

**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.**

Résumé détaillé

Faits saillants

Ce projet a vu le jour suite à une demande du Ministère du développement durable, de l’environnement, de la faune et des parcs (MDDEFP) du gouvernement du Québec pour élaborer un réseau d’habitats forestiers et de corridors qui permettrait le maintien de la biodiversité et des services écologiques dans le contexte des changements climatiques. Plusieurs résultats importants ont été obtenus dans ce projet. Nous avons produit et mis à jour une nouvelle carte d’utilisation des terres pour la région à l’étude. Nous avons élaboré un nouveau modèle de changement de l’utilisation des terres qui a été utilisé pour explorer des scénarios de changements futurs dans l’utilisation des terres, en particulier la fragmentation forestière, dans les décennies à venir. Nous avons relié le modèle de changement de l’utilisation des terres avec les projections régionales de changements climatiques pour identifier les changements dans la qualité et la disponibilité de l’habitat en 2000, 2025 et 2050. Nous avons trouvé des interactions significatives entre les changements climatiques et les changements dans l’utilisation des terres qui conduisent à un réseau régional qui tend à être moins connecté avec le temps. Notre analyse a aussi révélé qu’un large corridor existe au nord-est de Montréal. Ce corridor contient plusieurs «pas japonais» formés de parcelles forestières qui permettent aux organismes de traverser la région du sud au nord. Nous avons aussi produit plusieurs cartes de priorisation de l’habitat qui classent l’importance de chaque fragment forestier par rapport à la connectivité du réseau entier d’habitat. Ceci permet à l’utilisateur d’identifier où est situé le plus haut $n^{\text{ème}}$ percentile de fragment forestier dans la région. Ces cartes peuvent servir à appuyer la conservation des habitats forestiers dans le but d’établir un réseau écologique pour la biodiversité et les services écosystémiques dans et autour de la ceinture verte de Montréal. Les intervenants et partenaires du projet ont déjà commencé à utiliser ces résultats dans leurs efforts de conservation.

Contexte et objectifs

La capacité des écosystèmes et des sociétés humaines à s’adapter aux changements climatiques en cours dépendra de notre habilité à créer des paysages durables avec des réseaux socio-écologiques diversifiés et résilients. La création de corridors écologiques est la stratégie de conservation la plus fréquemment proposée pour renforcer la connectivité des paysages. Des recherches plus récentes s’attaquent cependant au défi

de concevoir des réseaux écologiques qui seront robustes face aux changements climatiques.

Notre objectif est de concevoir des réseaux écologiques robustes pour la région d'étude qui maintiennent des dynamiques écologiques durables et résilientes sous des trajectoires prédites de changements climatiques et de changements dans l'utilisation des terres pendant le siècle à venir.

Nos objectifs spécifiques sont les suivants:

- Assembler et caractériser les données sur la fragmentation forestière pour la région d'étude;
- Incorporer les connaissances et les priorités de nos partenaires;
- Identifier les réseaux forestiers;
- Relier les réseaux de forêt aux données de biodiversité et aux services écologiques existants en utilisant les données de notre recherche sur le terrain, de la littérature et des bases de données existantes;
- Modéliser les changements de l'utilisation des terres et les impacts des changements climatiques sur le réseau écologique;
- Prioriser les fragments de forêt selon leurs contributions au réseau écologique.

Région d'étude

Notre analyse a porté sur l'extrême sud du Québec, le long des deux rives du fleuve Saint-Laurent entourant Montréal (région centrée sur 45°40'N, 73°15'W). La superficie de l'aire d'étude est approximativement de 27 500 km², s'étendant au nord et à l'ouest de la région administrative de la Montérégie. L'aire d'étude chevauche trois éco-provinces représentant des combinaisons climatique, géologique et topographique distinctes, selon la classification du cadre écologique de référence (Li & Ducruc 1999). L'éco-province centrale, couvrant 69% de l'aire d'étude, comprend surtout des terres agricoles fertiles le long de la vallée du Saint-Laurent et abrite une grande partie de la population du Québec. Cette région nous a permis d'examiner deux types de connectivité : 1) la connectivité du réseau forestier fortement fragmenté des basses terres du Saint-Laurent ; et 2) la traversabilité du réseau forestier des basses-terres du Saint-Laurent entre les montagnes Appalachiennes le long de la frange sud et les contreforts des montagnes Laurentiennes au nord.

