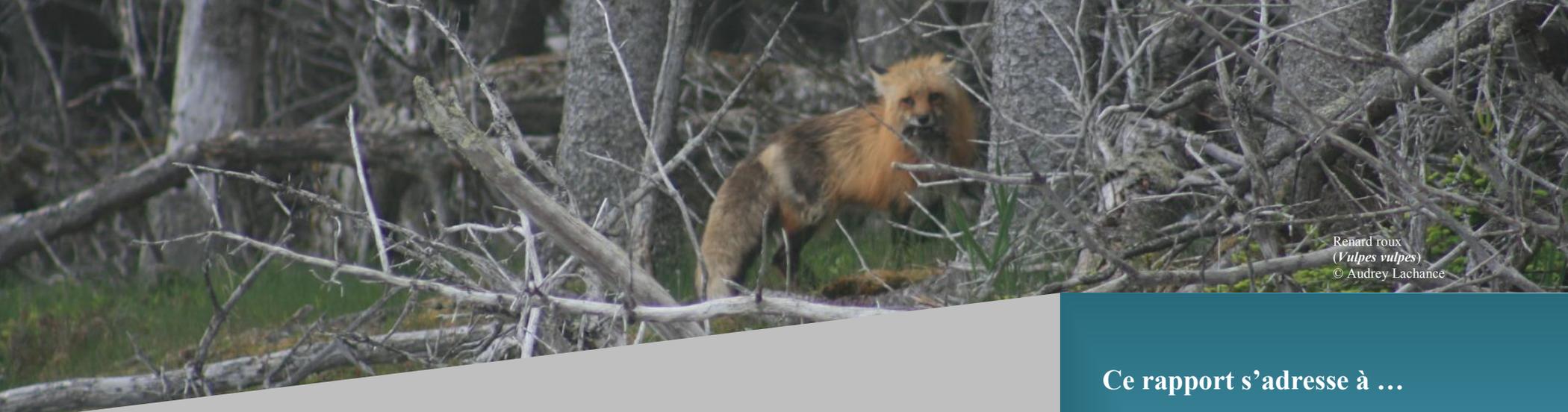
Acronymes

CIC	Canards Illimités Canada
CRECQ	Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec
CRÉCQ	Conférence régionale des élus du Centre-du-Québec
EFE	Écosystème forestier exceptionnel
IQH	Indice de qualité d'habitat
LAU	Loi sur l'aménagement et l'urbanisme
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
MRC	Municipalité régionale de comté
MTQ	Ministère des Transports du Québec
PAA	Plan d'accompagnement agroenvironnemental
PAF	Plan d'aménagement forestier
PAFF	Plan d'aménagement forêt-faune
PAMOC	Plan d'aménagement multiressource avec option de conservation
REA	Règlement sur les exploitations agricoles
SIG	Système d'information géographique
VTT	Véhicule tout terrain

Résumé

Cette revue des principes d'élaboration des corridors naturels s'insère dans une démarche de planification de la connectivité des milieux naturels au Centre-du-Québec. Considérant que plusieurs approches peuvent être utilisées pour délimiter les composantes d'un réseau écologique, et que ces différentes possibilités influenceront la configuration spatiale des corridors obtenus, le Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec (CRECQ) a jugé nécessaire d'outiller les intervenants régionaux dans cette prise de décisions. À travers diverses pistes de réflexion, ce document aborde les concepts de la connectivité, expose les principales étapes de conception d'un réseau écologique, liste les différents projets de connectivité à l'échelle internationale, provinciale et régionale et propose des enjeux de mise en œuvre au niveau du Centre-du-Québec. Ce document s'avère être un outil essentiel pour permettre d'atténuer l'incertitude associée au choix d'approche et faciliter l'intégration des priorités des acteurs locaux et des objectifs de gestion territoriale dans la conception des réseaux écologiques.





Renard roux
(*Vulpes vulpes*)
© Audrey Lachance

Introduction

Face à la perte et la fragmentation des milieux naturels, reconnues comme étant les principales causes de la diminution de la biodiversité sur Terre, plusieurs organisations et gestionnaires à travers le monde intègrent progressivement le concept de la connectivité des milieux naturels à la gestion et l'aménagement durable du territoire (Baillie et coll. 2004). Il apparaît en effet que la plupart des espèces s'adaptent mieux, notamment suite à une modification de leur habitat, dans un réseau de milieux naturels connectés que dans un environnement fragmenté (Gilbert-Norton et coll. 2010).

Qu'ils portent le nom de corridors écologiques, fauniques, forestiers, de trames vertes ou bleues, les corridors naturels influencent les processus écologiques, contribuent à maintenir certains services écologiques et favorisent le déplacement des espèces. Ainsi, que ce soit ceux des propriétaires fonciers ou de la collectivité, les objectifs de conservation des corridors naturels sont multiples. Une planification structurée s'avère donc essentielle afin d'organiser et mener à bien l'atteinte de tous les bénéfices ?

Ce rapport s'adresse à ...

Ce rapport s'adresse avant tout aux personnes et aux organismes œuvrant à la conservation des habitats et des espèces ainsi qu'au développement durable du territoire. Il intéressera les différents gestionnaires du territoire, comme les aménagistes et les urbanistes des MRC et des municipalités.

La première section du rapport décrit les concepts de la connectivité et les rôles des corridors naturels. La seconde section est consacrée à la démarche d'identification des corridors naturels. Enfin, la dernière section énumère les enjeux relatifs à l'identification de la connectivité centricoise.

Ceux qui souhaitent approfondir ces connaissances trouveront une liste de références en bibliographie.

Objectifs du projet

En ce sens, le Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec (CRECQ) désire développer des outils d'aide à la décision pour la conservation d'un réseau écologique en région. Pour ce faire, il prévoit réaliser le projet en trois phases, selon six objectifs, sur une période de cinq ans (2014 à 2018). Le Tableau 0-1 présente l'ensemble de cette démarche dans laquelle s'insère l'élaboration du présent document.

Tableau 0-1 Phases et objectifs du projet de conservation des corridors naturels au Centre-du-Québec

<i>Phase</i>	Objectifs
<i>Phase 1</i>	1. Élaborer les principes soutenant la conception des corridors naturels. Afin de travailler sur des bases communes, intégrées et reconnues scientifiquement, le CRECQ réalisera une revue des principes soutenant la conception d'un réseau écologique. Un atelier de transfert des connaissances sera offert aux intervenants régionaux.
	2. Déterminer les objectifs de conception des corridors naturels. Cette étape consistera à déterminer, en concertation, les objectifs régionaux visés par la conservation de la connectivité. Cette étape se réalisera par l'entremise d'un comité d'experts et d'un sondage régional.
<i>Phase 2</i>	3. Identifier les corridors naturels. L'identification du réseau écologique se réalisera en trois étapes, toutes supportées par une concertation régionale : identification des espèces cibles, identification des milieux naturels à connecter et identification des critères d'identification.
	4. Optimiser la cartographie des corridors naturels. Une fois le réseau écologique identifié, on procèdera à son optimisation en intégrant des paramètres sociaux, économiques et écologiques. Des rencontres de travail avec le comité d'experts sont prévues afin de valider la cartographie finale.
<i>Phase 3</i>	5. Valider les corridors naturels. Une validation auprès des intervenants et sur le terrain sera réalisée à certains endroits stratégiques. Cette validation comprendra aussi une formation auprès des propriétaires qui voudront s'impliquer dans le suivi du réseau écologique d'années en années.
	6. Élaborer des propositions de gestion intégrée des corridors naturels. Cette étape consiste à orienter la prise en compte réelle du réseau écologique dans la gestion intégrée et durable des ressources naturelles et du territoire. Plusieurs ateliers de travail, incluant des rencontres avec les MRC et municipalités, portant sur les outils légaux, financiers et techniques pour le maintien et la restauration des éléments du réseau seront offerts. Un plan d'action s'en dégagera.

Objectif du présent document

De nature technique, ce document propose une synthèse des connaissances devant être considérées dans la planification des corridors naturels. Ces informations ont été obtenues par la réalisation d'une revue de littérature scientifique entourant les définitions et les grands concepts de la connectivité, la méthodologie d'identification et les projets réalisés à l'échelle internationale, provinciale et régionale. Ce document est composé de cinq sections :

1. Vocabulaire commun

Cette partie vise à assurer l'uniformisation du langage et des termes utilisés dans ce document.

2. Concept de connectivité

Cette section aborde les grands concepts de connectivité, ses avantages et ses répercussions négatives possibles.

3. Méthode de conception d'un réseau écologique

Ce chapitre décrit les principales étapes de conception d'un réseau écologique.

4. Projets de connectivité

Cette partie liste les projets de connectivité au niveau international, provincial et régional.

5. Enjeux de la connectivité au Centre-du-Québec

Cette section aborde les différents enjeux devant être considérés dans la planification d'un réseau écologique centricois.



© Andréanne Blais

1 Vocabulaire commun

Afin d'assurer l'uniformisation du langage et des termes utilisés dans ce rapport, nous proposons les définitions suivantes¹ :

Ces définitions réfèrent, pour la plupart, au concept de paysage.

Le concept de paysage se définit comme une mosaïque d'habitats à travers lesquels des organismes se déplacent, s'établissent, se reproduisent et, ultimement, meurent. La délimitation d'un paysage est donc intimement liée à l'espèce ou aux espèces ciblées.

Les paysages se caractérisent notamment par leur hétérogénéité (variation au niveau de l'assemblage des composantes abiotiques et biotiques présentes au sein de divers habitats, ainsi que du processus de création de ces habitats) et leur dynamique (interactions entre les diverses composantes abiotiques biotiques et entre les divers habitats). Cette interaction influence les processus qui déterminent l'abondance et la répartition des espèces (Jobin et coll. 2013).

¹ Ces définitions s'inspirent de Gratton (2014b), Forman et Godron (1986), Anderson et coll. (2011), Meiklejohn et coll. (2010) et Worboys et coll. (2010).



Grenouille du Nord
(*Lithobates septentrionalis*)
© Audrey Lachance

Connectivité à l'échelle du paysage (connectivité): Le degré de connexion entre les divers milieux naturels présents au sein d'un même paysage tant au niveau de leurs composantes, de leur répartition spatiale et de leurs fonctions écologiques.

Connectivité fonctionnelle : Le 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.

Connectivité structurelle : Le 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.

Conservation de la biodiversité (conservation): L'ensemble de pratiques comprenant la protection, la restauration et l'utilisation durable qui visent la préservation de la biodiversité, le rétablissement d'espèces ou le maintien des services écologiques pour les générations actuelles et futures.

Corridor naturel : La portion donnée d'un paysage dont les composantes biotiques ou abiotiques et/ou les milieux naturels favorisent le déplacement d'espèces ciblées, ou le déroulement de processus écologiques, entre les noyaux de conservation.

Corridor d'habitats : Une série d'habitats d'un paysage qui procure un couloir continu ou quasi continu facilitant le déplacement d'espèces ciblées ou le déroulement des processus écologiques entre les noyaux de conservation.

Corridor pas-à-pas (pas japonais): Les petites parcelles d'habitats intacts situées entre deux noyaux qui procurent un abri et des ressources pour soutenir les espèces ciblées lors de leurs déplacements. Ces parcelles isolées ne sont pas de taille ou de qualité suffisante pour constituer des noyaux de conservation pour ces espèces.

Goulot d'étranglement : Une aire relativement étroite où le déplacement des espèces risque de se concentrer en raison d'une configuration défavorable des usages du territoire, des barrières physiques ou d'un couvert naturel contraignant.

Matrice : Éléments dominants du paysage (ex. matrice agricole, matrice forestière, matrice de résistance au déplacement, etc.). Elle peut aussi être définie comme l'ensemble des éléments du paysage et des écosystèmes qui compose un territoire.

Mosaïque d'habitats : Un assemblage de milieux naturels variés offrant divers habitats à un certain nombre d'espèces. Il peut s'agir d'un peuplement de conifères adjacent à un peuplement de feuillus. La mosaïque d'habitats n'est pas nécessairement un corridor naturel.

Noyau d'habitats : Une aire ayant une taille suffisante, un couvert naturel adéquat et une qualité acceptable pour servir d'habitat source pour plusieurs espèces caractéristiques d'une région ou pour certaines espèces focales. Ces milieux naturels contribuent à assurer le maintien de populations d'espèces et abritent des écosystèmes suffisamment grands pour maintenir un régime de perturbations naturelles

Parcelles d'habitats : Une portion d'habitats pouvant répondre à une partie des besoins vitaux d'une ou de plusieurs espèces.

Perméabilité à l'échelle du paysage : La perméabilité mesure l'aptitude des milieux naturels, semi-naturels ou développés, d'un paysage à maintenir et à faciliter les processus écologiques et à faciliter le déplacement de plusieurs espèces. La perméabilité à l'échelle du paysage est fonction de la continuité du couvert naturel, de la résistance offerte par les barrières naturelles et anthropiques et de la configuration spatiale des types de milieux naturels et des usages sur le territoire.

Réseau écologique : Un réseau cohérent et interconnecté de composantes abiotiques, biotiques et de milieux naturels et semi-naturels du paysage, incluant des noyaux de conservation, des zones tampons et des corridors spatialement définis. Ce réseau est géré 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.

Structure du paysage : C'est la composition et la répartition spatiale des divers types d'habitat au sein d'un paysage.

Zone tampon : Une aire aux usages multiples mais gérée de manière à protéger les noyaux d'habitats des influences et des impacts directs des activités humaines. Ces zones tampons peuvent servir d'habitat aux espèces adaptées à ces milieux.

Canneberge
(*Vaccinium oxycoccos*)
© Audrey Lachance



2 Concept de connectivité

La connectivité a soulevé beaucoup d'intérêt depuis les 30 dernières années. Dr. Reed Noss (1983) fut d'ailleurs l'un des premiers à reconnaître qu'elle était la solution pour compenser les impacts de la fragmentation et pour relier entre eux les habitats isolés des espèces animales qui en dépendent. On peut décrire la connectivité à l'échelle du paysage comme étant : « **Le degré de connexion entre les divers milieux naturels présents au sein d'un même paysage tant au niveau de leurs composantes, de leur répartition spatiale et de leurs fonctions écologiques.** ». Ce degré de connectivité est intimement lié au degré de résistance qu'offre le paysage pour le mouvement d'espèce(s) cibles(s) ou encore le déroulement de processus écologique. La connectivité est d'ailleurs très souvent évaluée sous l'angle spécifique des espèces (Taylor et coll. 1993).

Cette définition met l'accent sur le fait que le type, la superficie et l'organisation spatiale des habitats, ou de l'utilisation du territoire, dans le paysage influent le déplacement des espèces et, ultimement, la dynamique des populations et la structure des communautés (Taylor et coll. 2006). De plus, elle réfère à la contribution de la connectivité pour le maintien de certains services écologiques rendus par les processus écologiques des milieux naturels à la collectivité.

2.1 Connectivité multi-échelle

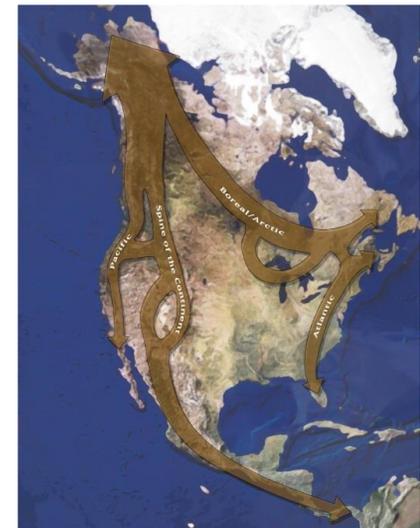
Le concept de connectivité peut être adapté à une grande variété d'échelles spatiales. En effet, des réseaux écologiques peuvent être conçus à l'échelle locale pour préserver une population d'une espèce donnée ou encore viser la conservation de la biodiversité dans le cadre de stratégies régionales, nationales ou continentales. Le choix de l'échelle ou de l'aire d'étude dépend de l'objectif fixé. Poiani et coll. (2000) divisent la connectivité selon quatre échelles:

a) *Connectivité continentale*

La connectivité continentale représente un territoire très vaste de l'ordre d'un pays ou d'un continent. Les objectifs de conservation viseront les animaux migrateurs ou le déplacement d'animaux sur une très longue période de temps (ex. modification de l'aire de répartition d'une espèce en réaction aux changements climatiques). Par exemple, le Wildlands Network, un organisme basé aux États-Unis, s'intéresse à la conservation de la connectivité à l'échelle continentale (Figure 2-1) (Wildlands Network, 2009).

b) *Connectivité nationale*

La connectivité nationale portera sur un territoire de plusieurs milliers à millions d'hectares. Il vise à conserver des habitats très variés (mosaïques) pouvant répondre aux besoins des espèces à grand domaine vital et/ou des espèces dépendant d'une variété d'écosystèmes. Il peut s'agir, par exemple, du lynx, de l'orignal ou de l'ours. Par exemple, l'organisme Deux Pays, Une Forêt s'intéresse à la conservation du paysage de l'écorégion des Appalaches nordiques et l'Acadie (33 millions d'hectares).



*Figure 2-1 Connectivité continentale en Amérique du Nord
Foreman (2004)*

c) Connectivité régionale

La connectivité régionale portera sur un territoire de plusieurs centaines d'hectares. Les analyses de connectivité régionale auront souvent pour objectif de conserver une variété d'écosystèmes présentant différents stades de développement. Cette connectivité bénéficiera à plusieurs groupes d'espèces. Il est possible de citer l'exemple du Corridor forestier du Mont Saint-Bruno dans la région administrative de la Montérégie. Sur une superficie de plus de 40 kilomètres, de Verchères à La Prairie, une immense bande de verdure relie les boisés situés de part et d'autre du mont Saint-Bruno. Réalisation de Nature-Action Québec et de ses partenaires, le corridor forestier du Mont-Saint-Bruno constitue un véritable rempart pour la protection et le maintien d'une grande biodiversité.

d) Connectivité locale

La connectivité locale concerne un territoire très restreint de moins d'une centaine d'hectares. Il visera des espèces à mobilité restreinte ou à petit domaine vital, incluant plusieurs espèces de plantes et d'invertébrés. Plusieurs organismes travaillent d'ailleurs sur la connectivité locale de plusieurs espèces en situation précaire et à mobilité restreinte. Par exemple, le Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec sensibilise plus d'une cinquantaine de propriétaires dans la MRC de l'Érable en vue de concilier l'utilisation durable de leur propriété avec la conservation de l'habitat de la tortue des bois.

2.2 Structure d'un réseau écologique

La connectivité 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 2-2 présente la structure théorique d'un réseau écologique.

2.2.1 Les types de corridors naturels

Il existe une multitude de corridors naturels pouvant être planifiés en fonction de nos objectifs. Cependant, il est possible de regrouper les corridors en trois catégories : **le corridor d'habitats, le corridor pas-à-pas (ou pas japonais) et la mosaïque d'habitats** (Figure 2-3).

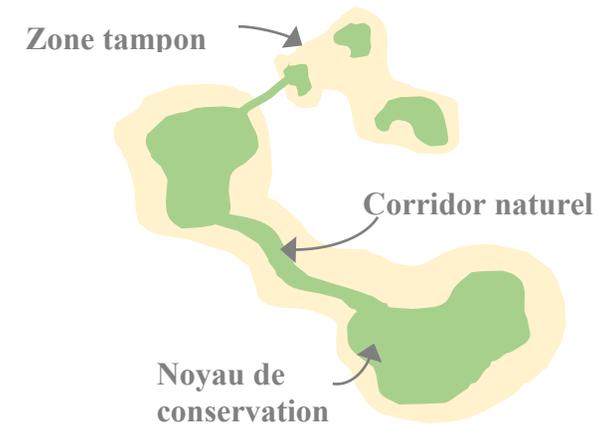


Figure 2-2 Structure théorique d'un réseau écologique

Les corridors peuvent aussi être catégorisés en fonction des modifications qu'ils ont subies. De cette façon, ils peuvent être intègres (aucune perturbation anthropique), restaurés (milieu naturel créé par l'humain), régénérés (retour du milieu naturel suite à une perturbation anthropique) ou résiduels (milieu naturel morcelé suite à une perturbation anthropique) (Anderson et Jenkins 2006). Un corridor résiduel peut être représenté par une lisière boisée le long d'un cours d'eau après une coupe forestière. Ce type de corridor est fréquent au Québec et peut résulter de l'application du *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État de la Loi sur les forêts*.

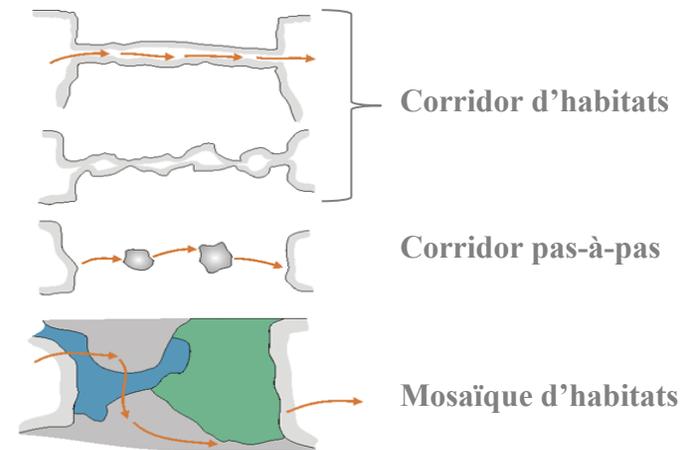
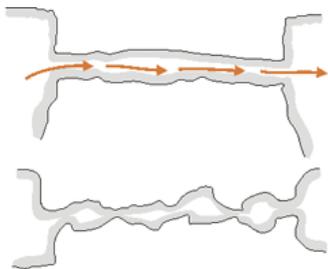


Figure 2-3 Configuration des corridors naturels
Bennett (2003)

a) Corridor d'habitats

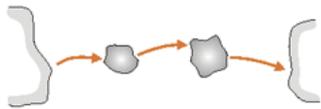


Un corridor d'habitats est une bande de terrain continue ou quasi continue formée d'habitats facilitant le déplacement des espèces ciblées ou le déroulement des processus écologiques entre les noyaux de conservation. Ce type de corridor est recommandé :

- Lorsqu'une partie importante du paysage a été convertie à des occupations du sol inhospitalières pour les espèces indigènes;
- Pour les espèces spécialistes ou qui sont dépendantes d'habitats non perturbés;
- Pour les espèces à mobilité réduite en relation avec la distance à traverser;

- Dans les situations où le corridor doit procurer les ressources pour soutenir un individu ou une population résidente;
- Lorsque l'objectif est de maintenir la continuité des populations entre les noyaux de conservation plutôt que le simple mouvement occasionnel des individus;
- Lorsque l'objectif est de maintenir la continuité de communautés entières et des processus écologiques.

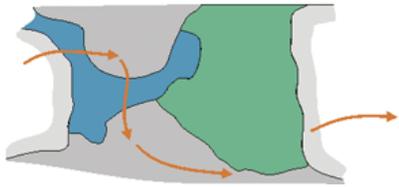
b) Pas-à-pas



Le corridor pas-à-pas consiste en de petits fragments d'habitats situés entre deux noyaux de conservation. Ces fragments procurent un abri et des ressources pour soutenir le mouvement des espèces entre les noyaux. Ces milieux naturels ne sont pas de taille ou de qualité suffisante pour constituer des noyaux de conservation pour les espèces ciblées. Il est recommandé :

- Pour les espèces qui se déplacent régulièrement entre les fragments d'habitats qui leur procurent des ressources différentes (pour se nourrir, s'abriter ou se reproduire);
- Pour les espèces qui sont relativement mobiles et capables de traverser la distance entre des fragments d'habitats situés dans une matrice inhospitalière;
- Pour les espèces tolérantes aux paysages perturbés mais qui n'y vivent pas en permanence;
- Lorsque l'objectif est de maintenir des processus écologiques qui dépendent du mouvement des animaux (ex. dispersion des semences).

c) *Mosaïque d'habitats*



Une mosaïque d'habitats correspond à un paysage comprenant nombre de fragments d'habitats de différentes qualités pour le mouvement de diverses espèces animales. Une partie de la mosaïque peut être appropriée pour une espèce pour y vivre alors que d'autres parties ne peuvent servir qu'au déplacement ou sont relativement inhospitalières. La frontière entre les habitats perturbés et les habitats intacts n'est pas toujours aussi bien définie que dans un corridor d'habitats ou un corridor pas-à-pas. Elle est recommandée :

- Lorsqu'une large part du paysage demeurera naturelle ou semi-naturelle;
- Lorsque l'espèce ou les communautés ont une tolérance élevée aux usages existants;
- Lorsque l'objectif est de protéger des espèces à grands domaines vitaux qui requièrent de vastes superficies d'habitats peu perturbés.
- Lorsque le projet vise à considérer plusieurs espèces en même temps, puisque la mosaïque permet d'avoir une diversité d'habitats.

2.3 Répercussions positives possibles

Jusqu'à ce jour, la conservation des corridors naturels a retenu peu l'attention. Elle est cependant d'une grande importance puisqu'elle contribue au maintien des services écologiques, de la biodiversité et de l'intégrité écologique.

a) Des corridors pour la faune

C'est grâce à une méta-analyse publiée par Gilbert-Norton et coll. (2010) qu'il est possible de dresser un bilan positif des effets des corridors et des rôles joués pour différents groupes taxonomiques (Tableau 2-1). Cette étude montre que les corridors facilitent le mouvement et la dispersion des espèces entre les fragments d'habitat.

De plus, les travaux de terrain (Figure 2-4) et les modèles tendent à démontrer que la connectivité entre les populations fauniques procure, en comparaison avec des populations isolées, une plus grande flexibilité aux espèces pour répondre aux changements des conditions environnementales et aux événements climatiques extrêmes (Tewksbury et coll. 2002).



Passage faunique urbain sur le boulevard Robert-Bourassa dans le secteur Lebourgneuf à Québec (parc de l'Escarpement)
© Transport Québec



Passage faunique de la route 175 dans la réserve faunique des Laurentides
© Transport Québec



Semencier communautaire pour la restauration des milieux naturels et friche arbustive pour le goglu des près et le papillon monarque (Réserve naturelle du Boisé Du-Tremblay)
© Nature-Action Québec



Passage faunique pour amphibiens au lac Brompton
© Timothée Ostiguy

Figure 2-4 Exemples de corridor naturel faunique

Selon Bennett (2003), la controverse entourant les corridors est un faux débat puisqu'il ne concerne que les corridors linéaires reliant des habitats autrement isolés. Cet auteur considère que pour maintenir la connectivité à l'échelle d'un territoire, il faut tenir compte de tous les types de corridor pouvant servir au mouvement de la faune ou de la flore, dont les déplacements journaliers entre l'abri et les sites d'alimentation, la migration entre les zones de reproduction et les zones d'hivernage, et les autres types de mouvement qui facilitent la continuité des processus écologiques au sein des écosystèmes. Ainsi, l'opinion est qu'en général les avantages des corridors dépassent largement les inconvénients, mais qu'il faut exercer une certaine vigilance pour en minimiser les impacts négatifs potentiels.

Tableau 2-1 Efficacité potentielle des différents types de corridors

Catégorie d'espèces	Type de corridors		
	Mosaïque d'habitats	Habitats spécifiques	
		Pas-à-pas	Corridor d'habitats
A. Paysages peu perturbés			
Espèces tolérantes aux perturbations des habitats	***	***	-
Espèces peu tolérantes aux perturbations des habitats	*	*	***
Espèces à grands domaines vitaux et espèces mobiles	***	***	*
Espèces à mobilité réduite	***	*	***
Communautés et processus écologiques	***	*	***
B. Paysages très perturbés			
Espèces tolérantes aux perturbations des habitats	*	***	*
Espèces peu tolérantes aux perturbations des habitats	-	*	***
Espèces à grands domaines vitaux et espèces mobiles	*	***	*
Espèces à mobilité réduite	*	-	***
Communautés et processus écologiques	-	-	***

(*** efficacité élevée; * efficacité modérée; - peu efficace) (Modifié d'après Bennett 2003)

b) Des corridors pour la flore

Les études montrent que les corridors naturels bénéficient aussi aux invertébrés et aux plantes. Dans le contexte des forêts privées du Centre-du-Québec, Craven et ses coll. (2013) suggèrent que le degré de connectivité a également une influence sur la régénération naturelle des arbres dont la présence est assurée par la dispersion de leurs graines. L'analyse des modes de dispersion révèle que dans les forêts du Centre-du-Québec, les espèces feuillues utilisent majoritairement des modes de dispersion abiotiques (ex. vent, eau), tandis que les graines des conifères sont davantage disséminées par les animaux (ex. mammifères, oiseaux) qui les consomment.

En ce qui concerne les autres espèces végétales, quelques études ont permis d'observer que plusieurs habitats naturels (boisé, friche, etc.) ou anthropiques (fossé, route, haie brise-vent, etc.) en milieu agricole favorisent le transfert de pollen entre populations. (Tikka et coll. 2001; De Redon et coll. 2008; Davies et Pullin 2007; Van Geert et coll. 2010). Par contre, ces études ne ciblent souvent qu'une espèce ou un type de corridor. Une autre étude a démontré qu'il existe un mutualisme entre certaines plantes et certains animaux pour leur dispersion. En favorisant les corridors naturels pour certaines espèces animales, nous favorisons parallèlement la dispersion de certaines espèces végétales (Tewksbury et coll. 2002).



c) Des corridors pour l'adaptation aux changements climatiques

De plus en plus d'études révèlent que, partout sur la planète, les effets des changements climatiques sont observables sur les espèces et les communautés biologiques tant au niveau morphologique, physiologique et phénologique que par des changements dans l'abondance et la répartition des espèces (Figure 2-5) (Berteaux et coll. 2014). En 2003, Parmesan et Yohe suggéraient que, dans l'hémisphère nord, les aires de répartition de 99 espèces se déplaçaient progressivement vers le nord à une vitesse moyenne de 6,1 km/décennie. Dans une entrevue qu'il accordait au magazine L'Actualité en 2014, Dominique Berteaux mentionnait : « Notre étude montre qu'avec la hausse des températures, les niches écologiques des espèces se déplaceront vers le nord à la vitesse stupéfiante d'au moins 45 km par décennie ». Ces études soulignent ainsi l'importance de mettre en place des stratégies de connectivité tant à des échelles locales que transfrontalières afin d'atteindre les objectifs de conservation de la biodiversité.

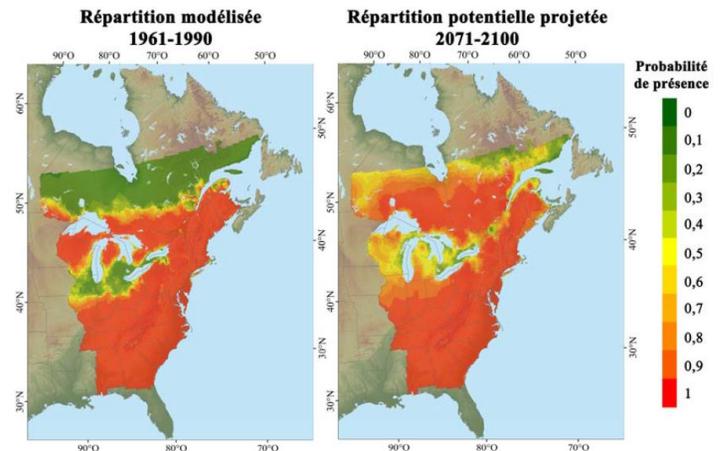


Figure 2-5 Exemple du modèle de niche bioclimatique pour le grand pic (*Dryocopus pileatus*) (données tirées du projet CC-Bio) Berteaux et coll. (2014)

d) Des corridors pour les services écologiques

Les services écologiques sont les bienfaits que la collectivité retire de la nature. Ces services peuvent prendre la forme de produits ou encore de processus par lesquels les écosystèmes facilitent et permettent l'existence de l'être humain (Daily et coll. 1997; Limoges 2009; Cardinale et coll. 2012 et CRÉ de la Montérégie Est 2014). La nature rend des services à l'homme qui ne peuvent pas tous être substitués par des produits de fabrication humaine, d'où l'intérêt de les localiser afin d'être en mesure de les protéger et d'en bénéficier (Dupras et coll. 2013). Bien que leur nombre varie selon les auteurs, il y aurait au moins 22 types de services écologiques, regroupés en quatre catégories. Comme ces services varient énormément en fonction des écosystèmes, il est difficile, dans ce cadre, d'explicitier chacun. Voici une compilation des services écologiques auxquels la conservation d'une connectivité structurelle peut contribuer. Toutefois, il faut être conscient que la conservation des services écologiques nécessite l'utilisation d'un ensemble de stratégies dans lesquelles s'insèrent les corridors naturels. À eux seuls, les corridors naturels n'assureront pas le maintien de l'ensemble des services écologiques.



Aménagement d'un corridor riverain boisé du bassin versant du ruisseau Rouge
© Comité de bassin versant de la rivière Ticouapé (CBVRT)



1. Les **services de soutien** sont à la base du fonctionnement de tous les biens et services écologiques.
 - Habitats et biodiversité
 - Formation et rétention des sols
 - Cycle des éléments nutritifs et de l'eau
2. Les **services de régulation** profitent directement et indirectement aux humains en contrôlant certains paramètres environnementaux tels que le débit des rivières ou la qualité de l'air.
 - Régulation du climat local et global (adaptation aux changements climatiques)
 - Purification (filtration) de l'eau, de l'air (polluants atmosphériques et odeurs) et des sols
 - Capture et séquestration du carbone
 - Favorise la pollinisation et la dispersion des semences
 - Atténuation des inondations et des sécheresses
 - Contribution au contrôle de l'érosion hydrique et éolienne
 - Contribution au contrôle des ravageurs agricoles et forestiers
3. Les **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..
 - Production de biens commerciaux (foresterie, tourisme, agroforesterie, etc.)
 - Approvisionnement en eau douce, irrigation
 - Sources d'énergie alternatives et réduction de la consommation d'énergie
 - Composés médicinaux et pharmaceutiques
 - Augmentation de la diversité génétique des cultures nourricières
4. Les **services socioculturels**, enfin, procurent des bénéfices non matériels. Intangibles, ces services incluent l'expérience spirituelle, le plaisir associé à des activités récréatives ou culturelles, ainsi que la valeur pédagogique offerte par la nature et le sens d'appartenance.

2.4 Répercussions négatives possibles

Bien qu'il ne fasse aucun doute que le mouvement des animaux et des plantes ainsi que la circulation du vent, de l'eau, des nutriments et de l'énergie entre les habitats soient des éléments clés du fonctionnement des écosystèmes naturels (Forman 1995; Wiens 1995), la relative nouveauté du concept de corridors porte plusieurs scientifiques à se questionner sur l'efficacité concrète des corridors naturels. Il est en effet difficile de prouver qu'il existe une relation directe entre la configuration spatiale des habitats et la façon dont les organismes se déplacent réellement dans le paysage, à cause de la complexité des mesures nécessaires pour valider ou invalider ces modèles (Chetkiewicz et coll. 2006).

De plus, il demeure que si les corridors naturels ne sont pas aménagés convenablement, ils peuvent entraîner des inconvénients considérables à l'environnement et à la collectivité. Bennett (2003) liste les inconvénients suivants suite à la restauration ou le maintien de corridors naturels ne répondant pas adéquatement aux besoins du site :

- Ils peuvent accroître la dispersion d'espèces indésirables telles les pestes, les mauvaises herbes et les espèces exotiques (Figure 2-6), une dispersion de maladies et une introduction de nouveaux gènes qui pourraient modifier les adaptations locales et promouvoir l'hybridation entre des taxons auparavant de répartition disjointe.
- Ils peuvent aussi accroître l'exposition des animaux aux prédateurs, à la chasse, au braconnage, à d'autres sources de mortalité (ex. collision routière), aux compétiteurs pour un même habitat et aux parasites.

Ces effets sont souvent observés dans les corridors naturels construits par l'humain, mais de façon inconsciente. Par exemple, la végétation des abords routiers, celle des fossés, les friches des lignes de transport d'énergie et des gazoducs ainsi que les plantes qui envahissent les clôtures agricoles non entretenues sont des corridors naturels qui n'ont pas été créés dans ce but (Maheu-Giroux et De Blois 2007 et Jodoin et coll. 2008). Comme ils ne sont pas intentionnels, ces corridors peuvent représenter un danger potentiel pour leurs utilisateurs (Hilty et coll. 2006). Au Québec, les gazoducs et lignes de transport d'énergie sont des milieux ouverts prisés par la grande faune tels le caribou (Sebbane et coll. 2002) et l'orignal, mais ces corridors ne sont pas sans danger puisqu'ils se situent souvent à proximité d'infrastructures routières avec lesquelles ils s'entrecroisent (Tecsult inc. 2007).

Une localisation réfléchie et une gestion adaptée des habitats servant de corridors doivent pouvoir compenser leurs effets néfastes. À cet effet, il existe un vaste éventail de publications scientifiques soutenant une prise de décision éclairée (Bentrup 2008). Il est aussi essentiel de travailler en concertation avec des experts habilités afin de planifier adéquatement la restauration des corridors naturels.

Une localisation réfléchie et une gestion adaptée des habitats servant de corridors doivent pouvoir compenser leurs effets néfastes.



Figure 2-6 Espèces exotiques envahissantes

3 Planification de la connectivité

On comprend maintenant l'importance de conserver la connectivité. Mais comment identifier ses éléments et surtout comment déterminer lesquels méritent d'être préservés? Il est difficile d'établir une méthodologie universelle de conception d'un réseau écologique, car chaque projet est spécifique à la région considérée et aux objectifs de conservation à atteindre (Jongman et coll. 2004). Cependant, plusieurs auteurs résument en quelques étapes la démarche méthodologique menant au design de corridors naturels (Beier et coll. 2011, Bernier 2012 et Bernier et coll. 2013). Pour ce rapport, nous avons adapté ces modèles en huit étapes (Tableau 3-1). À chaque étape, les intervenants, en provenance de différents secteurs d'activités, sont appelés à se questionner afin d'orienter la démarche selon les objectifs poursuivis par le biais d'ateliers et de rencontres formelles.

1. Établir l'objectif ;
2. Définir l'aire d'étude;
3. Récolter les données;
4. Identifier les noyaux de conservation ;
5. Créer les corridors ;
6. Optimiser la cartographie de la connectivité ;
7. Valider les corridors ;
8. Mise en œuvre de la connectivité.



Tableau 3-1 Synthèse de la démarche de planification

Étapes de la démarche	Description de la démarche
Étape 1 Établir l'objectif	Il est possible de regrouper l'ensemble des objectifs en deux grandes catégories : Connectivité structurelle : 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.) Connectivité fonctionnelle : maintien des populations fauniques et floristiques (déplacement, adaptation aux changements climatiques, protection de l'habitat d'espèces en situation précaire, etc.)
Étape 2 Définir l'aire d'étude	Délimiter la zone d'étude selon votre objectif. On regroupe en quatre catégories les échelles de connectivité : - Connectivité continentale : plus d'un million d'hectares (continent ou pays) - Connectivité nationale : plus de milliers d'hectares (province, ensemble physiographique) - Connectivité régionale : plus d'une centaine d'hectares (région administrative) - Connectivité locale : moins d'une centaine d'hectares (municipalité, mosaïque d'habitats, etc.)
Étape 3 Récolter les données	Plusieurs données numériques et papiers sont nécessaires pour identifier les éléments du réseau écologique.
Étape 4 Identifier les noyaux de conservation	Cette étape consiste à identifier les habitats d'intérêt à relier entre eux. Trois méthodes habituelles peuvent être utilisées : - Identification visuelle : consiste à identifier visuellement les noyaux de conservation (ex. aires protégées) - Analyse multicritère : consiste à sélectionner les noyaux de conservation à partir de critères normalisés et pondérés. - Analyse selon l'indice de qualité d'habitat : consiste à réaliser des analyses algorithmiques visant à sélectionner les milieux naturels présentant la meilleure qualité d'habitat pour la ou les espèces ciblées
Étape 5 Créer les corridors	Cette étape consiste à identifier les corridors naturels reliant les noyaux de conservation. Deux méthodes peuvent être utilisées : - Identification visuelle : consiste à identifier visuellement les corridors naturels - Analyse informatisée : consiste à utiliser différents logiciels informatisés pour identifier les corridors naturels. Il existe deux méthodes habituelles : opérateurs morphologiques et les analyses de perméabilité.
Étape 6 Optimiser la cartographie des corridors naturels	Évaluer la qualité des corridors et choisir le tracé optimal selon trois thèmes : - Unicité : largeur du corridor, rétrécissements, longueur, nombre et dimension des interruptions - Valeur écologique : espèce particulière, hétérogénéité et qualité des habitats et statut du milieu naturel - Potentiel de gestion : tenure des terres, affectation et zonage, potentiel économique, etc.
Étape 7 Valider les corridors	La validation vise à vérifier si l'occupation du sol n'a pas changé depuis la production des couches numériques et à évaluer la qualité des écosystèmes constituant les corridors et leurs utilisations par la faune.
Étape 8 Mise en œuvre	Aboutissement du processus , la mise en œuvre comprend les différents outils légaux et techniques de conservation des éléments de connectivité (acquisitions, servitudes de conservation, aménagement écosystémique, agroenvironnement, etc.).

Si vous désirez aller plus loin dans l'application de cette démarche, nous vous invitons à consulter les références suivantes :

- Guide de conservation des corridors forestiers en milieu agricole (Duchesne et coll. 1999)
- Identification et caractérisation des corridors écologiques adjacents au parc de la Gatineau (Del Degan Massé 2012)
- Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes, étude de cas au lac Saint-Pierre (Jobin et coll. 2013)
- Protocole d'identification des corridors et passages fauniques (Gratton 2014b)

La concertation, la clef du succès...

La concertation des acteurs s'avère essentielle tout au long de la démarche afin de présenter, valider et bonifier les réflexions et les résultats des différentes phases. Elle permet aussi de développer des partenariats d'action pour la conservation des corridors naturels. Elle peut interpeler les ministères, MRC et municipalités, les groupes environnementaux et de mise en valeur (organisme de bassin versant, Agence forestière, organisme de conservation, etc.) et les organismes de propriétaires privés (UPA, association de chasseurs et pêcheurs, etc.).