La distribution spatiale des classes de couverture des terres dans ce paysage a été obtenue dans un format numérique à l'échelle du 1:20000 du système d'information éco-forestier provincial du Ministère des ressources naturelles du Québec (MRN, 2000). Les données forestières de ce système sont basées sur la photo-interprétation aérienne et des inventaires sur le terrain conduits durant le 3^{ème} inventaire forestier décennal du Ministère des ressources naturelles et de la faune du Québec (MRNF, 2003). L'île de Montréal ayant des données de distribution forestière incomplètes, nous avons donc

compléter les données avec la base de données topographique provinciale du Ministère des ressources naturelles de la faune du Québec (MRNF, 2008) également au 1:20000. La majorité de la couverture terrestre (>90%) a été classifiée entre 2001 et 2003, avec de petites sections de l'aire d'étude complétées en 2004 et 2008. Toutes les cartes de couverture terrestre ont été converties en format *raster* avec une résolution de 30 m.

Démarche et contenu du rapport

Ce rapport s'articule autour de 7 chapitres qui reprennent la démarche du projet et en présentent les résultats :

- **Chapitre 1** : Choix des espèces pour l'étude
- **Chapitre 2** : Caractérisation et cartographie de la variation spatiale de l'utilisation des terres, en utilisant une combinaison d'indices et de méthodes de télédétection
- **Chapitre 3** : Identification de la répartition spatiale des habitats utilisés par cinq espèces focales
- **Chapitre 4** : Modélisation de la distribution future des cinq espèces focales
- **Chapitre 5** : Modélisation du changement d'utilisation des terres pour les horizons 2025 et 2050
- **Chapitre 6** : Modélisation de la connectivité du réseau écologique
- **Chapitre 7** : Classification des fragments de forêt selon leur contribution à la connectivité du réseau écologique pour 2000, 2025 et 2050.

Chapitre 1. Choix des espèces

L'aire d'étude est fréquentée par beaucoup d'espèces de vertébrés (217 oiseaux, 56 mammifères, 17 amphibiens et 15 reptiles) et il est impossible de toutes les considérer. Nous avons utilisé l'approche par espèces focales pour s'affranchir de la grande diversité de plantes et d'animaux dans l'aire d'étude (Opdam et al. 2008), tout en capturant un large spectre d'habitats et de besoins en ressources, de sensibilités aux changements climatiques, de fragmentation d'habitat et d'aptitudes à la dispersion. Le point le plus important est que nous avons sélectionné des espèces qui étaient bien décrites dans la littérature afin de connaître leurs caractéristiques d'histoire de vie, leurs habitats, leurs préférences climatiques et leurs occurrences spatiales à l'échelle régionale. Ce rapport inclut les résultats pour le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), la martre d'Amérique (*Martes americana*), la salamandre cendrée (*Plethodon cinereus*), la paruline couronnée (*Seiurus aurocapilla*) et le bourdon fébrile (*Bombus impatiens*).

Chapitre 2. Nouvelle classification de l'utilisation des terres

Le projet a requis une mise à jour de la classification de l'utilisation des terres pour la région d'étude afin d'évaluer la distribution de l'habitat, de modéliser le changement des paysages et de cartographier adéquatement nos résultats. Nous avons utilisé les images de Landsat 5 TM (*Thematic Mapper*) de 2009, produites par le *U.S. Geological*

Survey et acquises de *Earth Explorer* (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), qui avaient une couverture nuageuse minimale. Pour traiter et analyser les données nous avons utilisé le logiciel de traitement d'images IDRISI TAIGA de *Clark Labs* (<http://www.clarklabs.org>). Nous avons utilisé des méthodes supervisées et non-supervisées pour classifier l'utilisation des terres. Les deux techniques ont été testées et couplées avec différents classificateurs. Toutefois, les meilleurs résultats furent obtenus avec la méthode supervisée utilisant la classification par segment.