3.1 Établir l'objectif

La première étape consiste à déterminer les objectifs de connectivité poursuivis. Les objectifs sont d'abord définis en fonction de la problématique et des priorités qui sont propres au paysage à l'étude, idéalement en collaboration avec les partenaires du projet. **Cette étape est essentielle dans la stratégie de conservation, car elle influencera directement le choix des analyses** qui aura à son tour des conséquences sur la configuration spatiale et la valeur écologique des corridors naturels et leurs possibilités d'implantation (Jongman et coll. 2004; Hawkins et Selman 2002 et Bernier et coll. 2013). Il est possible de regrouper les objectifs en deux grandes catégories :

a) *Connectivité structurelle*

La connectivité structurelle est définie comme « **Le 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 vise la conservation de relations physiques entre les composantes naturelles du paysage, indépendamment de leur fonctionnalité pour les organismes vivants. Pour ce type de connectivité, les analyses ne considèrent pas les données comportementales des espèces vivantes. Les objectifs visés par la connectivité structurelle portent habituellement sur les services écologiques rendus par les processus écologiques des milieux naturels à la collectivité. Il peut s'agir de : conserver les bandes riveraines, conserver la connectivité hydraulique entre des milieux humides, améliorer l'esthétique du paysage et réduire l'érosion éolienne. **En somme, il s'agit de réaliser une analyse du paysage qui ne tient pas en compte les processus qui déterminent l'abondance et la répartition des espèces.**

Étape primordiale du projet, l'établissement des objectifs de connectivité influence directement la configuration spatiale du réseau écologique.



b) Connectivité fonctionnelle

Le concept de connectivité fonctionnelle est défini comme « **Le 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.** ». Cette définition met l'accent sur le fait que le type, la superficie et l'organisation spatiale des habitats, et/ou de l'utilisation du territoire, dans le paysage influencent le déplacement des espèces et, ultimement, la dynamique des populations et la structure des communautés (Taylor et coll. 2006). Bien plus qu'une simple initiative visant à établir des corridors reliant les milieux naturels (connectivité structurelle), la connectivité fonctionnelle résulte d'une interaction entre un processus comportemental (le besoin de se déplacer des espèces) et la structure du paysage.

La distinction est importante, car d'une part, les habitats n'ont pas besoin d'être structurellement connectés pour être fonctionnels. Plusieurs espèces, comme les oiseaux, ont la capacité de traverser des milieux inhospitaliers sur une certaine distance. D'autre part, un haut degré de connectivité structurelle ne procure pas nécessairement une connectivité fonctionnelle si les corridors entre les parcelles d'habitat ne sont pas utilisés par les espèces ciblées (Taylor et coll. 2006). Ce type de connectivité va répondre à des objectifs qui visent spécifiquement un besoin fonctionnel de la faune ou de la flore. Il peut s'agir de : assurer une dispersion des espèces floristiques, favoriser le déplacement de la faune d'intérêt économique, favoriser le déplacement de la faune ou la flore en situation précaire, identifier les corridors naturels pouvant soutenir la pollinisation naturelle en milieu agricole et favoriser le déplacement de la faune à grand domaine vital.

Pour aller plus loin ...

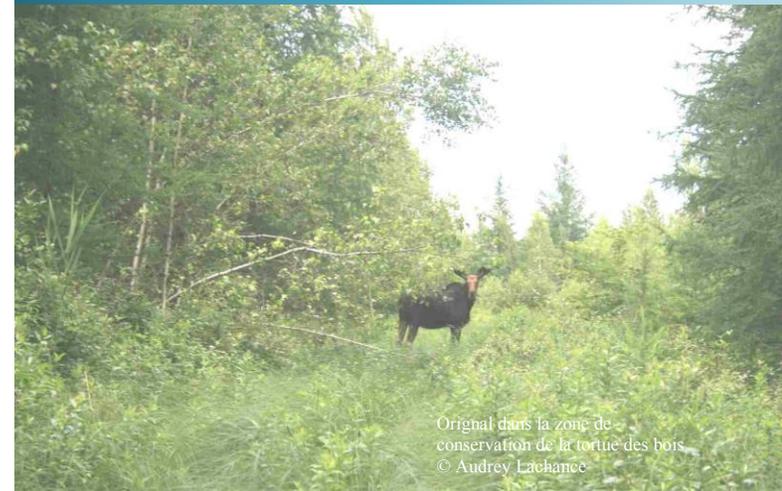
Sélection d'espèces cibles

Si les objectifs de connectivité visent à favoriser le déplacement de la faune ou de la flore, vous allez être appelé à sélectionner une espèce ou un groupe d'espèces représentatifs de votre objectif.

Si les objectifs de connectivité visent à protéger des écosystèmes particuliers, les espèces sélectionnées devraient être représentatives des différents types d'habitat et de fonctions écosystémiques associés à ces milieux de façon à concevoir le réseau le plus fonctionnel possible (Hilty et coll. 2006).

De plus, si les objectifs visent l'atteinte du maintien de certains services écologiques, il est possible de cibler certaines espèces ou groupes d'espèces pouvant être affectés par cet objectif. Par exemple, si vous envisagez de restaurer les bandes riveraines, il est possible de faire une analyse fonctionnelle sur le déplacement de la loutre ou du vison.

Un corridor naturel étant souvent lié aux espèces utilisatrices, il est important de définir celles qui doivent être considérées dans l'étude et le rôle que chacune doit jouer. Il faut aussi connaître les informations relatives à ces espèces et les limites de ces données.



Original dans la zone de conservation de la tortue des bois
© Audrey Lachance

Pour aller plus loin ...

On regroupe en deux étapes le choix de l'espèce.

Étape 1 : Identification du groupe d'espèces d'intérêt

L'étape 1 consiste à identifier le groupe d'espèces d'intérêt représentatif des objectifs de connectivité. Sans être exhaustive, la liste présentée à l'Annexe 1 (Tableau 1) présente les principaux groupes d'intérêt. Il peut s'agir, par exemple, des espèces à statut précaire présentes dans notre aire d'étude ou des espèces d'intérêt économique (ex. chasse).

Étape 2 : Identification de l'espèce indicatrice du groupe d'intérêt

L'étape 2 consiste à identifier une espèce indicatrice du groupe d'intérêt ciblé à l'étape 1, car la prise en compte de l'ensemble des espèces exige un travail colossal. En regroupant les espèces selon leur écologie et leurs fonctions, il devient possible d'identifier des espèces représentatives de conditions écologiques données. Ces espèces deviennent ainsi des « indicateurs » pour notre groupe d'espèces d'intérêt ciblé à l'étape 1. On regroupe les espèces indicatrices en quatre catégories présentées à l'Annexe 1 (Tableau 2). L'approche par espèces indicatrices permet d'identifier des balises pour différentes caractéristiques-clés d'habitat et ainsi de guider les éléments d'analyse. **Veillez noter cependant qu'il n'est pas toujours nécessaire d'avoir une espèce indicatrice du groupe d'intérêt. Un groupe d'espèces ayant les mêmes exigences écologiques peut suffire à l'analyse (ex. passereaux d'intérieur des forêts; oiseaux de marais).**

3.2 Définir l'aire d'étude

La seconde étape consiste à déterminer l'aire d'étude concernée par nos objectifs. Ces limites permettent de circonscrire le territoire ciblé pour les analyses. **Le choix de l'aire d'étude est influencé par les objectifs poursuivis, les données existantes et les efforts techniques et financiers disponibles.** L'aire d'étude influencera à son tour les résultats de connectivité et les précisions de l'analyse. Les limites de l'aire d'étude ne sont pas immuables. Les données recueillies lors des étapes subséquentes d'analyses peuvent permettre de mieux la circonscrire.

Tel qu'expliqué précédemment, la connectivité peut être adaptée à une grande variété d'échelles spatiales (Poiani et coll. 2000). En effet, des réseaux écologiques peuvent être conçus à l'échelle locale pour préserver une population d'une espèce donnée ou encore viser la conservation de la biodiversité dans le cadre de stratégies régionales, nationales ou continentales.

Pourquoi pas chercher chez le voisin ?

Dans le cadre de votre analyse, il est suggéré d'ajouter une revue des projets de corridors ayant été faits dans les régions adjacentes à votre aire d'étude. Cela permet d'ajouter une considération spatiale qui déborde du territoire à l'étude. Les corridors projetés pourraient alors se connecter aux corridors voisins et être complémentaires.



3.3 Récolter les données existantes

De nombreuses sources de données en format numérique ou papier peuvent servir à évaluer le contexte biophysique qui permettra à la fois, si c'est possible, d'identifier les corridors et d'optimiser le réseau écologique. L'Annexe 2 énumère les principales sources de données (Jobin et coll. 2013 et Gratton 2014b).

Dans le choix des données, quelques réflexions doivent être abordées. Bernier (2012) mentionne que la disponibilité et la qualité des données peut grandement influencer les méthodes qu'il est possible d'utiliser. Par exemple, même si la qualité de l'habitat pour une espèce donnée dépend de paramètres tels que la disponibilité de nourriture, la présence d'abris et la relation avec les espèces prédatrices, il existe rarement des données géoréférencées sur ces paramètres car ils sont difficiles à cartographier (Beier et coll. 2008). Il faut donc choisir des données plus courantes qui renseignent indirectement sur ces paramètres, comme l'occupation du sol, la densité de routes et la topographie. Traduire ces données en valeurs de qualité de l'habitat implique de faire des suppositions qui sont le plus souvent soutenues par l'opinion d'experts et la littérature (Clevenger et coll. 2002).

Des données empiriques obtenues par des inventaires ou par radio-télémetrie peuvent aussi être utilisées pour mettre en relation la présence ou le comportement d'individus d'une espèce cible avec différents paramètres du territoire. Les données empiriques ne sont toutefois pas exemptes d'incertitudes. De plus, elles ne peuvent être obtenues aussi facilement pour toutes les espèces et deviennent rapidement trop coûteuses si plusieurs espèces cibles sont considérées (Newell 2006).

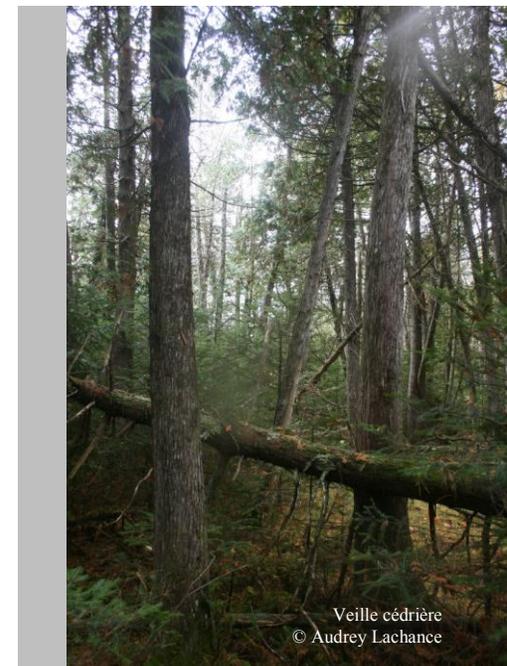
3.4 Identifier les noyaux de conservation à connecter

Une fois les objectifs et l'aire d'étude identifiés, il faut identifier les noyaux de conservation à connecter. Un noyau de conservation est une aire ayant une taille suffisante, un couvert naturel adéquat et une qualité acceptable pour servir d'habitat source pour plusieurs espèces caractéristiques d'une région ou pour certaines espèces focales. Ces milieux naturels contribuent à assurer le maintien de populations d'espèces et abritent des écosystèmes suffisamment grands pour maintenir un régime de perturbations naturelles.

Les noyaux de conservation peuvent être identifiés selon trois méthodes : **identification visuelle**, **analyse multicritères** et **analyse d'indice de qualité d'habitat**. Pour bonifier le travail, ces analyses peuvent également être combinées afin de retenir un éventail plus complet d'habitats et d'espèces d'intérêt. En outre, elles peuvent aussi être accompagnées d'avis d'experts ou d'intervenants connaissant bien le territoire (chasseurs, trappeurs, ornithologues et botaniste amateurs, autochtones) et pouvant identifier les milieux naturels d'intérêt.

a) Identification visuelle

L'identification visuelle consiste à identifier les noyaux de conservation par le biais de cartes ou de couches numériques illustrant ces noyaux (aires protégées, écosystèmes forestiers exceptionnels, parcs régionaux, boisés résiduels, éléments du paysage d'intérêt, etc.)



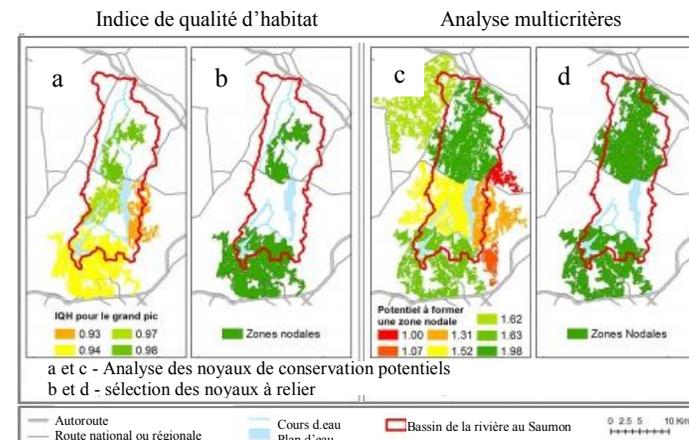
b) Analyse multicritères

L'analyse multicritères consiste à sélectionner les noyaux de conservation à partir de critères normalisés et pondérés (Figure 3-1). Le résultat est un poids relatif attribué à chacun des noyaux qui permet de retenir les milieux les plus favorables du point de vue écologique (Bernier 2012). Les critères utilisés peuvent être, par exemple, la superficie du milieu, le degré de connectivité, la rareté et le niveau d'exposition aux pressions anthropiques (Geneletti 2004).

Au Québec, la majorité des études sont réalisées selon une approche multicritères combinée à la prise en compte du réseau d'aires protégées. Initialement utilisée par *Conservation de la nature*, cette méthodologie a rapidement été réutilisée par diverses organisations (Jobin et coll. 2013, Gratton 2010, Coulombe et Nadeau 2013; Gratton et Desautels 2011a, 2011 b et 2013; Gratton et coll. 2012, CRECQ 2012a; Gratton 2014a et CMQ 2014).

c) Analyse d'indice de qualité d'habitat

En ce qui a trait aux indices de qualité d'habitat (IQH), il s'agit d'analyses algorithmiques visant à sélectionner les milieux naturels présentant la meilleure qualité d'habitat pour la ou les espèces ciblées. Ces analyses doivent être adaptées et validées pour chacune des régions naturelles. Des validations d'IQH ont été réalisées au Centre-du-Québec pour la gélinotte huppée et le lièvre d'Amérique.



Noyaux de conservation sélectionnés selon l'approche de l'indice de qualité d'habitat (a, b) et selon l'analyse multicritères (c, d).

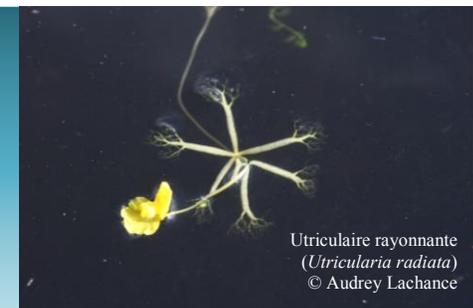
*Figure 3-1 Exemple de noyaux de conservation
Adapté de Bernier et coll. (2013)*

3.4.1 Détermination des milieux naturels à connecter

Une fois les noyaux de conservation ciblés, on identifie ceux qui seront connectés entre eux. Il s'agit de sélectionner les points de départ et les points d'arrivée de nos réseaux. Certains auteurs parlent de paires de fragments à connecter. Ces choix auront un impact considérable sur les corridors naturels identifiés. Beier et ses coll. (2012) fournissent quelques suggestions et mises en garde pour identifier les fragments à relier :

- Connecter chaque bloc à au moins un voisin, excepté si ce dernier présente des répercussions négatives possibles pour la faune ou la flore (ex. trappe écologique);
- Créer plus d'une connexion pour un grand bloc ou un groupe de grands blocs;
- Ne pas dessiner un lien qui traverse un milieu trop différent du milieu représenté dans le bloc (connectivité improbable);
- Minimiser les redondances en supprimant en priorité les liens qui traversent des couverts et des usages du sol trop différents;
- Ne pas supprimer un lien dont l'occupation du sol est identique à celle des blocs même si la connexion peut être établie.

Une récente étude de l'Université McGill a démontré qu'il était possible d'analyser la connectivité en identifiant les axes de connexions du nord au sud et de l'est à ouest. Ainsi, aucun noyau de conservation et paires de fragments ne sont identifiés. Cette technique limite la subjectivité liée à ces choix (Pelletier et coll. en prép.).



3.5 Créer les corridors

Une fois nos objectifs identifiés, notre aire d'étude établie et les milieux naturels à relier identifiés, il faut sélectionner une approche d'analyse et créer les corridors. Les méthodes pour déterminer le tracé des corridors peuvent être regroupées en deux catégories : **interprétation visuelle et l'approche assistée par ordinateur**. En fonction des outils disponibles et des objectifs, vous serez en mesure de choisir l'approche d'analyse préférentielle.

a) *L'interprétation visuelle*

L'interprétation visuelle consiste à analyser des cartes visuellement et déterminer les corridors selon des critères déterminés (proximité, utilisation du sol, paysage, etc.) (Duchesne et coll. 1998). Ces critères sont sélectionnés selon notre objectif et la volonté de rendre les corridors fonctionnels ou pas. Cette approche exige plusieurs interventions manuelles et le recours à des outils informatisés tels que des images géoréférencées et des logiciels de géolocalisation (ex. Google Earth).

L'interprétation visuelle est habituellement indiquée pour les projets avec une aire d'étude restreinte ou locale, ou encore pour une analyse de déplacement de la faune basée sur des suivis télémétriques. Elle est aussi utilisée pour certaines analyses de connectivité structurelle qui ne nécessitent pas une interprétation géomatique.

L'interprétation visuelle est avantageuse pour les projets de petite superficie (ex. corridor naturel de la tortue des bois) ou visant l'atteinte de corridors structurels.

b) L'approche assistée par ordinateur

Cette approche est basée sur une analyse spatiale automatisée à l'aide de système d'information géographique (SIG). Il existe deux types d'analyse: les **opérateurs morphologiques** et les **analyses de perméabilité**. Ces analyses s'adaptent aussi bien à un territoire de petite ou de grande dimension. La seule limitation étant, en fait, reliée à la disponibilité et à la précision des documents cartographiques numériques. En somme, il s'agit de deux analyses informatisées basées sur l'attribution de valeurs aux éléments du paysage et réalisées selon deux analyses (étapes) principales :

La première analyse consiste à attribuer des valeurs quantitatives aux éléments du paysage (ex. forêt, friche, boisé urbain, etc.) en fonction de la probabilité que ces éléments contribuent à la connectivité. Ce qui consiste à faire le lien entre les caractéristiques de l'occupation du sol et leur influence sur les déplacements d'une espèce donnée (Adriaensen et coll. 2003). Il existe différentes méthodes pour ce faire, mais généralement, cette valeur est déterminée à partir de la littérature et d'opinions d'experts. Il est aussi possible d'analyser des données empiriques (présence/absence, chemins observés par radio-téléométrie, analyses génétiques) pour estimer les déplacements réels des animaux ou la présence d'espèces floristiques (Beier et coll. 2008). Ce travail génère une couche matricielle (ou matrice de résistance aux déplacements) qui servira de base pour l'identification des corridors. (Andriaensen et coll. 2003, Jobin et coll. 2013 et Vogt et coll. 2007).

Les opérateurs morphologiques représentent le paysage en deux classes: habitat favorable et non-favorable. À partir des règles de proximité, les opérateurs morphologiques permettent l'identification des éléments structuraux d'intérêt (Bernier et coll. 2013).

Les analyses de perméabilité traduisent la difficulté de mouvement des espèces ciblées associée à chaque pixel de la carte (Beier et coll. 2008). L'attribution des valeurs aux pixels est basée sur la fonctionnalité de la connectivité.

La deuxième analyse consiste à déterminer le tracé optimal des corridors à partir de la couche matricielle (matrice de résistance aux déplacements). Cette étape identifie des règles de proximité entre les éléments du paysage. Les règles de proximité dictent les paramètres favorables à la continuité des éléments du paysage connectés et offrant le moins de résistance aux déplacements des espèces. Par exemple, la distance entre deux forêts pour le déplacement des oiseaux ou la superficie du corridor naturel visant une meilleure filtration de l'eau. Les paramètres utilisés habituellement sont: largeur du corridor, longueur du corridor, nombre et dimension des interruptions, étranglement (rétrécissement), hétérogénéité des habitats et intensité de l'utilisation anthropique du milieu.

Là encore, plusieurs méthodes peuvent être utilisées, les principales étant basées sur : la plus faible résistance cumulative aux déplacements, comme les chemins et les corridors de moindre coût (Beier et coll. 2008), la théorie des circuits où la résistance aux déplacements dans le paysage est traitée comme la résistance au passage du courant dans un circuit électrique (McRae et coll. 2008), la théorie des graphes (Foltête et coll. 2012) et les modèles simulant le déplacement d'individus dans le paysage (Hargrove et coll. 2005). La section suivante - *Pour aller plus loin* - explique chacune d'elle. Ce travail générera une couche vectorielle où sera identifié l'ensemble des corridors naturels potentiels qui pourront être priorisés par la suite.

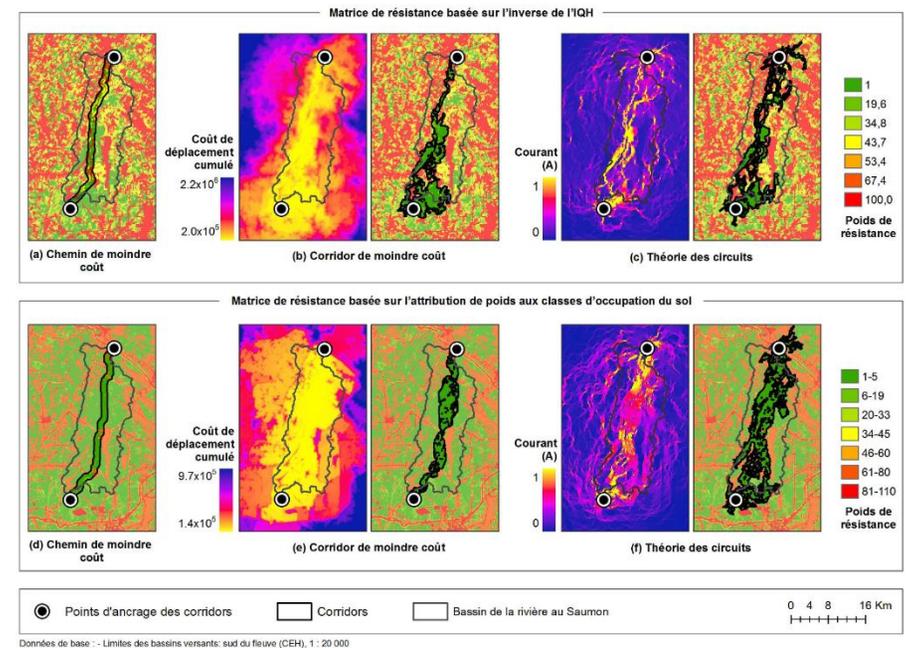
Pour aller plus loin ...

Création des tracés de corridor

Il existe plusieurs méthodes pour identifier les tracés des corridors. Les trois méthodes les plus utilisées sont illustrées à la Figure 3-2 (Bernier et coll. 2013):

Chemins de moindre coût : basés sur le coût cumulé le plus faible aux déplacements entre deux points (Figure 3-2 a et d). On obtient un tracé linéaire.

Corridors de moindre coût : basés sur une matrice du coût minimal de transit où l'on cumule les coûts de déplacement dans un corridor donné (Figure 3-2 b et e). On génère le corridor de moindre coût à partir du tracé linéaire du chemin de moindre coût (Beier et coll. 2008). Pour cette approche, il faut déterminer une valeur seuil de largeur minimale. Il est possible de générer plusieurs corridors avec un coût cumulé faible totalisant différentes superficies.



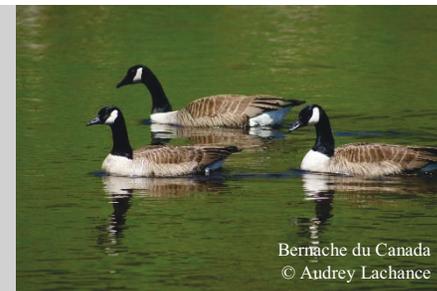
Tracé des corridors obtenus selon les trois méthodes étudiées : le chemin de moindre coût (a, d), le corridor de moindre coût (b, e) et la théorie des circuits (c, f), pour deux méthodes d'analyse de la matrice de résistance (analyse multicritère (d, e, f) et analyse selon l'indice de qualité d'habitat (a, b, c))

Figure 3-2 Sommaire des méthodes de tracés des corridors selon l'approche de perméabilité
Bernier et coll. (2013)

Pour aller plus loin ...

Théorie des circuits : basée sur la résistance aux déplacements dans le paysage traitée comme un circuit électrique (Figure 3-2 c et f) (McRae et coll. 2008). La matrice de résistance est utilisée pour faire passer un courant. Les zones comportant un courant élevé permettent d'identifier les corridors potentiels, car elles indiquent une probabilité élevée qu'un individu s'y déplace de façon aléatoire.

Voici quelques logiciels facilement accessibles pour mener à bien ce type d'analyse : la boîte à outils géospatiaux CorridorDesigner v.02 , le logiciel ArcGIS v10 d'ESRI, l'outil d'analyse spatiale Fragstats v4.2, Circuitscape, Linkage Mapper et plusieurs autres. Il est possible de consulter la liste sur le site internet suivant : <http://www.natureserve.org/biodiversity-science/publications/tools-landscape-level-assessment-and-planning>



3.6 Optimiser la cartographie des corridors

Une fois les composantes du réseau désignées, il est possible de procéder à une optimisation du réseau écologique afin d'améliorer le niveau d'atteinte des objectifs de conservation. Cette étape permet de regrouper les informations nécessaires à l'identification des corridors présentant des conditions optimales pour l'atteinte des objectifs de conservation que l'on s'est fixés. Dans le cadre de cette étape, les caractéristiques écologiques, sociales et économiques, tout comme la participation des acteurs locaux, représentent les composantes clés du processus de sélection (Beier et coll. 2008 et Del Degan, Massé 2013). Par exemple, si nous cherchons à localiser le déplacement de la faune pour limiter les accidents routiers, nous superposerons aux corridors identifiés des informations d'indice de présence, de pistage, des données de récupération de carcasses, etc.

La littérature expose plusieurs paramètres d'évaluation d'un corridor qui varient selon le territoire. Dans la plupart des cas, ils se répartissent en trois thèmes (Beier et coll. 2008; Bentrup 2008) :

- **Unicité**, déterminée par la largeur du corridor et ses rétrécissements, sa longueur, et le nombre et la dimension des interruptions du corridor ;
- **Valeur écologique**, déterminée par la présence d'espèces particulières, l'hétérogénéité et la qualité des habitats ainsi que le statut du milieu naturel (ex. aire protégée) ;
- **Potentiel de gestion**, déterminé par l'utilisation des terres ou encore de leur potentiel d'utilisation au sein du corridor (ex. potentiel agricole des friches), le zonage et l'affectation des terres au sein du corridor, et les services écologiques que ce dernier peut fournir à la communauté.

Une grille de pointage est habituellement élaborée afin de quantifier la valeur du corridor dans l'atteinte des objectifs fixés. **On peut décider de comptabiliser séparément les pointages des différents critères (ex. potentiel agricole) afin de les comparer par la suite ou de les additionner afin d'obtenir une valeur totale.** Le Tableau 3-2 présente un exemple de grille tiré de Del, Degan, Massé (2013). Nous vous invitons à consulter cette étude pour en connaître davantage sur chacun de ces paramètres.

Finalement, il est utile d'identifier les barrières et les sources de pressions anthropiques qui peuvent nuire à la fonctionnalité des corridors. En effet, l'implantation d'un réseau écologique ne permettra pas nécessairement d'atteindre les objectifs de conservation si aucune mesure de mitigation n'est appliquée pour contrer l'impact des obstacles majeurs présents dans le paysage (Beier et coll. 2008).

Tableau 3-2 Répartition du pointage selon les critères

CRITÈRE	POINTAGE	TOTAL
UNICITÉ		90
Géographique	30	
Groupes fonctionnels	60	
VALEUR ÉCOLOGIQUE		70
Potentiel de connexion	20	
Diversité des habitats	10	
Qualité des habitats	10	
Espèces en péril	30	
Effet de bordure	- 10	
Fragmentation	- 10	
Étranglements	- 10	
POTENTIEL DE GESTION		40
Présence des terres publiques	20	
Zonage	10	
Services écologiques	10	
TOTAL		200

Del Degan, Massé (2013)



Pour aller plus loin ...

Prioriser en fonction des services écologiques ...

Une autre façon de prioriser les corridors naturels est de quantifier leur contribution au maintien des services écologiques. Récemment, dans le cadre d'une cartographie de trois fonctions écologiques des milieux humides à l'aide d'indicateurs spatiaux, Mathieu Varin (2013) a développé un modèle d'évaluation des services écologiques à l'échelle d'un territoire. En couplant le modèle de Varin (2013) à une analyse de corridors naturels, il est possible d'évaluer la valeur relative de la contribution des corridors naturels au maintien des services écologiques. La Figure 3-3 illustre la proposition de prise en compte des services écologiques dans le cadre d'une analyse de connectivité tirée de Bernier (2012).

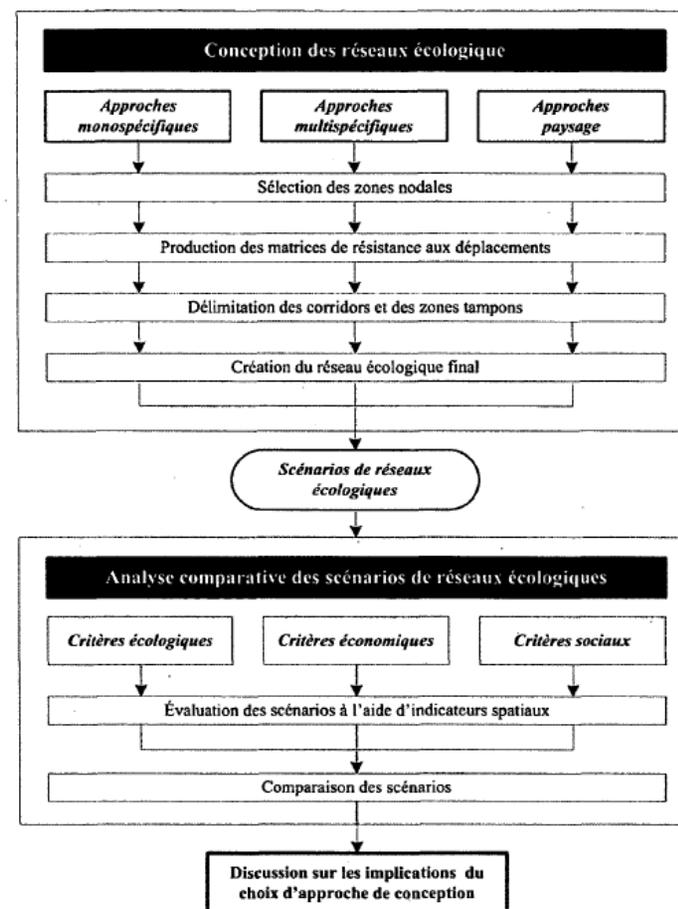


Figure 3-3 Organigramme méthodologique de l'évaluation des services écologiques dans une analyse de connectivité Bernier, (2012)

3.7 Valider les corridors naturels

Comme pour tous les modèles basés sur les analyses géomatiques de données numériques, une validation finale de l'emplacement des corridors sur le terrain est essentielle afin de bien planifier la stratégie de mise en œuvre (Clevenger et Huisjer 2011). Elle vise d'une part à vérifier si l'occupation du sol n'a pas changé depuis la production des couches numériques, la qualité des écosystèmes constituant les corridors et, d'autre part, si les corridors sont utilisés par la faune (présence ou signes de présence d'espèces cibles et en situation précaire). Il est aussi pertinent d'identifier les menaces et facteurs pouvant altérer les fonctions des corridors tels que les éléments de fragmentation et les facteurs de stress.

L'interprétation d'images satellitaires ou de photographies aériennes récentes, un survol aérien et la prise de photos obliques ou encore des inventaires terrains permettent de valider tout changement dans l'occupation du sol. Pour valider l'utilisation des corridors par la faune, les inventaires aériens pour le gros gibier, la télémétrie ou les inventaires fauniques sont utilisés (Figure 3-4) (Gratton 2014b).

Un exemple intéressant est celui de l'organisme Corridor Appalachien qui a réalisé une validation terrain des aspects physiques, (ex. éléments que la faune ne peut franchir), des éléments biologiques (ex. types de peuplements, densité de végétation, types d'habitat) et de la présence de la faune dans les corridors naturels identifiés. Une technicienne, aidée de bénévoles, a identifié, photographié et géoréférencé les indices de déplacement faunique 12 à 48 heures après une chute de neige.



Figure 3-4 Exemples de la présence de la faune lors d'une validation terrain

3.8 Mise en œuvre de la connectivité

Aboutissement du processus, la mise en œuvre comprend les étapes et les différents outils légaux et techniques de conservation des éléments de connectivité. Une démarche de mise en œuvre peut être coordonnée par un organisme de conservation, un groupe régional et/ou une instance municipale. Dans chacun des cas, nous privilégions une approche multiple de concertation prenant en compte l'intendance privée et l'intendance publique.

Considérant que l'objectif du document ne vise pas spécifiquement la mise en œuvre de la connectivité, nous vous présentons un sommaire de quelques-uns des principaux outils de conservation. Nous vous conseillons fortement de consulter les ouvrages destinés plus particulièrement à ce sujet.

a) Intendance privée

L'intendance privée, parfois appelée conservation volontaire, pourrait être définie par l'ensemble des initiatives de conservation prises sous la gouverne de particuliers, de personnes morales de droit privé ou toute autre forme d'organisation à caractère privé (Girard 2014). Canards Illimités, Nature-Action Québec, Corridor appalachien et Conservation de la nature font certainement partie des organismes les plus connus en ce domaine au Québec. Depuis une dizaine d'années, les conseils régionaux de l'environnement, les agences forestières et les organismes de bassin versant figurent aussi parmi les acteurs d'importance en intendance privée.

La sensibilisation...

Votre démarche doit être accompagnée d'une constante sensibilisation des différents publics cibles à l'importance de la connectivité. Elle permettra une meilleure compréhension et adhésion des gens à vos objectifs de conservation.

Les principaux outils dont disposent les acteurs de l'intendance privée se divisent en trois catégories. La liste ci-dessous énumère quelques-uns des principaux outils d'intendance privée disponibles selon ces trois catégories.

1. Les outils de protection

- **La déclaration d'intention** est un engagement moral d'un propriétaire auprès d'un organisme de conservation en faveur de la conservation de l'intégrité du milieu naturel. Ce contrat n'a pas de portée légale et le propriétaire demeure propriétaire.
- **Le contrat ou le bail de location** à un organisme de conservation permet à l'organisme d'entreprendre des mesures de conservation sur une propriété qui ne lui appartient pas. Cette option a une certaine portée légale et comporte certaines restrictions pour le propriétaire qui seront identifiées dans le contrat.
- **La servitude de conservation** est une restriction imposée à une propriété en regard de ses usages. Le propriétaire garde son terrain, mais il transfère certains droits d'usage à un tiers. La servitude a une portée légale et permet l'admissibilité au soutien fiscal du Programme de dons écologiques du gouvernement fédéral.
- **La réserve naturelle en milieu privé** est un engagement légal (aire protégée) d'un propriétaire envers le gouvernement du Québec. Le propriétaire s'engage à protéger les attraits naturels de sa propriété en conformité avec la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel du Québec*. L'entente peut avoir une durée allant de 25 ans jusqu'à perpétuité.
- **La vente ou le don à un organisme de conservation** est possible lorsqu'un propriétaire cède ses droits de propriété. Le propriétaire est admissible au Programme de dons écologiques du gouvernement fédéral.

2. Les outils de mise en valeur

La mise en valeur ou l'utilisation durable du terrain permet à un propriétaire de conserver le milieu naturel tout en réalisant certains travaux forestiers, agricoles, industriels ou urbains. Voici quelques exemples d'outil de mise en valeur :

- **Plan d'aménagement forestier (PAF)**

Un PAF décrit la composition forestière des lots boisés, évalue les potentiels forestiers, agricoles et fauniques, identifie les milieux à protéger, clarifie les objectifs de gestion pour le boisé, organise les ressources afin d'assurer l'atteinte des objectifs fixés par les propriétaires forestiers.

- **Plan aménagement forêt-faune (PAFF)**

Le PAFF est un plan d'aménagement forestier contenant un important volet sur la faune. C'est un outil d'aménagement forestier durable, dont les objectifs sont de : favoriser l'intégration de l'aménagement de la faune à la sylviculture, contribuer au maintien de la biodiversité, augmenter les connaissances du propriétaire et de son conseiller forestier afin d'améliorer la prise de décision.

- **Plan d'aménagement multiressource avec options de conservation (PAMOC).** Le PAMOC permet aux gestionnaires de la forêt privée d'élaborer une planification des travaux qui intègre les éléments de conservation et de biodiversité. Cet outil permet également d'accompagner les propriétaires dans la mise en valeur de leur propriété. Ce type de plan, basé sur des plans d'aménagement forestier ainsi que des plans forêt-faune déjà existants, vise à faire connaître aux propriétaires de lots boisés

l'ensemble des ressources naturelles de leur propriété ainsi que les options de conservations appropriées pour en assurer la pérennité. Le PAMOC est une réalisation de Nature-Action Québec, en partenariat avec le Groupe Desfor.

- **Plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA)**

Le PAA permet de tracer le portrait global de la situation agroenvironnementale de l'entreprise, d'identifier l'ensemble des éléments à améliorer qui ont un impact sur l'environnement et, dans beaucoup de cas, sur le rendement de l'exploitation agricole, de trouver des solutions réalistes et efficaces pour résoudre certains problèmes ou améliorer la situation, d'avoir accès à de l'aide financière pour assurer un accompagnement et un suivi dans la mise en œuvre des solutions envisagées.

3. Les outils de restauration

La restauration permet à un propriétaire ou un organisme de remettre en état un milieu naturel ou de restaurer une connectivité perdue. Voici quelques exemples de projets de restauration :

- Aménager une bande riveraine élargie (plus de trois mètres) en milieu agricole;
- Aménager un milieu humide pour la sauvagine;
- Installer des nichoirs sur sa propriété;
- Installer des passages fauniques sur les routes.

Pour en savoir davantage sur les outils de protection

- Guide des bonnes pratiques en intendance privée – Aspects juridiques et organisationnels 2e éd (Centre québécois du droit de l'environnement (CQDE) 2002)
- La conservation volontaire, vous pouvez faire la différence (MDDELCC 2014)
- Tableau comparatif des principales options de conservation au Québec (Corridor appalachien)

Pour en savoir davantage sur les outils de mise en valeur

- Nature-Action Québec a produit des fiches informatives de la série *Pour une forêt pleine de ressource*, permettant de vulgariser l'information technique, de comprendre la valeur des milieux naturels et d'encadrer l'usage et la gestion de son terrain. <http://nature-action.qc.ca/pamoc/>
- Conservation et foresterie: Contribuer au maintien des forêts privées du Québec méridional. (Gratton et coll. 2011)
- Guide d'aménagement des espaces verts urbains pour les oiseaux (St-Georges 1999)
- Guide pratique d'aménagement faunique de la Fondation de la faune
- Le développement domiciliaire en milieu boisé, intervenir autrement pour mieux réussir (Ville de Québec 2005)
- Manuel d'accompagnement pour la mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole (Fondation de la faune et UPA 2011)

Pour en savoir davantage sur les outils de restauration

- Impacts sur les milieux agricoles de la fréquentation des oiseaux et de l'établissement de végétaux dans les haies brise-vent (Ferland 2000)
- Plantes exotiques envahissantes au Canada (Agence canadienne d'inspection des aliments 2008)
- Gestion et de contrôle des plantes envahissantes et nuisibles (Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale au Québec)
- Végétalisation des bandes riveraines (Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale au Québec)
- Guide sur le verdissement pour les propriétaires institutionnels, commerciaux et industriels. Contrer les îlots de chaleur urbains (Conseil régional de l'environnement de Montréal 2010)
- L'habitat des pollinisateurs en milieu agricole : éléments à considérer pour en assurer la conservation et la restauration au Québec (Ouellet 2013)
- Suivi de l'efficacité des passages à petite et moyenne faune sur la route (Jaeger et col. 2013)
- États des connaissances actuelles et réalisations récentes en gestion de la faune le long des routes au Québec : étude de cas des deux chantiers majeurs sur le territoire de la direction de la Capitale-Nationale du ministère des Transports du Québec (Ostiguy 2006)

b) Intendance publique

Pour sa part, l'intendance publique vise la conservation réalisée suite à des initiatives étatiques. Afin de réaliser des projets de conservation, l'État dispose d'un corpus législatif lui permettant de protéger certaines caractéristiques patrimoniales particulières, en fonction des buts et objectifs de la loi utilisée (Girard 2014). Les principales lois sont :

1. Gouvernement du Canada

- Loi sur les pêches (L.R.C., chapitre F-14)

La Loi sur les pêches contient deux principales dispositions visant à conserver et à protéger l'habitat du poisson (espèces de poissons d'eau douce et de mer).

- Loi sur les espèces en péril (L.R.C., chapitre 29)

Elle vise à prévenir la disparition des espèces sauvages du Canada et permettre le rétablissement et la gestion des espèces en péril.

- Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs (L.C., chapitre 22)

Cette loi permet d'assurer la conservation des populations d'oiseaux migrateurs en réglementant les activités humaines susceptibles de leur nuire (interdiction de prendre, de blesser, de détruire ou de molester les oiseaux migrateurs, leurs nids ou leurs œufs).

- Loi sur les espèces sauvages du Canada (L.R.C., ch. W-9)

La loi permet de créer, de gérer et de protéger des réserves d'espèces sauvages pour des activités de recherche sur les espèces sauvages, ou encore de conservation ou d'interprétation de ces espèces.

2. Gouvernement du Québec

- **Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., chapitre Q-2)**

Cette loi a pour objet de préserver la qualité de l'environnement, de promouvoir son assainissement et de prévenir sa détérioration. Un des moyens prévus par la législation est d'établir un régime préventif visant à soumettre certaines activités ou projets à l'obligation d'obtenir une autorisation préalable du MDDEFP.