La cartographie finale de classification de l'utilisation des terres est résumée en 10 catégories d'utilisation des terres qui étaient les plus représentatives pour l'aire d'étude. La région est dominée par l'agriculture dans le centre des basses-terres du Saint-Laurent et un paysage dominé par la forêt dans la partie nord-ouest proche des montagnes Laurentiennes, et dans la partie sud-est proche des montagnes Appalachiennes. L'agriculture, les sols dénudés et les terrains herbacés représentent 42,2 % de l'aire d'étude, suivis par le couvert forestier (38,7 %) et les zones urbaines (7,23 %).

Nous avons utilisé une méthode de tabulation croisée pour la validation. Tous les 1398 points d'observation écologique (POE) présents dans l'aire d'étude ont été inclus dans le processus de validation. En utilisant cette méthode, nous avons trouvé que 91,5 % des POE tombaient dans la catégorie des forêts de la carte d'utilisation des terres dérivée de Landsat ; l'utilisation d'autres bases de données (p. ex. base de données en agriculture BDCA) a confirmé la précision de notre classification. Notre classification de l'utilisation des terres dérivée de Landsat fournit, à notre connaissance, la plus récente carte pour l'aire d'étude. Elle a servi de base pour toutes les analyses subséquentes décrites dans ce rapport.

Chapitre 3. Modélisation de la qualité de l'habitat

Nous avons produit les premières cartes à haute résolution de la qualité de l'habitat pour les cinq espèces focales dans l'aire d'étude. Ces cartes de qualité de l'habitat définissent les parcelles d'habitat (à 30 m. de résolution) pour chaque espèce. Nous avons obtenu les préférences d'habitat pour chaque espèce en faisant une revue de littérature. Pour décrire les besoins d'habitat et les préférences des espèces nous avons quantifié la qualité de l'habitat sur une échelle de 0 à 100 comme suit : 0 = habitat non utilisé ; <30 = évité ; 30–60 = utilisé occasionnellement, mais pas pour la reproduction ; 60–80 = utilisation régulière pour la reproduction ; 80–100 = meilleur habitat pour la survie et la reproduction de l'espèce. Nous avons également pris en compte l'effet de la configuration de l'habitat, les effets de bordure et la distance aux routes principales et secondaires sur la qualité globale de l'habitat.

Pour les analyses de connectivité décrites dans les chapitres suivants, nous avons besoin de définir les parcelles d'habitat, c-à-d. les zones agrégées de bon habitat qui peuvent soutenir une population ou au moins une paire d'individus. De manière

classique, les parcelles sont définies comme des jeux de cellules d'habitat adjacentes (parcelles structurales). Toutefois, les parcelles ne sont pas des éléments fixés du paysage ; elles sont organisées hiérarchiquement dans le paysage et différents organismes perçoivent et réagissent à ces caractéristiques du paysage à diverses échelles spatiales et à divers niveaux hiérarchiques. C'est ainsi que nous avons défini les parcelles relativement aux préférences et à l'aptitude au mouvement des cinq espèces focales retenues.

Notre approche est ancrée dans les modèles de la littérature et donc manque de validation s'appuyant sur des mesures de terrain. Toutefois, les bénéfices de ces modèles basés sur la littérature compensent largement leurs faiblesses, car ils sont simples et relativement rapides à développer. Étant donné les contraintes de temps du projet, ils nous ont permis de modéliser la qualité de l'habitat pour de multiples espèces sans devoir collecter de nouvelles données de terrain, et leur sensibilité aux paramètres spécifiques de l'habitat est facile à quantifier. Ces couches d'information sur la qualité d'habitat ont servi comme intrants aux analyses de connectivité subséquentes.