- **Règlement sur les exploitations agricoles (REA) (L.R.Q., chapitre Q-2, article. 26)**

Le REA édicte des normes quant aux installations d'élevage, au stockage, à l'élimination ou à la valorisation des déjections animales, au retrait des animaux des cours d'eau et des bandes riveraines, et à l'augmentation des superficies cultivées dans les bassins versants dégradés.

- **Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (article 2.1 de la LQE)**

Cette politique accorde une protection minimale et adéquate aux lacs et cours d'eau du Québec.

- **Loi sur la conservation du patrimoine naturel (L.R.Q., chapitre C-61.01)**

Cette loi concourt à l'objectif de sauvegarder le caractère, la diversité et l'intégrité du patrimoine naturel du Québec. Elle vise à faciliter la mise en place d'un réseau d'aires protégées. La loi entend par aire protégée, « un territoire, en milieu terrestre ou aquatique, géographiquement délimité, dont l'encadrement juridique et l'administration visent spécifiquement à assurer la protection et le maintien de la diversité biologique et des ressources naturelles et culturelles associées ». Une fois qu'un territoire remplit les conditions de base d'une aire protégée, il se voit accorder l'une des 23 désignations légales.

- **Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (L.R.Q., chapitre E-12.01)**

Cette loi vise à protéger les espèces floristiques menacées et vulnérables désignées par le gouvernement québécois. Dans l'habitat d'une espèce menacée ou vulnérable, il est interdit d'exercer une activité susceptible de modifier les processus écologiques en place, la diversité biologique actuelle et les composantes chimiques ou physiques propres à cet habitat. Toutefois, le Ministre peut autoriser certaines activités.

- **Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (L.R.Q., chapitre C-61.1)**

Cette loi a pour objet la conservation de la faune et de son habitat et leur mise en valeur dans une perspective de développement durable.

- **Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (L.R.Q., chapitre P-41.1)**

Cette loi assure la pérennité, en zone agricole, de l'agriculture en favorisant la protection et le développement des activités et des entreprises agricoles. Une personne qui désire poser un acte que la loi interdit doit déposer une demande d'autorisation auprès de la CPTAQ.

- **Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (L.R.Q., chapitre A-18.1)**

Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs est responsable de l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État et de leur gestion. Il réalise la planification forestière, le suivi et le contrôle des interventions forestières, ainsi que le mesurage des bois. Le Ministère est responsable de l'attribution des droits forestiers. Cette Loi remplace depuis le 1^{er} avril 2013, la Loi

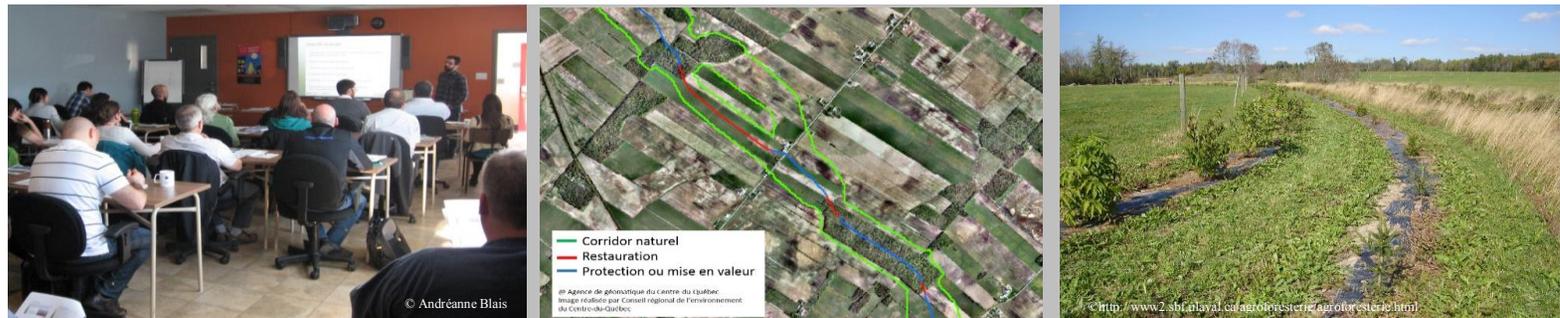
sur les forêts (L.R.Q., c. F-4.1). Le régime forestier institué dans le cadre de cette loi vise à implanter un aménagement durable des forêts, notamment par un aménagement écosystémique, afin d'assurer la durabilité du patrimoine forestier.

- **Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU) (L.R.Q., chapitre A-19.1)**

La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU) définit les instruments de planification (schémas d'aménagement et de développement, plans d'urbanisme, règlements d'urbanisme municipaux) nécessaires au développement ordonné et harmonieux des milieux de vie. Elle détermine également les responsabilités des acteurs politiques à l'œuvre sur le territoire.

Loi sur les compétences municipales (L.R.Q., chapitre 47.1)

- La Loi sur les compétences municipales accorde aux municipalités des pouvoirs généraux dans le domaine de l'environnement, des parcs et des nuisances (LCM, art. 4, 7, 19 et 59).



Pour aller plus loin ...

La place des municipalités en conservation ...

Dans ce continuum allant de l'intendance publique à l'intendance privée, les municipalités se trouvent à l'interface entre les deux types d'intendance. Disposant d'importants pouvoirs réglementaires, les municipalités jouent un rôle important, voire fondamental, dans le devenir de leur territoire. On constate en effet que la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (L.A.U.) offre aux municipalités les pouvoirs nécessaires pour protéger plus particulièrement trois types de milieux, soit les milieux humides, les boisés et les rives (incluant le littoral et la plaine inondable). Effectivement, l'étude des principes développés par la jurisprudence nous permet d'avancer qu'il est possible de protéger des milieux naturels sans nécessairement passer par un zonage ou une affectation de *conservation*. Il s'agit plutôt, à partir des dispositions pertinentes de la L.A.U., d'imposer des restrictions à la gamme des usages anthropiques pouvant se dérouler sur un immeuble de façon à favoriser le maintien de l'intégrité des milieux naturels.

Isabelle Boucher et Nicolas Fontaine (2010), en conclusion de leur ouvrage sur la biodiversité et l'urbanisation, opinent dans le même sens : « *Les municipalités ont un rôle prépondérant à jouer dans la protection et dans la mise en valeur de la biodiversité, notamment en raison de leur responsabilité en matière de planification du territoire et du fait qu'elles retirent beaucoup des services écologiques. À cette fin, rappelons que tant les grandes villes que les plus petites municipalités du Québec peuvent y contribuer, que ce soit en participant à la création d'un réseau écologique ou en contribuant à réduire la pollution des eaux d'un bassin versant. Déjà, plusieurs municipalités ont pris des initiatives concrètes en ce sens.* »



Figure 3-5 Reconnaissance des efforts municipaux.

Haut : Reconnaissance par le CRECQ - MRC de l'Érable pour la conservation de l'habitat de la tortue des bois
Bas : Ville et Village à la Rescousse - Municipalité de Sainte-Marie-de-Blandford pour la conservation d'espèces en situation précaire et de milieux naturels sensibles.

Pour aller plus loin ...

Pour en savoir davantage sur les actions municipales

- La biodiversité et l'urbanisation, Guide de bonne pratique sur la planification territoriale et le développement durable
Le Ministère des Affaires municipales, Régions et Occupation du territoire (MAMROT) a produit un guide à l'intention des acteurs du milieu municipal qui présente les outils dont ils disposent pour participer au maintien de la biodiversité.
- Rapport de recherche : Les outils juridiques pour la protection et la mise en valeur de territoires sur l'île de Montréal (2014)
Ce document, réalisé par Jean-François Girard, présente une analyse exhaustive des outils juridiques existants pour assurer la protection des territoires d'intérêt sur l'île de Montréal, ainsi que la conservation et la restauration de la biodiversité faunique et floristique qui s'y trouve.
- Identification et protection des bois et des corridors forestiers métropolitains
La Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) a créé un fascicule servant d'outil de travail pour le personnel municipal afin d'intégrer les critères concernant la protection des milieux naturels du Plan métropolitains d'aménagement et de développement (PMAD).

Les villes et municipalités peuvent ainsi mettre en place des politiques, des stratégies ou des plans de protection et de mise en valeur des milieux naturels s'appliquant à la totalité ou à une portion de leur territoire. En voici quelques exemples au Québec :

- Politique de protection et de mise en valeur des milieux naturels de la Ville de Montréal;
- Politique de conservation et de mise en valeur des milieux naturels de la Ville de Laval;
- Politique de protection et de mise en valeur des milieux naturels de la Ville de Longueuil;
- Plan de conservation des milieux naturels de la Ville de Saint-Bruno-de-Montarville;
- Politique du patrimoine forestier et paysage de la Ville de Trois-Rivières
- Politique de l'arbre de la Ville de Terrebonne
- Plan de conservation des milieux naturels de la Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu;
- Plan de conservation du parc industriel de la Ville de Sherbrooke
- Programme de protection des espaces verts et des milieux naturels de la Ville de Bromont.

c) La démarche

Nous vous suggérons ici une démarche menant à la conservation des milieux naturels ciblés par votre projet de connectivité. Évidemment, il ne saurait exister qu'une seule démarche. Nous vous invitons donc à adapter ces étapes à votre contexte et à vos enjeux de conservation. Ainsi, après avoir réalisé les étapes d'identification du réseau écologique précédentes, nous vous suggérons de :

1. Élaborer un plan de conservation des milieux naturels à protéger, mettre en valeur et/ou restaurer. Ce plan ciblera les milieux naturels à conserver, les enjeux de conservation, les actions à mettre en œuvre et les acteurs concernés. En somme, il s'agit d'élaborer une planification des efforts de conservation à investir.

*** Le plan de conservation peut aussi inclure une approche d'intendance publique portant sur des mesures réglementaires (zonage, lotissement, PAE, PIIA, etc.). Il peut s'agir, par exemple, de zonage ou d'affectation de conservation et/ou de mesures restreignant la gamme d'usages anthropiques autorisés dans les milieux sensibles ou à protéger. Pour ce faire, il est primordial de travailler étroitement avec les municipalités concernées. Il est à noter que ces interventions réglementaires peuvent influencer, vraisemblablement à la baisse, la valeur foncière des terrains concernés. Cependant, cette baisse aura pour effet d'accroître les possibilités d'achat de milieux naturels d'intérêt par les organismes de conservation.

2. Présenter le plan de conservation aux acteurs concernés (conseil d'administration, conseil municipal, MRC, etc.) afin d'en faire l'adoption.

3. Contacter les propriétaires concernés et leur présenter votre projet. Il est important de travailler avec les groupes de représentants de propriétaires (club agroenvironnemental, UPA, association de chasseurs et pêcheurs, etc.) afin de bien véhiculer et transmettre vos objectifs. Il est ainsi important de prendre en compte les préoccupations et les besoins des propriétaires.
4. Réaliser des inventaires et des caractérisations plus spécifiques chez les propriétaires intéressés.
5. Rédiger et remettre un cahier personnalisé à chacun des propriétaires concernés lors d'une rencontre individuelle. Ce cahier contient la présentation du projet, les arguments en faveur de la conservation de la connectivité, vos observations et vos recommandations.
6. Mettre en œuvre avec le propriétaire les actions ciblées. Cette étape comprend notamment la recherche de financement, la planification des travaux ou des ententes de conservation (vente, don, servitude, etc.), l'obtention des permis nécessaires ou des actes notariés, la réalisation des travaux ou la gestion des terrains acquis, et le suivi des aménagements réalisés ou de la propriété.

Pour en savoir davantage sur les plans de conservation

- Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides (ministère du Développement durable de l'Environnement, de la Faune, et des Parcs (MDDEFP) 2008) : Ce guide présente une méthodologie pour l'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides. Une méthode semblable peut être utilisée pour les milieux humides comme pour les milieux terrestres d'un territoire.
- Quand l'habitat est-il suffisant? Troisième édition (Environnement Canada 2013) : Ce document présente les lignes directrices générales pour faire en sorte que les habitats humides, riverains et forestiers présents sur un territoire puissent supporter des populations fauniques viables et faciliter le maintien des fonctions des écosystèmes.
- Zones tampons de conservation - Lignes directrices pour l'aménagement de zones tampons, de corridors boisés et de trames vertes (Bentrup 2008) : Ce guide présente une synthèse des diverses connaissances sur la planification et l'aménagement des bandes tampons de conservation.

Pour en savoir davantage sur l'approche auprès des propriétaires :

- Guide des mesures de soutien et d'accompagnement des propriétaires d'écosystèmes forestiers exceptionnels (Héritage Saint-Bernard, 2011) : Ce guide présente plusieurs aspects de l'approche aux propriétaires.

Pour des exemples de cahier du propriétaire :

- Le site internet du Conseil régional de l'environnement offre différents exemples de cahier du propriétaire : www.crecq.qc.ca/biodiversite.

d) *L'aide financière*

Pour financer les actions de conservation, plusieurs subventions sont disponibles. Les programmes varient selon les objectifs et le territoire. Cette liste est fournie à titre indicatif, car ces programmes sont souvent révisés. Elle exclut d'ailleurs les programmes privés.

- **Programme d'intendance des habitats des espèces en péril (PIH)**, du gouvernement du Canada. Le programme vise les actions se rapportant au plan de rétablissement des espèces en péril.
- **Programme Éco-Action**, du gouvernement du Canada. Le programme vise la mise en place d'actions communautaires en faveur de la protection de l'environnement.
- **Programme d'interaction communautaire**. Le programme vise les actions en lien avec le fleuve Saint-Laurent.
- **Programme Partenaires pour la nature**, du MDDELCC (programme en attente pour le moment)
Le programme vise l'acquisition de milieux naturels, la création de réserves naturelles et l'intendance volontaire.
- **Programmes de la Fondation de la faune**. La Fondation de la faune offre différents programmes de financement portant sur la conservation des milieux naturels.
- **Prime-Vert**, du MAPAQ. Prime-Vert est un programme d'appui axé sur l'agroenvironnement qui a pour objectif d'aider les exploitations agricoles à relever les défis que pose la protection de l'environnement.
- **Fondation Hydro-Québec pour l'environnement**. Le programme finance des projets d'acquisition qui doivent être accompagnés d'une mise en valeur permettant l'accès public à des fins d'observation de la nature, d'éducation et de sensibilisation.

Pour en savoir davantage sur le financement :

Le Regroupement des organismes de bassins versant du Québec (ROBVQ) a produit un document de référence qui présente l'essentiel des programmes d'aide financière disponibles au Québec pour les organismes œuvrant en environnement : *Recherche de financement (2014)*.

La fondation de la faune et l'UPA explique aussi les étapes d'une bonne démarche de financement dans le *Manuel d'accompagnement pour la mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole (2011)*.

4 Les projets de corridors

Le concept de réseau écologique a été développé au cours des 30 dernières années en réponse à la modification du paysage par l'activité humaine. Les premiers réseaux écologiques ont été conçus au cours des années 1980 en Europe Centrale et de l'Est en se basant sur le principe de l'écostabilisation, qui suggère un zonage fonctionnel du territoire qui compense les usages anthropiques intensifs par des zones naturelles et de restauration (Jongman et coll. 2004). Au cours des années 1990, diverses initiatives d'intégration des aires protégées à des réseaux écologiques ont vu le jour. Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente une liste de différents projets de connectivité à travers le monde.

Plus près, au Québec, les projets de connectivité ont débuté dans les années quatre-vingt-dix avec les travaux du Service canadien de la Faune d'Environnement Canada et de la Fondation Les Oiseleurs du Québec inc. (Duchesne et coll. 1999). Depuis, plusieurs projets ont vu le jour au Québec. Les tableaux 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 et 4.5 présentent une liste de projets de connectivité en cours de réalisation ou à l'étape de planification à l'échelle régionale ou locale au Québec. Il est à noter que ces listes ne sont pas exhaustives.



Pour aller plus loin ...

La connectivité à la Ville de Saint-Hyacinthe

Voici une entrevue réalisée avec Mme Caroline Cormier, coordonnatrice en environnement au Service de l'urbanisme de la Ville de Saint-Hyacinthe.



Quels objectifs la Ville de Saint-Hyacinthe poursuit-elle?

L'exercice de modélisation s'inscrit dans une démarche entreprise par la ville de Saint-Hyacinthe pour intégrer la connectivité naturelle à un éventuel plan de conservation et de gestion des milieux naturels et récréatifs qui tiendra compte des démarches de verdissement, de développement du réseau d'espaces verts, du réseau cyclable et de transport actif.

Quelle est l'aire d'étude de votre analyse de connectivité?

Bien que le mandat vise spécifiquement la ville de Saint-Hyacinthe, l'aire d'étude s'étend au territoire de la MRC des Maskoutains c'est-à-dire à une zone tampon variant entre 5 et de 10 km au-delà des limites de la Ville. Elle permet d'éviter les effets de bordure et de rejoindre les deux axes de connectivité déjà identifiés à l'est et à l'ouest de la Ville dans le cadre d'analyses de connectivité à l'échelle régionale.

Quelles méthodes de sélection des noyaux de conservation et des corridors la Ville de Saint-Hyacinthe a-t-elle privilégiées?

La sélection des noyaux de conservation à connecter s'est fait en fonction des deux groupes d'espèces ciblées : les milieux forestiers identifiés comme réservoirs de biodiversité et ayant plus de 40 ha pour les oiseaux forestiers; les milieux humides (ou complexes de milieux humides et forestiers) identifiés comme réservoirs de biodiversité et dans la mesure où ils sont reliés par un cours d'eau permanent pour les mammifères semi-aquatiques. Une analyse de corridor de moindre coût a servi à l'identification des corridors entre les noyaux de conservation pour chaque groupe d'espèces.

Une optimisation (priorisation) des corridors a-t-elle été réalisée dans le cadre de votre projet?

La somme des milieux (forêts jeune et mature, friche, marais, marécage, milieu humide non identifié et milieu aquatique) contribuant au couvert naturel d'un corridor a servi d'indicateur permettant d'apprécier son niveau de naturalité et de les classer du plus au moins naturel. D'autres valeurs ont été mesurées dont la longueur du corridor, le nombre d'interruptions de plus de 200 m dans le couvert naturel pour les oiseaux forestiers et le nombre de traverses de route pour les mammifères semi-aquatiques. En milieu urbain, une analyse a permis d'identifier des sites dont le couvert naturel pourrait être restauré pour rétablir la connectivité. L'ensemble de ces données serviront à planifier les actions prioritaires à mettre en œuvre pour établir un réseau écologique.

La Ville de Saint-Hyacinthe a-t-elle entrepris la validation des corridors sur le terrain?

Non. Les auteurs de l'étude reconnaissent que les résultats obtenus de la modélisation des corridors naturels peuvent orienter les actions de conservation les plus importantes dans le cadre d'un plan de conservation, mais qu'une validation de la situation actuelle des corridors proposés, tant dans leur nature que dans leurs limites spatiales, demeure essentielle. Cette validation est préalable à toute planification d'une intervention sur le terrain.

Quelles sont les forces et les faiblesses de votre approche?

L'analyse de corridors naturels à partir des logiciels conçus à cette fin est d'une très grande utilité pour amorcer une réflexion sur l'organisation spatiale d'un réseau écologique et le projet de la ville de Saint-Hyacinthe comporte un volet identifiant comment la municipalité avec les outils dont elle dispose peut encadrer la prise de décision, guider l'aménagement du territoire et favoriser la mise en œuvre d'actions concrètes. L'analyse se base sur les meilleures couches numériques actuellement disponibles pour caractériser l'occupation du sol et sur les connaissances de l'écologie des oiseaux forestiers et des mammifères semi-aquatiques. Il faut toutefois être conscient que certains habitats sont très dynamiques et que les couches d'information qui permettent de les représenter spatialement peuvent avoir été produites il y a déjà plusieurs années. De plus, comme pour toute analyse spatiale, la résolution des couches d'information n'est pas toujours suffisamment fine ou la classification des milieux naturels suffisamment détaillée pour faire ressortir les caractéristiques précises des habitats recherchés par les espèces ciblées d'où l'importance de la validation.

Tableau 4-1 Exemples de projets de connectivité dans le monde

Continent	Projet	Description
Europe	Cantabric-Pyrennes-Alps Great Mountain Corridor	www.conservationcorridor.org/
Océanie	Great Eastern Ranges Initiative	www.greasternranges.org.au/
Asie	Terai Arc Landscape Project	www.wfnepal.org Terai-Arc-Landscape-Project-TAL
Afrique	Albertine Rift Initiative	www.albertinerift.org
Amérique du Sud	Jaguar Corridor Initiative	http://www.panthera.org/node/27
Amérique du Nord	Yukon to Yellowstone Initiative Algonquin to Adirondack Deux pays, une forêt Staying Connected Initiative The wildlands network Appalachian Trail Corridor Florida Wildlife Corridor	y2y.net www.a2alink.org www.2c1forest.org www.stayingconnectedinitiative.org/ www.twp.org www.appalachiantrail.org www.floridawildlifecorridor.org

Tableau 4-2 Projets de recherche

Nom du corridor	Organisme	Date initié	Territoire	Actions
Connexion Montérégie	Université McGill Responsable :	2011	Région administrative de la Montérégie	<ul style="list-style-type: none"> • Identification de corridors potentiels; • Recherche et publications scientifiques et conférences.
Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes	Service canadien de la faune d'Environnement Canada Responsable : Benoît Jobin	2013	Les limites de la Réserve mondiale de la biosphère du Lac-Saint-Pierre (4194 km ²)	<ul style="list-style-type: none"> • Identification de corridors potentiels; • Rapport scientifique.
Modélisation de réseaux écologiques et impacts des choix méthodologiques sur leur configuration spatiale	Université de Sherbrooke Responsable : Richard Fournier	2010	Bassin versant de la rivière au Saumon Ouest, sous bassin versant de la rivière Saint-François.	<ul style="list-style-type: none"> • Identification de corridors potentiels; • Recherche et publications scientifiques et conférences.

Tableau 4-3 Projets de corridors en cours de réalisation

Nom du corridor	Organisme	Date initié	Territoire	Actions	Résultats
Corridor appalachien	Corridor appalachien ² http://www.corridorappalachien.ca/	2002	La portion québécoise des Montagnes vertes, segment de la chaîne des Appalaches qui chevauche la frontière Québec-Vermont et inclut les monts Brome et Shefford et le bassin versant du lac Memphrémagog.	<ul style="list-style-type: none"> • Planification stratégique; • Acquisition de propriétés; • Servitude de conservation; • Entente de conservation; • Collaboration avec les MRC, les municipalités, le parc national du Mont-Orford, le ministère des Transports du Québec et autres; • Collaboration avec les partenaires de conservation au Vermont. • Collaboration avec le MDDELCC dans le cadre de programmes d'aide financière à l'intendance privée 	<ul style="list-style-type: none"> • 11 500 ha acquis ou grevés d'une servitude de conservation (8 500 ha financés par le programme Partenaire pour la nature); • 23 ententes avec des agriculteurs; • Projet d'intégration des corridors dans le schéma d'aménagement de la MRC Memphrémagog; • Réalisation et mise en œuvre d'un protocole d'identification des corridors et passages fauniques sur l'autoroute 10; • Validation terrain de 55 corridors.
Corridor forestier du Mont-Saint-Bruno (inclus dans la Trame verte et bleue du Grand Montréal)	Nature-Action Québec http://nature-action.qc.ca/site/corridor-forestier	2004	Bande de verdure reliant les boisés situés de part d'autre du mont Saint-Bruno, de Verchères à Laprairie (185 km ²)	<ul style="list-style-type: none"> • Planification stratégique; • Acquisition de propriétés; • Servitude de conservation; • Déclaration d'intention • Restauration et mise en valeur; • Étude de la connectivité 	<ul style="list-style-type: none"> • 152 déclarations d'intention représentant 1 755 ha (soit 10% du territoire); • 324 ha acquis ou grevés d'une servitude de conservation.
Corridor forestier en paysage agricole dans la MRC du Bas-Richelieu	Fondation Les Oiseleurs Inc. http://www.oiseleurs.ca/fr/Corridors.html	1998	Corridor forestier reliant les érablières argentées près de la baie Lavallière et les grands boisés près des îles de Contrecoeur.	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des corridors; • Reconnaissance dans le schéma d'aménagement de la MRC du Bas-Richelieu. 	N/D

² Le Corridor appalachien ne détient pas de servitude. L'organisme coordonne le travail de ses 14 membres affiliés à vocation de conservation et de Conservation de la Nature Canada qui œuvrent sur son territoire avec les propriétaires terriens qui souhaitent doter leurs propriétés d'un statut de protection permanent. Il offre une assistance technique, des conseils et de l'expertise aux organismes de conservation et aux intervenants qui partagent sa vision. Il soutient aussi les municipalités qui veulent protéger une partie de leur territoire.

(suite tableau 4.3)

Nom du corridor	Organisme	Date initié	Territoire	Actions	Résultats
Corridor forestier de la Vallée-du-Richelieu	Centre de la nature du Mont-Saint-Hilaire www.centrenature.qc.ca	2000	Grand corridor forestier qui s'étend de part et d'autre du mont Saint-Hilaire, parallèle à la rivière Richelieu	<ul style="list-style-type: none"> • Planification stratégique; • Acquisition de propriétés; • Servitude de conservation; • Déclaration d'intention; • Outils de planification pour les décideurs et de sensibilisation pour les propriétaires. 	<ul style="list-style-type: none"> • 324 ha acquis ou servitude de conservation; • Reconnaissance de 65 ha en réserve naturelle en milieu privé • 22 ententes avec des agriculteurs • Intégration des corridors forestiers dans les SAD
Corridor Forillon	Conservation de la nature Canada http://www.natureconservancy.ca/fr/nous-trouver/quebec/	2010	Le corridor Forillon est une étroite bande de terres privées situées de part et d'autre de la route 197 près du parc national de Forillon.	<ul style="list-style-type: none"> • Planification stratégique; • Acquisition de propriétés en plein titre; • Servitude de conservation. 	<ul style="list-style-type: none"> • 131 ha acquis ou servitude de conservation
Corridor bleu et vert de la rivière Yamaska	Fondation SETHY ³ http://www.fondationsethy.org/le-projet-corridor.html Nature-Action www.nature-action.qc.ca	2006	Tronçon fluvial entre le bassin versant du réservoir Choinière et le lac Boivin qui fait le lien entre deux espaces naturels protégés, le parc national de la Yamaska et le Centre d'interprétation de la nature du lac Boivin.	<ul style="list-style-type: none"> • Délimitation du territoire; • Planification stratégique; • Acquisition de propriétés en plein titre (en cours); • Servitude de conservation; • Déclaration d'intention; • Démarches particulières pour la protection de deux espèces en péril; • Étude de connectivité des milieux naturels avec le mont Yamaska (en cours). 	<ul style="list-style-type: none"> • 37 déclarations d'intention représentant 1 079 ha

³ La Fondation SETHY travaille sur ce projet en partenariat avec Nature-Action Québec

(suite tableau 4.3)

Nom du corridor	Organisme	Date initié	Territoire	Actions	Résultats
Écosystèmes Lanaudière	MFFP (Faune) MDDELCC	2005	Le secteur des basses-terres de la région de Lanaudière	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des milieux d'intérêt et des corridors • Production de plans de conservation et de mise en valeur • Visite de sites et inventaires • Rencontre des MRC • Rencontre des OBV, CRÉ et CREL– intégration aux PDE et PRDIRT, présentations dans les colloques et ateliers • Évaluation des pertes de milieux naturels (15 dernières années) et production d'un rapport • Portrait et diagnostic du complexe tourbeux du delta de Lanoraie : http://www.afplanaudiere.org/pdf/PCMV_Final.pdf • Production de 5 dépliants avec les MRC : des milieux naturels dans ma cour ! http://www.mffp.gouv.qc.ca/lanaudiere/region/publications.jsp • Production d'un album-photos sur les écosystèmes de Lanaudière • Actions spécifiques dans les écosystèmes • Création de la fiducie Écosystèmes Lanaudière • Projet de paysage humanisé • Projet de de 2 refuges fauniques 	<ul style="list-style-type: none"> • Inscription des écosystèmes dans les schémas d'aménagement • Signature d'un protocole d'entente pour la protection du complexe tourbeux du delta de Lanoraie (77 km²) • Mise en œuvre du plan d'action du complexe tourbeux de Lanoraie avec une quinzaine de partenaires • Protection de 300 ha de milieux naturels • Restauration de 132 ha de milieux naturels avec la participation de partenaires

(suite tableau 4.3)

Nom du corridor	Organisme	Date initié	Territoire	Actions	Résultats
Corridor écoforestier de la rivière à l'Orme	<p>Ville de Montréal http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7377,94740033&_dad=portal&_schema=PORTAL</p> <p>Canard Illimitées Canada http://www.canards.ca/votre-province/quebec/</p>	2004	Corridor entre le parc-nature du Cap-Saint-Jacques, le parc-nature de la Rivière-à-l'Orme, le Bois Angell et la forêt de Senneville	<ul style="list-style-type: none"> • Plan concept • Acquisition de propriétés en plein titre. 	<ul style="list-style-type: none"> • 138 ha acquis.
Corridor forestier Châteauguay-Léry (Projet inclus dans la Trame verte et bleue du Grand Montréal)	<p>Conservation de la nature Canada http://www.natureconservancy.ca/fr/nous-trouver/quebec/</p> <p>Communauté métropolitaine de Montréal http://pmad.ca/</p>	2009	Corridor s'étendant du sud-ouest du Club de golf Belle Vue de Léry jusqu'à l'île Saint-Bernard à Châteauguay incluant le Centre écologique Fernand-Séguin (974 ha).	<ul style="list-style-type: none"> • Planification stratégique; • Acquisition de propriétés en plein titre. 	<ul style="list-style-type: none"> • 11,5 ha acquis.
Corridor vert Vaudreuil-Soulanges	Nature-Action Québec http://nature-action.qc.ca/site/corridor-vert-de-vaudreuil-soulanges	2010	Couronne sud du lac des Deux-Montagnes comprenant les milieux naturels entre Pointe-Fortune et l'Île Perrot, en passant par ceux du mont Rigaud et du grand boisé de Saint-Lazare	<ul style="list-style-type: none"> • Planification stratégique; • Acquisition de propriétés en plein titre; • Servitude de conservation; • Déclaration d'intention. 	<ul style="list-style-type: none"> • 111 ha acquis ou grevés d'une servitude de conservation; • 67 déclarations d'intention représentant 1 158 ha.
Parc de la rivière des Milles-îles (inclus dans la Trame verte et bleue du Grand Montréal)	Éco-Nature www.eco-nature.ca Communauté métropolitaine de Montréal	1991	Ensemble de milieux naturels, des plans d'eau, des îles, des marécages et des berges le long de la rivière des Milles-Îles	<ul style="list-style-type: none"> • Planification stratégique; • Servitude de conservation; • Obtention du statut de refuge faunique. 	<ul style="list-style-type: none"> • 24,8 ha grevés d'une servitude de conservation avec le statut de refuge faunique; • 259,6 ha en voie d'être grevés d'une servitude de conservation et intégrés au refuge faunique.

(suite tableau 4.3)

<p>Corridor écoforestier de l'Île Bizard</p>	<p>Ville de Montréal http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7377,94741620&_dad=portal&_schema=PORTAL</p>	<p>2006</p>	<p>Corridor entre le parc-nature du Cap-Saint-Jacques et le parc-nature du Bois-de-l'île Bizard</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plan concept • Acquisition de propriétés en plein titre. 	<ul style="list-style-type: none"> • 6,54 ha acquis • Projet de paysage humanisé
<p>Corridor Tremblant-Prévost</p>	<p>Conservation de la nature Canada http://www.natureconservancy.ca/fr/nous-trouver/quebec/</p>	<p>2008</p>	<p>Le Corridor Tremblant-Prévost est caractérisé par un réseau de corridors forestiers relativement continus qui relie le piedmont des Laurentides au parc national du Mont-Tremblant (2200 km²)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planification stratégique; • Acquisition de propriétés en plein titre; • Servitude de conservation. 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 964 ha acquis ou servitude de conservation

Tableau 4-4 Projets de corridors au stade de planification

Nom du corridor	Organisme	Date initiée	Territoire	Actions
Ceinture verte de Montréal⁴	Fondation David-Suzuki www.davidsuzuki.org/fr Nature-Action Québec www.nature-action.qc.ca	2012	Région naturelle de la Plaine du haut Saint-Laurent (17 000 km ²)	<ul style="list-style-type: none"> • Stratégie de mise en œuvre.
Corridor d'aires protégées de la Cumberland	Association pour la protection des milieux humides de la Cumberland j.poulin@globetrotter.net	2012	Corridor vert reliant les habitats fauniques associés aux milieux humides et terrestres du bassin versant de la rivière Cumberland	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de partenariats; • Plan de conservation.
Corridors écologiques de la Gatineau	Commission de la Capitale nationale du Canada http://www.ccn-ncc.gc.ca/publications/endroits-a-visiter/parc-de-la-gatineau/identification-caracterisation-des-corridors	2012	12 corridors écologiques adjacents au parc de la Gatineau contribuant à la connectivité des grands écosystèmes régionaux et nationaux.	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des corridors;
Eco-corridors laurentiens	Eco-corridors laurentiens http://www.ecocorridorslaurentiens.org/vision-r-gionale	2014	Réseau d'éco-corridors et d'aires protégées interconnectés reliant le Parc national d'Oka au Parc national du Mont-Tremblant	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des corridors

⁴ Le concept de ceinture verte à la périphérie de Montréal et de sa première couronne de banlieues est relativement nouveau. S'inspirant d'exemples d'autres grandes villes européennes et nord-américaines, l'idée a émergé, il y a quelques années lors d'échanges et de consultations entre les divers intervenants. Toutefois, il revient à Héritage laurentien, un organisme voué à la protection et la mise en valeur des milieux naturels de la vallée du Saint-Laurent, d'avoir été le premier à faire la promotion de la ceinture verte de Communauté métropolitaine de Montréal. Conservation de la Nature Canada a repris le concept dans sa propre planification stratégique. Le projet s'inscrit aujourd'hui notamment dans le plan d'action 2012-2017 du Plan métropolitain d'aménagement durable (PMAD) et dans sa stratégie de mise en place de la «Trame verte et bleue».

(suite tableau 4.4)

Nom du corridor	Organisme	Date initiée	Territoire	Actions
Trois-Frontières	Deux pays, une forêt http://stayingconnectedinitiative.org/our-places/three-borders/	2012	La région des Trois Frontières qui englobe le nord du Maine, la portion sud du Bas-Saint-Laurent, le sud ouest de la Gaspésie et le nord-ouest du Nouveau-Brunswick (23 273 km ²)	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des corridors potentiels; • Développement de partenariat avec le MFFP, le MTQ, l'université du Québec à Rimouski, l'Agence régionale de mise en valeur des forêts privées du Bas-saint-Laurent, le Conseil régionale de l'environnement du Bas-Saint-Laurent.
Corridors verts de la Vallée-du-Haut-Saint-Laurent	Société de conservation et d'aménagement du Bassin de la rivière Châteauguay http://scabric.ca/index.php/la-scabric/nos-realizations/corridors-verts.html Nature-Action Québec www.nature-action.qc.ca	2012	Région administrative de la Vallée-du-Haut-Saint-Laurent	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des corridors potentiels.

Tableau 4-5 Projets de restauration de corridors riverains

Nom du corridor	Organisme	Date initié	Territoire	Actions	Résultats
Corridor Bleu et Vert Richelieu	Ministère des ressources naturelles et de la Faune	2010	Le Corridor Vert et Bleu est un projet d'infrastructures vertes qui a pour but d'améliorer les habitats fauniques et la qualité de l'eau de la rivière Richelieu, de ses tributaires ainsi que du lac Saint-Pierre	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des sites d'intervention prioritaires • Renaturalisation des rives; • Acquisition de propriétés par le gouvernement. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3,5 km² de rives renaturalisées; • 7,1 ha en voie d'acquisition par le MFFP; • 1 entente de conservation en voie de signature (avec promesse de servitude).
Corridor vert de l'Etchemin	Conseil de bassin de la rivière Etchemin	2008	Rivière Etchemin	<ul style="list-style-type: none"> • Renaturalisation des rives. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantation de 12000 arbres et arbustes
Corridor faunique en bordure de l'embranchement ouest du ruisseau David-Houle	COPERNIC http://www.copernicinfo.qc.ca/index.html	2011	Ruisseau David-Houle (1,25 km)	<ul style="list-style-type: none"> • Renaturalisation des rives; • Suivi de la reprise de la plantation; • Suivi photographique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantation de 500 arbres (feuillus et thuya).
Aménagements forestiers de bandes riveraines en milieu agricole	Coopérative de solidarité du bassin versant de la rivière aux Brochets	2002	Rivière aux Brochets (43 km)	<ul style="list-style-type: none"> • Renaturalisation des rives; • Suivi de la reprise de la plantation • Travaux d'entretien (taille de formation, élagage, débroussaillage, protection contre les cerfs) • Suivi de l'avifaune, de la flore, des micromammifères et de l'entomofaune. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantation de 44 000 arbustes et arbres feuillus et résineux sur 43 km de rives et répartis sur 90 sites incluant : 27 km de haies brise-vent riveraines et de lisières boisées; 8 km de lisières arbustives; 600 m de génie végétal; et 8 km de haies brise-vent ceinturant les bâtiments agricoles.

5 La connectivité au Centre-du-Québec

La présente section expose le portrait de la connectivité au Centre-du-Québec et les enjeux relatifs à sa prise en compte.

5.1 Portrait de la connectivité

L'utilisation du territoire par l'humain a largement modifié le paysage de plusieurs régions du Québec, en particulier dans le sud de la province. Cette situation a provoqué la disparition et la fragmentation d'habitats fauniques et floristiques d'importance. On estime que plus de 70 % des habitats forestiers de l'ensemble de la vallée du Saint-Laurent sont aujourd'hui disparus, et ce principalement dans les régions à forte vocation agricole, urbaine et industrielle du Québec et du sud de l'Ontario (Freemark et coll. 1991). Il n'est pas étonnant de constater qu'il reste aussi peu que 28 km² de vieilles forêts dans les basses terres du Saint-Laurent, soit 0,3 % de sa superficie forestière totale (Brassard et coll. 2010). En ce qui a trait aux milieux humides, la province naturelle des basses terres du Saint-Laurent est celle qui a subi les plus importantes pertes en milieux humides, notamment en raison des activités de remblayage, de drainage et de dragage réalisées à des fins industrielles, urbaines et agricoles. Bouchard et Millet (1993) évaluent que, le long du fleuve Saint-Laurent et de son estuaire, près de 4 000 ha de milieux humides ont subi des modifications physiques entre 1945 et 1976.

La fragmentation des habitats est d'ailleurs l'une des causes principales de l'érosion de la biodiversité sur Terre (MEA 2005). Selon Tardif et ses coll. (2005), on compte 375 plantes vasculaires et 67 animaux vertébrés en situation précaire au Québec, dont 306 pouvant être affectées par des activités d'aménagement forestier (MRNF 2004). La majorité de ces espèces en situation précaire se

trouve dans le sud du Québec. Plus des deux tiers (69,5 %) sont en déclin et environ le tiers d'entre elles n'ont aucune occurrence dans le réseau des aires protégées.

Le Centre-du-Québec n'y échappe pas. Depuis le XIX^e siècle, la forêt y a été fortement transformée et ses caractéristiques sont maintenant très éloignées de celles de la forêt naturelle. Elle est aujourd'hui fortement morcelée et comprend une proportion significative d'essences peu longévives. Plusieurs types de milieux comme les milieux humides et certains sites caractéristiques des prucheraies et des pinèdes ont été transformés pour faire place notamment à l'agriculture et à l'urbanisation (Laliberté et coll. 2011).

5.1.1 Fragmentation

La fragmentation des habitats se traduit par la perte et le morcellement des milieux naturels au profit d'une utilisation anthropique du sol. Elle se mesure selon la composition et la configuration des milieux naturels dans le paysage. La fragmentation favorise considérablement les habitats de bordure au détriment des habitats d'intérieur. Un habitat d'intérieur est un habitat qui ne subit pas les effets microclimatiques et biotiques des bordures. Sa superficie est spécifique à chaque espèce. Par exemple, le grand polatouche aurait besoin de 75 ha, la paruline couronnée de 500 ha et la martre aurait besoin de parcelles de plus de 150 ha (Cadieux 2014).

Selon le Service canadien de la faune, la forêt d'un territoire serait considérée comme fragmentée si elle occupe moins de 50 % de la superficie totale. Jobin et ses coll. (2007), pour le Service canadien de la faune, ont évalué que, parmi les 59 MRC de la vallée du Saint-Laurent, la superficie forestière moyenne ne dépassait pas 45 %. Ce pourcentage varie énormément d'une MRC à l'autre. Plus important encore, le pourcentage de forêt de 20 des MRC étudiées se situe en deçà de 30 %, un seuil sous lequel il y a des pertes significatives de la biodiversité et des dangers réels pour les populations fauniques et floristiques.

L'Agence forestière des Bois-Francs a évalué, dans le cadre d'une analyse de l'aménagement écosystémique au Centre-du-Québec, le niveau et l'évolution de la fragmentation du paysage en région. Ainsi, entre 1966 et 2000, les changements de composition du paysage ont été relativement mineurs (Craven et coll. 2013). Sommairement, entre 1966 et 1985, l'agriculture a légèrement régressé au profit de la forêt, alors qu'entre 1985 et 2000, l'urbanisation et le couvert végétal non forestier ont légèrement progressé au détriment de la forêt. Ces patrons sont probablement dus à la déprise agricole de certains secteurs dans les années 1980 et 1990 et au développement urbain à proximité des villes pendant la même période.

En termes de configuration spatiale du paysage toutefois, on observe une augmentation de la fragmentation de la forêt entre 1966 et 2000. Les grandes parcelles ont vu leur abondance diminuer au profit des petites parcelles de moins de 100 ha et, elles se sont espacées avec le temps. Quant au ratio périmètre/aire, il a augmenté, ayant doublé en 2000 par rapport à 1966, amplifiant ainsi les effets de bordure au détriment des habitats d'intérieur. Malgré ces résultats, on doit tout de même reconnaître qu'il subsiste des parcelles de très grande superficie (plus de 10 000 ha) et même si elles sont peu nombreuses, elles représentent une importante partie des superficies forestières. À cause de cette fragmentation importante de la forêt du territoire, on peut conclure que la connectivité structurelle a aussi diminué considérablement.