Chapitre 4. Modèle de changement d'utilisation des terres pour simuler les changements entre 2000 et 2050

L'utilisation des terres et les changements d'occupation des sols sont connus pour être l'une des principales causes de la perte de biodiversité dans les écosystèmes terrestres (Sala et al. 2000). En général, ces changements d'utilisation des terres conduisent à la perte d'habitats naturels et augmentent la fragmentation de l'habitat avec le temps. La fragmentation de l'habitat revient typiquement à créer de nombreuses parcelles plus petites et plus isolées. Ainsi, le changement dans la configuration de l'habitat est une signature significative du changement dans l'utilisation des terres. Les efforts de conservation actuels se concentrent sur la restauration de la connectivité, mais un défi majeur est d'anticiper les futurs patrons de perte d'habitat et de fragmentation. De bons modèles d'utilisation des terres et de changements dans l'occupation des sols sont un élément essentiel pour évaluer les pertes d'habitat futures et planifier la restauration de la connectivité des paysages.

Les principaux objectifs de ce chapitre étaient de : 1) développer un modèle de changement d'utilisation des terres capable de fournir des scénarios plausibles de changements dans la distribution spatiale de l'occupation des sols ; et 2) simuler le changement futur potentiel de l'occupation des sols basé sur une évaluation des patrons actuels d'utilisation des terres et de leurs dynamiques dans le passé récent.

Nous avons utilisé une version modifiée du modèle *CLUE* (Verburg et Overmars, 2009). Ce modèle combine à la fois : 1) une approche descendante (*top-down*), prenant en compte les contraintes socioéconomiques à grande échelle en imposant les changements quantitatifs attendus sur l'aire d'étude (p. ex. une augmentation de 10% des zones urbaines) selon les grands scénarios économiques et démographiques ; et 2)

une approche ascendante (*bottom-up*) prenant en compte les contraintes géomorphologiques, liées aux sols et climatiques locales sur la distribution spatiale de ces changements. La première étape a été de définir les scénarios. La seconde étape a requis la détermination de l'allocation spatiale la plus plausible pour les changements projetés d'occupation des terres. Nous avons considéré ici les huit mêmes catégories d'utilisation des terres qu'au chapitre 3 : (1) cultures/agriculture ; (2) environnement bâti en zone rurale ; (3) premiers types d'habitats perturbés (pépinières, buissons, terrains clairsemés) ; (4) zones urbaines ; (5) forêts ; (6) seconds types d'habitats perturbés (terrains de golf, jardins botaniques, terrains de camping, vergers) ; (7) eaux libres ; (8) milieux humides.

Nous avons appliqué le modèle de changement de l'utilisation des terres sur l'aire d'étude au complet pour la période allant de 2000 (carte initiale d'utilisation des terres) à 2050 (horizon des scénarios de changements climatiques ; voir le chap. 6). Le scénario de changement de l'occupation des sols dans la région suppose une évolution normale de la situation («*business as usual*») et est caractérisé par un certain nombre de facteurs. Tout d'abord, il y a une région marquée par l'étalement urbain et les développements surtout au nord-ouest de Montréal, dans la région des Laurentides. Tel qu'attendu des scénarios sélectionnés, il y a aussi une grande perte de zones forestières dans la région agricole centrale qui se caractérise par l'émergence de petits fragments de forêt et l'érosion des plus grands fragments. Nous observons une augmentation marquée dans le nombre de fragments entre 2000 et 2025 ; par la suite, bien que cette tendance se poursuive jusqu'en 2050, cette augmentation ralentit significativement. En résumé, dans un scénario d'activités dites normales («*business as usual*»), la région est caractérisée par des niveaux croissants de fragmentation forestière dans les quarante prochaines années. Une des conséquences attendues est la réduction de la connectivité de l'habitat pour beaucoup d'espèces.

Nous avons construit un nouveau modèle de changement de l'utilisation des terres pour cette région d'étude. Les recherches en cours permettront de valider les hypothèses et les projections.