5.1.2 Connectivité forestière

Dans le contexte des forêts privées du Centre-du-Québec, Craven et ses coll. (2013) suggèrent que le degré de connectivité du paysage a aussi une influence sur la persistance des essences d'arbres dont la présence est assurée par la dispersion de leurs graines (c.-à-d. arbres non plantés). En ce sens, dans le cadre de cette étude portant sur l'aménagement écosystémique en région, l'auteur a conduit une analyse générale de la connectivité structurelle à l'échelle de la communauté où aucune espèce d'arbre spécifique n'était visée. Cette analyse a permis, entre autres, d'identifier les parcelles qui contribuaient fortement à la connectivité du paysage dans une optique d'adaptation aux changements climatiques. Cependant, il faudra investiguer sur la capacité du territoire à maintenir une connectivité fonctionnelle, c'est à dire, à quel point les individus sont, en réalité, encore capables de se disperser dans ce territoire fortement fragmenté.

5.1.3 Connectivité des habitats des oiseaux du lac Saint-Pierre

Le Service canadien de la faune, région du Québec, a réalisé un projet pilote afin de développer et de tester une méthodologie permettant de déterminer les sites prioritaires pour la conservation des oiseaux migrateurs à l'échelle de la Région de Conservation des Oiseaux (RCO) 13, située dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes (Jobin et coll. 2013). Ce secteur couvre en partie l'ouest de la région du Centre-du-Québec.

Dans le cadre de cette analyse, une identification des corridors de déplacement entre les massifs forestiers a été réalisée puisque plusieurs espèces d'oiseaux nécessitent un couvert forestier continu dans leurs déplacements quotidiens ou pour la dispersion des populations. L'objectif était d'augmenter la connectivité entre les massifs forestiers de plus de 1000 ha et d'optimiser un réseau en

fonction de critères associés à leur configuration spatiale et aux discontinuités présentes. Les critères suivants ont été retenus dans la présente étude pour déterminer la fonctionnalité des corridors pour les oiseaux forestiers : les corridors devraient avoir une largeur minimale de 100 mètres (idéalement de 200-300 mètres) et la distance entre les boisés devrait être plus petite que 200 mètres.

Des 14 scénarios de corridors proposés, seulement trois sont couverts de milieu boisé sur plus de 75 % de leur superficie. Certains corridors proposés semblent donc fonctionnels comme c'est le cas dans la MRC de Bécancour et l'abandon des cultures, particulièrement près des goulots d'étranglement, pourrait augmenter substantiellement la qualité des corridors. Par contre, plusieurs corridors semblent peu fonctionnels. Peu d'îlots de transition existent dans les milieux moins propices et les nombreux goulots d'étranglement peuvent nuire au déplacement des oiseaux. La connectivité des habitats peut donc s'avérer déficiente à plusieurs endroits. Puisque des efforts considérables seraient nécessaires pour améliorer la situation, une réflexion approfondie est nécessaire pour évaluer si la fonctionnalité de ces corridors peut être rétablie.

De façon globale, l'étude a aussi relevé les lacunes suivantes : faible superficie occupée par les friches arbustives (1 %), manque de couverture forestière (inférieur au seuil de 30 % établi), répartition inadéquate des milieux humides (peu présents en dehors de la région immédiate du lac Saint-Pierre), forte perturbation des bandes riveraines adjacentes aux cours d'eau et corridors forestiers qui répondent peu aux critères de sélection.

5.1.4 Analyse de carence des aires protégées au Centre-du-Québec

Un réseau d'aires protégées représentatif et bien structuré spatialement est indispensable pour assurer la conservation de la biodiversité sur l'ensemble du territoire. Pour la province naturelle des Appalaches, la superficie en aires protégées est de 4,89 % alors que dans les basses terres du Saint-Laurent, elle est de 4,50 %. Ces pourcentages demeurent cependant bien en deçà de la moyenne nationale de 8,13 % et reflètent le contexte de tenure privée et d'utilisation urbaine, agricole et agroforestière du sud du Québec.

Le MDDELCC est présentement en train de finaliser une analyse de carence du réseau d'aires protégées pour le Centre-du-Québec (Pfister 2014). Une partie des résultats de cette analyse sera présentée à l'échelle des districts écologiques (niveau 4 du cadre écologique de référence), soit une échelle beaucoup plus fine que celle utilisée pour les analyses de carence des régions plus nordiques.

5.1.5 Identification des corridors naturels en milieu agricole

Dans le contexte agricole du Centre-du-Québec, le CRECQ a réalisé une étude de connectivité pour trois bassins versants présentant une matrice très agricole : bassin versant de la rivière Saint-Germain, bassin versant de la rivière Saint-Zéphirin et bassin versant de la rivière Des Rosiers. Cette analyse a permis, entre autres, d'identifier les corridors naturels qui contribuaient à la connectivité du paysage dans une optique de conservation des boisés, des milieux humides et des rives. Ce projet a permis et permettra d'orienter certains travaux de restauration des rives et de consolidation du réseau écologique. Il reste à optimiser la cartographie des corridors naturels, à investiguer à quel point les corridors naturels sont réellement utilisés par la faune et à réaliser un plan de conservation soutenant le maintien et le rétablissement de ces réseaux écologiques. Aucune évaluation des forces et faiblesses de ces corridors n'a encore été réalisée.

5.2 Enjeux

Afin de faire le point sur les enjeux entourant la connectivité des milieux naturels et pour supporter l'établissement d'objectifs de connectivité au Centre-du-Québec, nous nous attardons, dans ce chapitre, à énoncer les principales considérations en ce sens. Le tableau suivant liste l'ensemble des enjeux et des objectifs identifiés.

Tableau 5-1 Enjeux de la connectivité des milieux naturels

Enjeux	Orientations	Objectifs
Services écologiques	Contribuer au maintien de la biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire la dégradation, la fragmentation et la perte des milieux naturels - Assurer une représentativité des milieux naturels protégés - Maintenir l'intégrité de la forêt - Augmenter la résilience des écosystèmes et des espèces aux changements climatiques - Protéger les espèces à statut précaire - Protéger les milieux à haute valeur écologique - Faciliter le déplacement d'espèces à grand domaine vital et/ou à faible capacité de dispersion - Maintenir la diversité génétique des populations d'espèces à un seuil viable
	Intégrer les avantages complémentaires (qualité de l'eau, paysages, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> - Favoriser le maintien des services écologiques par la conservation des corridors naturels - Services de soutien : habitats et biodiversité, formation et rétention des sols, cycle des éléments nutritifs et cycle de l'eau (hydroconnectivité)

(Suite du Tableau 5-1)

Enjeux	Orientations	Objectifs
Services écologiques	Intégrer les avantages complémentaires (qualité de l'eau, paysages, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> - Services de régulation : régulation du climat local et global, Purification (filtration) de l'eau, de l'air et des sols, capture et séquestration du carbone, pollinisation et dispersion des semences, atténuation des inondations et des sécheresses, contribution au contrôle de l'érosion hydrique et éolienne et contribution au contrôle des ravageurs agricoles et forestiers - Services d'approvisionnement : production de biens commerciaux, approvisionnement en d'eau douce, irrigation, sources d'énergie alternatives et réduction de la consommation d'énergie et composés médicinaux et pharmaceutiques - Services socioculturels : expérience spirituelle, activités récréatives ou culturelles, valeur pédagogique, sens d'appartenance et science
Conciliation des usages	Prendre en compte les réalités du territoire	<ul style="list-style-type: none"> - Tenir compte de l'occupation du sol - Tenir compte des obstacles aux déplacements des espèces - Tenir compte de la proximité d'un cours d'eau - Tenir compte des lois et règlements - Etc.
	Prendre en compte les intérêts des acteurs et les projets en cours	<ul style="list-style-type: none"> - Miser sur la concertation - Identifier les projets de corridors naturels
Connectivité	Protection des milieux naturels	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un organisme de conservation - Poursuivre les efforts d'intendance volontaire - Informer les municipalités des outils disponibles
	Restauration en milieu agricole	<ul style="list-style-type: none"> - Trouver des méthodes adaptées aux besoins et contexte
	Prendre en compte les besoins des propriétaires	<ul style="list-style-type: none"> - Travailler en concertation avec les principaux groupes de propriétaires. - Rencontrer en groupe ou individuellement les propriétaires concernés.



Conclusion

Les recherches sur la connectivité des milieux naturels sont récentes et montrent généralement que ce facteur joue un rôle globalement positif en accord avec les théories de l'écologie. Le maintien et la restauration de la connectivité ne constituent pas un changement artificiel du paysage, mais un retour à une situation antérieure où les milieux étaient moins dégradés et moins fragmentés. L'application d'un principe de précaution conduirait donc en priorité à conserver les corridors existants. De plus, considérant les nombreuses preuves des effets néfastes de la perte d'habitats sur l'isolement des populations et des communautés, il est logique de chercher à compenser la fragmentation (Bennett, 2003). Malgré tout, il est important de considérer que la connectivité n'est pas l'unique réponse à la fragmentation et la dégradation des habitats naturels. La préservation de la biodiversité doit aussi être raisonnée en termes de quantité et de qualité des habitats naturels, via la diminution des pressions humaines sur les milieux naturels existants et l'accroissement des zones protégées. La conservation d'un réseau écologique répondant à plusieurs enjeux régionaux, nous considérons que sa mise en place est justifiée au Centre-du-Québec. Cependant, en tenant compte du fait que le choix de l'une ou l'autre des approches méthodologiques entraînera une certaine variabilité des résultats, nous insistons sur trois points :

- On doit reconnaître les limites de la planification d'un réseau écologique. La conceptualisation du réseau écologique n'est pas une fin, mais un outil d'aide à la décision, une base de discussion.
- Il faut développer en concertation une approche méthodologique pragmatique basée sur des critères écologiques où seront intégrés par la suite d'autres critères raffinant localement la localisation et le type de corridors naturels.
- La connectivité des milieux naturels est un projet à très long terme et peut contribuer à établir une vision concertée et durable de la conservation des milieux naturels.

Bibliographie

- Adriaensen, F., J.P. Chardon, G. De Blust, E. Swinnen, S. Villalba, H. Gulinck et E. Matthysen, 2003. *The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model*, Landscape and Urban Planning, 64 (4) : 233-247.
- Agence canadienne d'inspection des aliments, 2008. *Plantes exotiques envahissantes au Canada*, Ottawa (Ontario), 20 p.
- Anderson A. et C. N. Jenkins, 2006. *Applying Nature's Design: Corridors as a Strategy for Biodiversity Conservation*, 256 p.
- Anderson M., D. Coker, G. Woolmer, B. Vickery et M. Zankel, 2011. *Staying Connected – Connectivity measures. Terms and Definitions Workgroup*, The nature Conservancy and Wildlife Conservation Society, 4 p.
- Baillie J.E.M., C. Hilton-Taylor et S. Stuart, 2004. *2004 IUCN Red List of Threatened Species: A global species assessment*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Beir P., W. Spencer, R.F. Baldwin, B.H. McRae, 2011. *Toward best practices for developing regional connectivity maps*, Conservation Biology, 25 (5) : 879-892.
- Beier, C., C. Beierkuhnlein, T. Wohlgemuth, J. Penuelas, B. Emmett, C. Korner, H. de Boeck, J. Hesselbjerg, C.S. Leuzinger, I.A. Janssens, K. Hansen, 2012. *Precipitation manipulation experiments – challenges and recommendations for the future*, Ecology Letters.
- Beier, P., D.R. Majka et W.D. Spencer, 2008. *Forks in the Road : Choices in Procedures for Designing Wildland Linkages*, Conservation Biology, 22 (4) : 836-851.
- Bennett AF., 2003. *Linkages in the landscape. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation (second edition)*, IUCN, The World Conservation Union, Gland.
- Bentrup, G., 2008. *Conservation buffers: design guidelines for buffers, corridors, and greenways*, Gen. Tech. Rep. SRS-109. Asheville, NC: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 110 p.
- Bergès L., P. Roche et C. Avon, 2010. *2010 Corridors écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la Trame verte et bleue*. Sciences, eaux et Territoires, La Revue d'Irstea. Politiques publiques et biodiversité, Numéro 3.

Bernier A., 2012. *Réseaux écologiques à l'échelle d'un bassin versant: analyse comparative d'approches conceptuelles*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences géographiques (M.Sc.), cheminement Géomatique, Département de géomatique appliquée Faculté des lettres et sciences humaines Université de Sherbrooke.

Bernier A. et J. Théau, 2013. *Modélisation de réseaux écologiques et impacts des choix méthodologiques sur leur configuration spatiale : analyse de cas en Estrie (Québec, Canada)*, VertigO, 13 (2).

Berteaux, D., N. Casajus, S. de Blois, 2014. *Changements climatiques et biodiversité du Québec : vers un nouveau patrimoine naturel*. Presses de l'Université du Québec, Québec, Canada.

Bouchard, H. et P. Millet, 1993. *Le Saint-Laurent: milieux de vie diversifiés*, Centre Saint-Laurent, Environnement Canada. Montréal, 97 p.

Blais, 2010. *Portrait du réseau d'aires protégées au Québec, période 2002-2009*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Direction du patrimoine écologique et des parcs.

Boucher I. et N. Fontaine, 2010. La biodiversité et l'urbanisation, *Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. « Planification territoriale et développement durable », 178 p.

Cadieux E., 2014. *Communication personnelle*, septembre 2014. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.

Cardinale B.J., J.E. Duffy, A. Gonzalez, D.U. Hooper, C. Perrings, P. Venail, A. Narwani, G. M. Mace, D. Tilman, D. A. Wardle, A. P. Kinzig, G. C. Daily, M. Loreau, J. B. Grace, A. Larigauderie, D. S. Srivastava et S. Naeem, 2012. *Biodiversity loss and its impact on humanity*. Nature, 486 : 59-67.

Centre québécois du droit de l'environnement (CQDE), 2002. *Guide des bonnes pratiques en intendance privée – Aspects juridiques et organisationnels 2e éd.* Montréal, 860 p.

Chetkiewicz, C-L.B., C. C. St.Clair and M.S. Boyce, 2006. *Corridors for conservation: integrating pattern and process*. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 37: 317-342.

Clevenger, A.P. et M.P. Huijser, 2011. *Wildlife Crossing Structure Handbook, Design and Evaluation in North America*, Publication No. FHWA-CFL/TD-11-003. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington D.C., USA.

Clevenger, A.P., J. Wierzchowski, B. Chruszcz, et K. Gunson, 2002. *GIS-Generated, Expert-Based Models for Identifying Wildlife Habitat Linkages and Planning Mitigation Passages*. *Conservation Biology*, 16 (2) : 503-514.

CMQ, 2014. *Milieux naturels d'intérêt pour la biodiversité et la conservation de la CMQ*. Carte, Communauté métropolitaine de Québec. Non publié.

Coulombe, D. et S. Nadeau, 2013. *Identification des milieux naturels d'intérêt pour la biodiversité : territoire privé du Bas-Saint-Laurent*. Agence régionale de mise en valeur des forêts privées du Bas-Saint-Laurent, Rimouski, 62 p.

Communauté métropolitaine de Montréal, 2013. *Bois et corridors forestiers métropolitains*. 40 p.

Cormier C., S. Côté, M. Mercure, A. Cerruti et F. Minelli, 2012. *Cadre méthodologique pour restaurer la connectivité écologique, de la planification à la conservation : étude de cas en Montérégie*. *Le Naturaliste canadien*, 136 (2) : 95-100.

Craven D., V. Angers, É. Larose-Filotas, R. Tittler, M. Desrochers, C. Messier et P. James PhD, 2013. *L'aménagement écosystémique des forêts privées du Centre-du-Québec dans le contexte des changements globaux*, Pour l'Agence forestières des Bois-Francs, 84 p. + annexes.

Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec (CRECQ), 2012a. *Méthodologie de priorisation des milieux humides du Centre-du-Québec*, Dans le cadre du Plan régional de développement des ressources naturelles et du territoire (PRDIRT) de la Commission régionale des ressources naturelles et du territoire (CRRNT), 27 p.

Conseil régional de l'environnement de Montréal, 2010. *Guide sur le verdissement pour les propriétaires institutionnels, commerciaux et industriels. Contrer les îlots de chaleur urbains*, Montréal, 42 p.

Craven D., V. Angers, É. Larose-Filotas, R. Tittler, M. Desrochers, C. Messier et P. James, 2013. *L'aménagement écosystémique des forêts privées du Centre-du-Québec dans le contexte des changements globaux*, Pour l'Agence forestière des Bois-Francs, Université de Montréal, 99 p.

CRÉ de la Montérégie Est, 2014. *Biens et services écologiques en Montérégie Est – Un capital naturel essentiel au développement des collectivités*. McMasterville, Québec, 30 p.

Daily G.C., P.A. Matson et P.M. Vitousek, 1997. *Ecosystem services supplied by soil*. G. Daily, *Nature's Services : Societal Dependence on Naturel Ecosystems*. Island Presse, Washington, D.C., 113-132 p.

Davies Z G, A.S. Pullin, 2007. *Are hedgerows effective corridors between fragments of woodland habitat? An evidence-based approach.* Landscape Ecology, 22 (3) : 333-351.

De Redon L., A. Garnier, J. Lacompte, R. Haïcourt, M. Dreuillaux, S. Pivard et A. Ricroch, 2008. *Effects of local environment and human activities on plant communities of field margins in an intensive agrarian landscape*, In : Interets écologiques des bords de route en milieu agricole intensif. Thèse d'écologie du doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, p. 98-110.

Del Degan, Massé, 2012. *Identification et caractérisation des corridors écologiques adjacents au Parc de la Gatineau.* Commission de la Capitale Nationale, 210 p.

Duchesne, S., L. Bélanger, M. Grenier et F. Hone, 1998. *Guide de conservation des corridors forestiers en milieu agricole*, Service canadien de la Faune (région du Québec) et Fondation Les oiseleurs du Québec, 60 p.

Dupras J., J-P. Revéret et J. He, 2013. *L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques, Un guide méthodologique pour une augmentation de la capacité à prendre des décisions d'adaptation.* Ouranos, 218 p.

Environnement Canada, 2013. *Quand l'habitat est-il suffisant? Troisième édition.* Environnement Canada, 141 p.

Ferland, Chantale, 2000. *Impacts sur les milieux agricoles de la fréquentation des oiseaux et de l'établissement de végétaux dans les haines brise-vent*, Conseil des productions végétales du Québec, 5 p.

Foltête, J.C., C. Clauzel, X. Girardet, P. Tournant et G. Vuidel, 2012. *La modélisation des réseaux écologiques par les graphes paysagers*, Revue Internationale de Géomatique, 22 (4) : 641-658.

Fondation de la faune du Québec et l'Union des producteurs agricoles du Québec, *Manuel d'accompagnement pour la mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole.* 122 p.

Forman RTT, M. Gordon, 1986. *Landscape ecology.* J. Wiley and Sons, New York.

Forman R.T.T., 1995. *Land mosaics : The ecology of landscapes and regions.* Cambridge University Press, 632 p.

Foreman D., 2004. *Rewilding North America: A Vision for Conservation in the 21st Century.* Island Press Washington.

Freemark, K, H. Dewar et J. Saltman, 1991. *Une étude bibliographique de l'utilisation, par les oiseaux, des habitats agricoles dans la région des Grands Lacs et du St-Laurent*. Environnement Canada, Centre National de la Recherche Faunique, séries de rapports techniques numéro 114.

FSC, Forest Stewardship Council, 2004. *Norme boréale nationale*. [En ligne] www.fsccanada.org/docs/73CFEC3F12A980C7.pdf

Gauthier, S., M-A. Vaillancourt, D. Kneeshaw, P. Drapeau, L. De Grandpré, Y. Claveau, D. Paré, 2008. *Aménagement forestier écosystémique. Origine et fondement*, Dans: Gauthier, S., M-A. Vaillancourt, A. Leduc, L. De Grandpré, D. Kneeshaw, H. Morin, P. Drapeau, Y. Bergeron, Y., (eds). *Aménagement écosystémique en forêt boréale*. Presses de l'Université du Québec, Québec, 568 pages. : p. 13 à 40.

Geneletti, D., 2004. *A GIS-based decision support system to identify nature conservation priorities in an alpine valley*. Land Use Policy, 21 (2) : 149-160.

Gilbert-Norton, L.B., R. Wilson, J. R. Stevens et K. H. Beard, 2010. *A meta-analytic review of corridor effectiveness*. Conservation Biology, 24 : 660-668.

Girard J-F, 2014. *La conservation des milieux naturels par les municipalités: pouvoirs et arguments*, Marché municipal, Juillet 2014.

Gonzalez, A., C. Albert, B. Rayfield, M. Dumitru, A. Dabrowski, E. Bennett, J. Cardille et M. Lechowicz, 2013. *Corridors, biodiversité, et services écologiques : un réseau écologique pour le maintien de la connectivité et une gestion résiliente aux changements climatiques dans l'Ouest des Basses-Terres du Saint-Laurent*. Université McGill et Centre de la science sur la biodiversité du Québec, Project 554014, 72 p.

Gratton, L., 2010. *Plan de conservation de la vallée du Saint-Laurent et du lac Champlain*, région du Québec. La Société canadienne pour la conservation de la nature, Montréal, 150 p.

Gratton, L. et P. Desautels, 2011a. *Milieux naturels d'intérêt pour la biodiversité dans la région de Chaudière-Appalaches*. Conservation de la Nature du Canada, région du Québec, 53 p.

Gratton, L. et P. Desautels, 2011 b. *Portrait de l'identification des milieux naturels d'intérêt pour la biodiversité en Estrie*. Phase 1. Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire de l'Estrie, 46 p.

Gratton, L., M. Lelièvre, C. Daguét, M-J Martel, F. Hone, O. Pfister et F. Daudelin, 2011. *Conservation et foresterie: Contribuer au maintien des forêts privées du Québec méridional*. Rapport du comité de réflexion sur la conciliation entre conservation et foresterie. Corridor appalachien, Lac-Brome, Québec. 68 p.

Gratton, L. et M. Madison, 2013. *Stratégie de conservation du territoire de la MRC d'Argenteuil*. Présentation et cartes. MRC d'Argenteuil. Non publié.

Gratton L., 2014a. *Un corridor continental de conservation dans l'est de l'Amérique du Nord*. Vecteur-Environnement, Janvier 2014 : 46-50.

Gratton, L., 2014b. *Protocole d'identification des corridors et passages fauniques. Étude de cas : l'autoroute 10 entre les km 68 et 143*. Corridor appalachien, 55 p.

Grenon, F., J-P. Jetté, M. Leblanc, 2010. *Manuel de référence pour l'aménagement écosystémique des forêts au Québec – Module 1 - Fondements et démarche de la mise en oeuvre*, Québec, Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. et ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement et de la protection des forêts, 51 p.

Hawkins, V. et P. Selman, 2002. *Landscape scale planning: exploring alternative land use scenarios*: Landscape and Urban Planning, 60 : 211-224.

Hargrove, W.W., F.M. Hoffman et R.A. Efroymson, 2005. *A Practical Map-Analysis Tool for Detecting Potential Dispersal Corridors*. Landscape Ecology, 20 (4) : 361-373.

Héritage Saint-Bernard, 2011. *Guide des mesures de soutien et d'accompagnement des propriétaires d'écosystèmes forestiers exceptionnels*. CRÉ Vallée-du-Haut-Saint-Laurent. 200 p.

Hilty, J., W.Z. Lidicker Jr. et A.M. Merenlender, 2006. *Corridor Ecology*. Island Press, Washington D.C. Iuell.

Jaeger, J. A. G., K. Bélanger-Smith., M-H. Paspaliaris, É. Hovington, G. Pachmann et A. Clevenger, 2013. *Suivi de l'efficacité des passages à petite et moyenne faune sur la route 175*. Bulletin No. 2, mars 2013, 11 p.

Jobin B., R. Langevin, M. Allard, S. Labrecque, D. Dauphin, M. Benoit et P. Aquin, 2013. *Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes : étude de cas au lac Saint-Pierre*. Série de rapports techniques no 527. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 74 p. et annexes.

Jobin, B., C. Latendresse, C. Maisonneuve, A. Sebbane et M. Grenier, 2007. *Changements de l'occupation du sol dans le sud du Québec pour la période 1993-2001*. Série de rapports techniques n° 483, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Sainte-Foy, Québec, 112 p. + annexes.

Jodoin Y., C. Lavoie, P. Villeneuve, M. Thériault, J. Beaulieu et F. Belzile, 2008. *Highways as corridors and habitats for the invasive common reed Phragmites australis in Quebec, Canada*. Journal of Applied Ecology, 45: 459-466.

Joly, Martin, Primeau S., Sager M. et Bazoge A., 2008. *Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides, Première édition*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 68 p.

Jongman, R.H.G. et G. Pungetti, 2004. *Ecological Networks and Greenways: Concept, Design, Implementation*. Cambridge University Press, New York, N.Y.

Laliberté F., J. Gauthier et J-F Boileau, 2011. *Portrait de la forêt naturelle du Centre-du-Québec*. Plan régional de développement intégré des ressources naturelles et du territoire (PRDIRT), 138 p.

Lafleur, P.-É., 2007. *Quelques éléments de réflexion concernant l'utilisation d'espèces indicatrices dans un modèle écologique de gestion écosystémique pour la réserve faunique des Laurentides*. Comité scientifique sur les enjeux de biodiversité dans la réserve faunique des Laurentides, Annexe I, 9 p.

Lambeck, J.L., 1997. *Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation*. Conservation Biology, 11: 849-856.

Landres, P.B., J. Verner, J.W. Thomas, 1988. *Ecological Uses of Vertebrate Indicator Species: A Critique*. Conservation Biology, 2: 316-328.

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

Lindenmayer, D.B., G. Luck, 2005. *Synthesis: Tresholds in conservation and management*. Biological Conservation, 124 : 351-354.

Maheu-Giroux M. et S. De Blois, 2007. *Landscape ecology of Phragmites australis invasion in networks of linear wetlands*. Landscape Ecology, 22: 285-301.

McRae, B.H., B.G. Dickson, T.H. Keitt et V.B. Shah, 2008. *Using Circuit Theory to Model Connectivity in Ecology, Evolution and Conservation*, Ecology, 89 (10) : 2712-2724.

Meiklejohn, K., R. Ament et G. Tabor, 2010. *Habitat corridors and landscape connectivity: Clarifying the terminology*. Bozeman, Montana, USA: Center for Large Landscape Conservation.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de Lutte aux changements climatiques, 2014. *La conservation volontaire, vous pouvez faire la différence*. Gouvernement du Québec. P.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems et human well-being : Biodiversity synthesis* (A report of the Millennium Ecosystem Assessment). Washington, DC, World Resources Institute.

MRNF, 2004. *Ressources et industries forestières - Portrait statistique*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction du développement de l'industrie des produits forestiers. [En ligne]
http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/stat_edition_complete/chap02.pdf

Newell, S.L., 2006. *An Evaluation of a Science-based Approach to Habitat Linkage Design*. M.Sc. thesis, Northern Arizona University, Flagstaff, 94 p.

Noss R.F., 1983. *A regional landscape approach to maintain diversity*, BioScience, 33 : 700-706.

Noss, R. F., 1999, *Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators*, For. Ecol. Manage, 115: 135-146.

Ostiguy T., 2006. *États des connaissances actuelles et réalisations récentes en gestion de la faune le long des routes au Québec : étude de cas des deux chantiers majeurs sur le territoire de la direction de la Capitale-Nationale du ministère des Transports du Québec*, 36 p. et annexes.

Ouellet B., 2013. *L'habitat des pollinisateurs en milieu agricole: éléments à considérer pour en assurer la conservation et la restauration au Québec*. Essai présenté au Centre Universitaire de formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en Environnement, Université de Sherbrooke. 139 p.

Parmesan, C. et G. Yohe, 2003. *A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems*. Nature, 421 : 37-42.

Poiani K. A., B. D. Richter, M.G. Anderson et H. E. Richter, 2000. *Biodiversity Conservation at Multiple Scales: Functional Sites, Landscapes, and Networks*, BioScience, 50 : 133-146.

Pfister O., 2014. *Communication personnelle*, octobre 2014. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, direction de l'écologie de la conservation.

- Regroupement des organismes de bassin versant du Québec (ROBVQ), 2014. *Recherche de financement, Document à l'intention des OBV*. 32 p.
- Reining C., K. Beazley et C. Bettigole, 2006. *From the Adirondacks to Acadia: A Wildlands Network Design for the Greater Northern Appalachians*. Wildlands Project Special Paper No. 7. Wildlands Project, Richmond, VT.
- Rempel, R.S., D.W. Andison, S.J. Hannon, 2004. *Guiding principles for developing an indicator and monitoring framework*, The Forestry Chronicle, 80: 82-90.
- Sebbane, A., R. Courtois, S. ST-Onge, L. Breton, et P.-É. Lafleur, 2002. *Utilisation de l'espace et caractéristiques de l'habitat du caribou forestier de Charlevoix, entre l'automne 1998 et l'hiver 2001*. Québec, Société de la faune et des parcs du Québec, 59 p.
- St-Georges, M., 1999. *Guide d'aménagement des espaces verts urbains pour les oiseaux*, Fondation de la faune du Québec, Sainte-Foy, 140 p.
- St-Hilaire, G., M-È. Deshaies, J-P. Tremblay, L. Bélanger, F. Bujold, P-É. Lafleur, W. Giroux, S. Déry et M-È. Desmarais, 2012. *Guide d'intégration des habitats fauniques à la planification forestière*. Nature Québec. 76 p.
- Tardif, B., G. Lavoie et Y. Lachance, 2005. *Atlas de la biodiversité du Québec - Les espèces menacées ou vulnérables*. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du développement durable, du patrimoine écologique et des parcs, Québec, 60p.
- Taylor, P.D., L. Fahrig, K. Henein et G. Merriam, 1993. *Connectivity is a vital element of landscape structure*. Oikos, 68(3): 571-573.
- Taylor, P.D., L. Fahrig et K.A. With, 2006. *Landscape connectivity: a return to the basics*. Connectivity Conservation (eds K.R. Crooks & M. Sanjayan), pp. 29-43. Cambridge University Press, Cambridge.
- TECSULT INC., 2007. *Suivi environnemental du projet d'amélioration de la route 175 à 4 voies divisées-Grande faune 2006 : Efficacité des aménagements pour la grande faune*. Pour ministère des Transports du Québec, à l'université du Québec à Rimouski et au ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec.
- Tewksbury, J. J., D. J. Levey, N. M. Haddad, S. Sargent, J. L. Orrock, A. Weldon, B. J. Danielson, J. Brinkerhoff, E. I. Damschen et P. Townsend, 2002. *Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 99:12923-12926.
- The Wildlands Network, 2009. *Wildways. Creating landscapes for life*. www.twp.org/wildways

- Tikka, P.M., H. Hogmander et P.S. Koski, 2001. *Road and railway verges serve as dispersal corridors for grassland plants*. *Landscape Ecology*, 16: 659-666.
- Trombulak, S.C., M.G. Anderson, R.F. Baldwin, K. Beazley, J. Ray, C. Reining, G. Woolmer, C. Bettigole, G. Forbes, L. Gratton, 2008. *Priority Locations for Conservation Action in the Northern Appalachian/Acadian Ecoregion. Two Countries, One Forest/Deux Pays, Une Forêt* Special Report 1.
- Van Geert A., F. Van Rossum et L. Triest, 2010. *Do linear elements in farmland act as biological corridors for pollen dispersal ?*. *Journal of Ecology*, 98 : 178-187.
- Varin, M., 2013. *Cartographie de trois fonctions écologiques des milieux humides à l'aide d'indicateurs spatiaux dans un contexte d'aide à la décision*, Mémoire de maîtrise, Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke, 95 p. + annexes
- Ville de Québec, 2005. *Le développement domiciliaire en milieu boisé, intervenir autrement pour mieux réussir*, Service de l'environnement en collaboration avec le Service de l'aménagement du territoire, 12 p.
- Vogt P., K.H. Riitters, M. Iwanowski, C. Estreguil, J. Kozak et P. Soille, 2007. *Mapping landscape corridors*, *Ecological Indicators*, 7 (2): 481-488.
- Wildlands Network, 2009. *Wildways*. Disponible en ligne à : <http://www.twp.org/wildways>.
- White, R. et V. Stoecklin, 1998. *Children's Outdoor Play & Learning Environments: Returning to Nature*. 11, 2004 [En ligne] www.whitehutchinson.com/children/articles/outdoor.shtml
- Wiens, J.A., 1995. *Landscape mosaics and ecological theory*. Dans Hansson, L., L. Fahrig et G. Merriam, (eds). *Mosaic landscapes and ecological processes*. Chapman and Hall, London. pp 1-26
- Worboys, G. L., W.L. Francis et M. Lockwood, 2010. *Connectivity conservation management: A global guide*. London, United Kingdom: Earthscan.

Annexe 1

Tableau 1 Liste des groupes d'espèces d'intérêt

Groupe d'espèces d'intérêt	Description	Exemples d'espèces	Synonymes	Remarques
En situation précaire	Espèces dont les populations sont en déclin ou dont la viabilité est menacée que ce soit au niveau régional, provincial, national ou même international.	<ul style="list-style-type: none"> • Tortue des bois • Carcajou • Pygargue à tête blanche • Paruline du Canada • Ail des bois 	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces en déclin (Les termes espèces en péril et/ou menacées sont à proscrire pour éviter toute confusion avec le statut légal) 	Statut légal en vertu de la <i>Loi sur les espèces menacées ou vulnérables</i> (LEMV), au Québec, et la <i>Loi sur les espèces en péril</i> (LEP), au Canada.
D'intérêt socio-économique	Espèces qui ont une valeur sociale ou économique.	<ul style="list-style-type: none"> • Orignal • Martre • Touladi • Bleuet 	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces vedettes • Espèces mises en valeur 	Ce groupe inclut aussi les espèces recherchées pour les activités sans prélèvement ou à valeur culturelle (ex : ornithologie).
Sensibles à l'aménagement forestier	Espèces forestières dont les populations sont fragilisées par les effets de l'aménagement forestier sur leur habitat.	<ul style="list-style-type: none"> • Martre • Pic à dos noir • Oiseaux forestiers • Insectes saproxylophages 	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces d'intérieur 	s/o
À distribution restreinte	Espèces dont l'aire de distribution est de faible étendue et dont la répartition est marginale, disjointe ou sporadique.	<ul style="list-style-type: none"> • Grue du Canada • Tortue des bois • Polémoine de Van Brunt 		Certaines espèces ont une valeur de conservation élevée : indigènes et endémiques.
D'intérêt régional	Espèces pour lesquelles il y a un intérêt de conservation ou de mise en valeur au niveau régional	<ul style="list-style-type: none"> • Touladi • Doré • Omble de fontaine en allopatrie 		Ce groupe peut inclure les espèces à distribution restreinte.
Emblématiques	Espèces charismatiques qui attirent la sympathie du public et qui sont utilisées pour la mobilisation autour de mesures de conservation.	Québec : <ul style="list-style-type: none"> • Caribou forestier • Ours polaire • Béluga 	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces phares • Espèces porte-étendard 	De façon générale, ce sont des espèces en situation précaire ou rares. Elles sont prises en compte dans l'identification des enjeux par rapport aux espèces en situation précaire.

Tableau 2 Résumé des espèces indicatrices d'un groupe d'intérêt

Espèces indicatrices	Description	Exemples d'espèces	Remarques
Focales	<p>Les espèces les plus sensibles face aux impacts négatifs associées à l'aménagement forestier tels la raréfaction de certains habitats (ex : vieilles forêts) ou de certains éléments d'habitats (bois mort).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Généralement catégorisées selon la raison de leur vulnérabilité face à l'aménagement forestier : <ul style="list-style-type: none"> ○ Limitées par la superficie : espèces exigeantes en terme de superficie; ○ Limitées par la capacité de dispersion; ○ Limitées par les ressources ou les habitats : espèces associées à des habitats ou des éléments structuraux particuliers. 	<ul style="list-style-type: none"> • Salamandre pourpre • Grand pic • Ours noir 	<p>Pour une caractéristique d'habitat donnée, l'espèce focale correspond généralement à celle qui est la plus exigeante ou la plus vulnérable en lien avec cette caractéristique.</p> <p>Les besoins de ces espèces ne couvrent pas nécessairement les exigences d'habitat d'un ensemble d'espèces bien que cela soit possible. Toutefois, en sélectionnant les espèces les plus exigeantes pour un ensemble de composantes d'habitat, on donne le maximum de chances de préserver la biodiversité.</p>
Parapluies	<p>Espèces dont la conservation de l'habitat confère une protection aux espèces cohabitant naturellement avec elles. Il s'agit traditionnellement des espèces ayant de larges domaines vitaux et qui ont des besoins importants en termes de massifs d'habitats à préserver.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ours noir 	<p>Cette version élargie est à la base du concept d'espèce focale. Toutefois, puisque les besoins de l'espèce focale ne recouvrent pas nécessairement ceux des espèces avec qui elle cohabite, elle n'est pas forcément une espèce « parapluie ».</p>
Indicatrices	<p>Espèces ou groupes d'espèces qui peuvent donner de l'information sur l'état des écosystèmes ou des populations d'autres espèces. Leur utilisation permet de suivre l'évolution de certaines conditions environnementales ou attributs écologiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Garrot d'Islande (bois mort) • Salamandre pourpre 	
Clés ou Clés de voûte	<p>Espèces qui jouent un rôle important dans le maintien des processus écologiques d'un écosystème incluant le maintien ou la création d'habitats ou de caractéristiques d'habitats bénéficiant à d'autres espèces.</p> <p>Elles ont un impact sur l'environnement généralement disproportionné par rapport à leur abondance.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Castor • Loutre de mer • Certains proposent également le lièvre d'Amérique et le Grand pic 	<p>Certaines espèces clés modifient leur environnement créant des conditions essentielles à la présence d'autres espèces, d'autres sont des proies ou des prédateurs importants pour un écosystème. La disparition d'une espèce clé, ou une baisse importante de ses populations, peut entraîner des modifications radicales dans la composition et le fonctionnement des communautés et des écosystèmes.</p>

Les ouvrages suivants ont été consultés : Landres et coll. 1988, Lambeck et coll. 1997, Noss 1999, FSC Canada 2004, Lindenmayer et Luck 2005, Rempel et coll. 2004, Lafleur 2007, Gauthier et coll. 2008, Grenon et coll. 2010

Annexe 2

Tableau 1 Sources de données en format numérique et papier

Thèmes	Données numériques et papier
1. Topographie, hydrographie et réseau routier	<ul style="list-style-type: none"> a) Les feuillets topographiques à l'échelle du 1/20 000 de la Base de Données Topographiques du Québec (BDTQ 20K) du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN); b) La localisation des ponts, viaducs et ponceaux le long des tronçons de routes du ministère du Transport du Québec (MTQ); c) La Géobase routière d'Adresses Québec; d) La base de données du réseau de sentiers de VTT et de motoneige (Fédération Québécoise des Clubs Quads; Fédération des clubs de motoneigistes du Québec);
2. Peuplements forestiers	<ul style="list-style-type: none"> e) Les données numériques écoforestières du Québec (FORGEN - TERGEN) au 1/20 000 du MERN (quatrième inventaire écoforestier disponible pour le territoire). La superficie minimale des boisés cartographiés est de 4 ha; f) Les données sur les Écosystèmes forestiers exceptionnels (EFE) du territoire (MERN);
3. Milieux humides	<ul style="list-style-type: none"> g) Les plans régionaux des milieux humides des régions administratives de Canards Illimités Canada (CIC) (2007); h) Les milieux humides identifiés au sein des données numériques écoforestières du Québec (MERN); i) Toutes autres cartographies des milieux humides pour la région (Géomont, Corridor appalachien); j) Cartographie du Centre St-Laurent (images Ikonos de 2000) pour les rives du fleuve; k) Cartographie détaillée des milieux humides de CIC et du MDDELCC; l) Milieux humides figurant sur la couche de la Base de données topographiques du Québec (1/20000); m) Atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent du Service canadien de la Faune (combinaison d'images Landsat-5 de 1993-1994 et Radarsat de 1999);
4. Autres habitats (friches, petits boisés et lisières boisées)	<ul style="list-style-type: none"> n) Photographies aériennes, satellites ou orthophotos. o) Classification de l'occupation du sol produite par Agriculture et Agroalimentaire Canada- Landsat-7 (2001-2002; résolution de 25 m) ; p) Carte d'occupation du sol produite par le Service canadien de la Faune (1999-2003) à partir des images Landsat-7 (résolution de 25 m) ;
5. Faune	<ul style="list-style-type: none"> q) Les habitats fauniques désignés par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP); r) Les données du MFFP sur la faune du territoire, (sites d'abattage, sites de captures ou réputés pour l'observation); s) Les données sur les Zones importantes pour la conservation des oiseaux de Nature-Québec; t) Les rapports d'accidents avec la faune ou les localités des carcasses récoltées par le MTQ; u) Données de l'Atlas des amphibiens et reptiles du Québec ; v) Données de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec;

(Suite du tableau 1)

Thèmes	Données numériques et papier
6. Espèces menacées et vulnérables	w) Les occurrences d'espèces désignées menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, selon le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec; x) Banque de données du Service canadien de la faune sur les oiseaux en péril (SOS-POP); y) Habitats essentiels des espèces inscrites à la Loi sur les espèces en péril ;
7. Aires protégées et noyaux de conservation	z) Le réseau des aires protégées d'après le registre du gouvernement du Québec (MDDELCC); aa) Les propriétés protégées par un organisme de conservation mais qui n'apparaissent pas au registre du gouvernement du Québec (voir le Répertoire des milieux naturels protégés du Québec du Réseau de milieux naturels protégés et autres sources); bb) Les refuges biologiques du MFFP sur les territoires publics; cc) Les sites prioritaires identifiés lors d'exercices de planification de conservation à l'échelle locale, régionale ou suprarégionale (voir la compilation du Service canadien de la faune);
8. Zonage, affectation et usages autorisés du territoire	dd) Les schémas d'aménagement des MRC; ee) Les plans d'urbanisme des municipalités; ff) La mise à jour des infrastructures (réseaux routiers municipaux et bâtiments);
9. Îlots de chaleur	gg) Outil cartographique d'identification des îlots de chaleur urbains au Québec et de certaines populations vulnérables Institut national de santé publique du Québec (2009).