Chapitre 5: Modélisation des changements sous le climat de 2050

Un des principaux objectifs de ce projet était de tenir compte des conséquences des changements climatiques dans l'élaboration d'un réseau d'habitat à l'échelle régionale. Ceci requiert d'anticiper les changements dans la distribution géographique de nos espèces focales. Nous avons utilisé l'approche classique de modélisation de la distribution des espèces (Guisan & Thuiller 2005) pour modéliser les changements dans la distribution de nos espèces focales jusqu'en 2050. Ici, nous avons considéré seulement les variables climatiques puisque les autres variables environnementales telles que la nature des sols et la structure de la végétation étaient déjà incluses dans les modèles d'habitat à petite échelle (voir détails dans le chapitre 3). L'adéquation avec le climat reflète l'apparition attendue des espèces à grande échelle et est donc

complémentaire avec la modélisation à fine échelle décrite au chapitre 3. Nous avons produit des cartes du changement de distribution de nos espèces focales dans la région d'étude pour 2025 et 2050.

Étant donné le grand nombre de scénarios et de résultats produits dans ce projet (scénarios de changements d'utilisation des terres, de changements climatiques, 5 espèces considérées, analyses de réseaux), nous avons décidé de montrer nos résultats seulement pour les scénarios climatiques les plus extrêmes (c-à-d. ceux qui diffèrent le plus des conditions actuelles), basés sur l'hypothèse qu'ils décriraient les réponses les plus extrêmes parmi toutes les réponses potentielles qu'ils devraient inclure. Nous avons utilisé l'analyse en composantes principales pour identifier quatre scénarios qui représentaient le mieux ces extrêmes.

Nous avons utilisé l'ensemble BIOMOD (Thuiller et al. 2009) dans l'environnement R (R Development Core Team 2008) pour réaliser les modélisations des distributions de nos espèces focales. Cinq modélisations de niches climatiques furent sélectionnées et calibrées. Nous avons utilisé la méthode dite «*Committee averaging procedure*» (Marmion et al. 2009; Thuiller et al. 2009) pour synthétiser les prédictions provenant de ces modélisations. Pour chaque exécution du programme, une transformation binaire était réalisée en utilisant le seuil qui maximisait les TSS («*True Skill Statistics*», Allouche et al. 2006). Les prédictions binaires étaient ensuite sommées et divisées par 100. Cela a permis de calculer un indice, le «*Overall suitability index*», pouvant prendre des valeurs comprises entre 0 (= aucune des centaines d'exécutions du programme ne prédisait la présence de l'espèce) et 1 (= toutes les exécutions du programme prédisaient la présence de l'espèce).

À partir du mode résultat, nous avons généré des cartes de grande valeur et statistiquement robustes montrant la distribution climatique de nos espèces focales dans la région d'étude. À cause de l'échelle relativement petite de notre région d'étude, et du fait que nous avons utilisé seulement deux points de référence dans le futur, ces cartes ont révélé des patrons de changements de la qualité de l'habitat assez simples dans l'espace et dans le temps – soit la région restait convenable d'un point de vue climatique, soit elle ne convenait plus en 2050. Une petite hétérogénéité dans l'adéquation climatique au niveau subrégional a toutefois été observée. Ces cartes ont servi de base pour les analyses de priorisation de la connectivité et des réseaux décrites dans les chapitres 6 et 7.

Chapitre 6. Connectivité multi-échelle pour de multiples espèces

Un des principaux défis dans l'élaboration de réseaux d'habitats connectés est le besoin de maintenir la connectivité simultanément pour de multiples espèces ayant des traits écologiques différents. La connectivité est un concept spécifique aux espèces qui inclut l'aptitude à la dispersion et les préférences d'habitat de l'espèce (Taylor et al. 1993). Aussi, un réseau écologique élaboré pour maintenir la biodiversité est composé d'une

superposition de réseaux d'habitats spécifiques à chaque espèce. Pour chaque espèce, son réseau d'habitat reflète la connectivité du paysage selon la propre perspective de l'espèce considérée. Ce concept se traduit à travers la définition de point nodal spécifique qui incorpore l'information à propos de la taille, de la forme et de la qualité des parcelles d'habitat ainsi que des liens spécifiques qui incorporent les habiletés de l'espèce à se mouvoir et la perméabilité de la matrice entourant les parcelles d'habitat selon la perspective de l'espèce. Dans ce chapitre, nous appliquons ce cadre général à nos cinq espèces focales (décrites au chapitre 1) pour quantifier la connectivité de l'habitat à l'échelle de la région d'étude.

Le cadre que nous avons présenté pour estimer la connectivité du réseau d'habitat a été établi à partir d'une application de la théorie des circuits et des réseaux en écologie du paysage. Nous avons explicitement quantifié la connectivité inter-parcelle qui favoriserait la persistance de la biodiversité dans l'écorégion des basses-terres du Saint-Laurent et la connectivité transversale qui permettrait aux espèces de migrer et à leurs aires de distribution de se déplacer avec les changements climatiques.

Quand on applique ce cadre pour retracer les changements dans la connectivité du réseau d'habitat des espèces avec le temps et sous des scénarios simulés d'utilisation des terres et de changements climatiques, nous trouvons que la qualité des points nodaux diminue pour toutes les espèces et sous tous les scénarios envisagés. Pour quelques espèces, cette diminution dans la qualité des points nodaux se répercute en une diminution de la superficie connectée à l'échelle du réseau (p. ex. pour la martre d'Amérique). Pour les autres espèces toutefois, une diminution de la qualité des points nodaux ne résultait pas en une diminution de la superficie connectée, possiblement dû à la configuration des points nodaux dans le réseau d'habitat (p. ex. pour le cerf de Virginie et la paruline couronnée). Ceci nous procure quelques motifs d'optimisme parce que la planification systématique de la conservation peut garder les réseaux d'habitat actuels intacts. Les espèces bénéficiant d'un réseau d'habitat protégé auront une bien meilleure chance de persister dans un contexte de paysages en évolution constante et de changements climatiques.

Chapitre 7. Sélection d'un réseau multi-espèces utilisant le logiciel *Zonation*

Dans ce chapitre, nous avons mis l'emphase sur deux objectifs de conservation pour le réseau de parcelles forestières dans la région d'étude : 1) la maintenance à long-terme des populations au sein du réseau d'habitats ; et 2) la persistance des migrations à grande échelle et du potentiel pour des changements de distributions à travers le réseau d'habitats en réponse au climat. La planification de la conservation basée sur ses objectifs était répétée avec le temps pour comparer la priorisation sous les conditions actuelles avec les priorisations futures sous des scénarios de changements climatiques. Avec cette manière de procéder, nous pouvons prioriser aujourd'hui l'habitat qui deviendra adéquat dans le futur et ne pas prioriser l'habitat qui deviendra inadéquat.

Nous avons utilisé le logiciel de priorisation spatiale *Zonation v3.1* (Moilanen et al. 2005) pour trouver un compromis entre la qualité de l'habitat, la connectivité entre les parcelles et les objectifs de traversabilité pour chacune des cinq espèces focales. *Zonation* a été largement appliqué pour identifier des priorités de conservation à l'échelle spatiale. Nous avons utilisé les descriptions spatiales – au niveau nodal et au niveau du pixel – de la connectivité des parcelles d'habitat des espèces et de la qualité de l'habitat, comme couches caractéristiques pour les analyses avec *Zonation*. Celui-ci a produit des cartes de priorité et des courbes de performance qui quantifiaient la fraction d'habitat restante à toutes les étapes de perte de parcelle. Les couches caractérisant la qualité de l'habitat, la connectivité entre les parcelles et la traversabilité pour toutes les espèces ont reçu un poids égal dans tous les scénarios considérés.

Le classement spatial des priorités de conservation dans le paysage d'aujourd'hui met en lumière les régions les plus importantes pour la conservation de la connectivité du paysage. Il montre la hiérarchie des parcelles dépendamment des fractions du paysage qui peuvent être protégées. La plus forte priorité de conservation est donnée aux régions centrales des fragments forestiers des basses terres du Saint-Laurent. Les parcelles forestières des écorégions des montagnes Laurentiennes et des montagnes Appalachiennes sont aussi d'importance pour la conservation à cause de leur qualité élevée et de leur rôle dans le maintien de la traversabilité du paysage. La priorité de conservation est hétérogène dans la matrice agricole de la rive sud. Les pixels de non-habitat les mieux classés dans la zone agricole forment un corridor distinct orienté vers le nord de Montréal. Ce corridor pourrait représenter une région importante à l'intérieur de laquelle des activités de restauration forestière pourraient être encouragées puisqu'il recouvre de nombreux fragments d'habitats de plus grande priorité et qu'il pourrait servir à connecter les grandes régions forestières vers le sud, l'est et l'ouest de la région d'étude. Ce corridor est déjà important aujourd'hui, mais il devient crucial pour la connectivité future de la région.

Conclusion et recommandations

Les écosystèmes sont évalués selon leur capacité à maintenir simultanément de nombreuses espèces et de multiples fonctions et services écologiques (Gonzalez et al. 2011; Zavaleta et al. 2010). Nous avons appliqué un mélange innovateur de méthodes pour élaborer un réseau d'habitats qui peut simultanément soutenir une variété d'espèces dans une région subissant les changements climatiques et dans laquelle la connectivité est érodée par la fragmentation. L'innovation de notre méthode réside dans le fait qu'elle se situe à la convergence d'approches de conservation mettant l'accent sur la connectivité entre les parcelles dans des réseaux d'habitat et les mouvements sur de longues distances typiques de migrations à travers les réseaux d'habitat. Nous avons identifié les parcelles clés pour la conservation dans lesquelles ces priorités de conservation se recoupent. De plus, notre approche soulève la problématique que l'efficacité d'un réseau d'habitat peut être compromise avec les

changements d'utilisation des terres et du climat. Les réseaux multifonctionnels résultant intégreront mieux les changements socioéconomiques tout en tenant compte des besoins futurs des organismes résidant dans ces réseaux.

Nous avons 5 recommandations:

1. Nous recommandons la définition et l'implémentation d'un plan régional pour restaurer les connectivités écologiques selon les méthodes que nous avons développées ici. AU départ, le plan devrait reposer sur nos résultats préliminaires, intégrer ceux produits par d'autres chercheurs (des sphères académiques, gouvernementales et associatives), et raffinées dans les années à venir à l'aide de nouveaux résultats de recherche.

2. Nous recommandons la collecte sur le terrain de données sur la biodiversité et les écosystèmes dans le tissu de corridors que nous avons identifiés au Nord de Montréal. Les tâches de forêts ayant été identifiés comme jouant le rôle le plus important en termes de connectivité devant être ciblées de manière préférentielle pour cette collecte de données.

3. La validation de nos modèles de connectivité a été appauvrie par l'absence de bonnes données sur le mouvement des espèces. Nous recommandons donc la conceptualisation et l'implémentation de protocoles de terrain pour la collecte de données sur le mouvement des espèces cibles que nous avons sélectionnées.

4. Nous recommandons une analyse sur les valeurs économiques du réseau d'habitats que nous proposons pour la région du Grand Montréal. Cette analyse stimulera le transfert de nos résultats vers les sphères politiques.

5. Nous recommandons la mise en place d'une campagne de communication pour le grand public visant à expliquer l'importance de la connectivité des habitats pour la conservation de la biodiversité.

En conclusion, nous avons créé des cartes qui priorisent l'ensemble des fragments forestiers de la région d'étude et quantifié leur contribution à un vaste réseau écologique conçu pour l'adaptation aux changements climatiques des écosystèmes de la région. Nous estimons que ces résultats guideront la mise en place d'une ceinture verte autour de Montréal. Ce projet a fourni des informations pratiques pour le gouvernement du Québec, notamment le MDDEFP et le MRN, les municipalités (MRC), les ONG de conservation locales et régionales, ainsi que les chercheurs et biologistes travaillant dans le domaine.