INTERVENTIONS À PRIVILÉGIER POUR AMÉNAGER DES ÉCOCORRIDORS ENTRE LE PARC NATIONAL DU MONT-TREMBLANT ET LE PARC NATIONAL D'OKA AU PROFIT DE LA BIODIVERSITÉ

Par Kim Lemieux

Essai présenté en vue de l'obtention du double diplôme
Maîtrise en environnement
Master Gestion Intégrée de l'Environnement, de la Biodiversité et des Territoires

Sous la direction de Kim Marineau

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE (Québec, Canada)

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER (France)

Juillet 2018

SOMMAIRE

Mots-clés : écocorridors, passages fauniques, Laurentides, conservation, connectivité, fragmentation, milieux naturels, biodiversité, collisions routières avec la faune, mesures de réduction des collisions routières avec la faune

L'objectif de cet essai est de soutenir l'organisme Éco-corridors laurentiens dans son projet d'aménager des écocorridors entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka à l'aide de passages fauniques et de mesures complémentaires de réduction des collisions routières avec la faune. Le but d'un tel projet est de réduire les conséquences de la fragmentation du territoire des Laurentides causée par l'étalement du réseau routier qui entraine une perte de connectivité entre les milieux naturels et une augmentation des collisions routières avec la faune. Pour ce faire, des zones d'intervention ont tout d'abord été identifiées à l'intérieur des écocorridors. Par la suite, les aménagements ou les mesures complémentaires appropriées ont été choisis en fonction de critères se rapportant aux caractéristiques biophysiques du territoire, au contexte urbanistique et aux groupes d'espèces présentes.

Quatre zones identifiées pourraient être aménagées avec des passages fauniques supérieurs (pont vert ou passerelle faunique). Ces zones se situent sur le chemin d'Oka, l'autoroute 50, la route 117 nord et la route 323 nord. Six zones pourraient être aménagées avec des passages fauniques inférieurs (passage inférieur pour la grande faune, tunnel mixte, aménagement de berges naturelles ou installation d'une tablette en porte-à-faux). Ces zones sont situées sur l'autoroute 50, la route 117 nord, le chemin Pierre-Péladeau, le boulevard Rolland-Cloutier, la montée Montcalm ainsi que dans un secteur constitué de l'autoroute 15 et de la route 117. Cinq zones pourraient être munies de panneaux de signalisation indiquant le passage probable d'un animal sur la route, en plus d'une réduction de la limite de vitesse maximale permise pour les automobilistes. Ces zones se trouvent sur la route du Nord, dans un secteur constitué de la route 117 nord, du boulevard Curé-Labelle et du chemin du Moulin, dans un secteur constitué de la route principale et du chemin de la Rivière perdue ainsi que dans deux secteurs de la route 329. Il a été recommandé de procéder à des études de suivi se penchant sur l'utilisation des passages fauniques et sur l'évolution du nombre de collisions routières pour juger de l'efficacité des interventions à assurer la connectivité et une réduction des collisions. À l'avenir, les écocorridors devraient être pris en considération lors de la planification du développement territorial pour éviter une urbanisation trop dense à l'intérieur de ceux-ci qui contraint la mise en place de mesures de réduction des collisions routières avec la faune.

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier ma directrice d'essai, Kim Marineau, pour son aide et son support tout au long du projet. Ses corrections, son écoute et sa dévotion m'ont été d'une aide précieuse. Après plusieurs années de carrière dans le domaine de l'environnement, sa passion pour son travail, son enthousiasme à partager son savoir et sa volonté de vouloir protéger les milieux naturels ainsi que la biodiversité se font toujours ressentir.

Par la suite, je tiens à remercier ceux qui ont accepté de me partager les données nécessaires à la réalisation de cet essai. Ainsi, je remercie Jean Boulé, conseiller en environnement et technicien principal de la faune au Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec dans les Laurentides, pour les données concernant les collisions routières, ainsi que Timothée Poisot, professeur adjoint à l'Université de Montréal, et Éco-corridors laurentiens pour des données concernant la connectivité et le déplacement de la faune dans les Laurentides.

Je tiens également à faire part de ma reconnaissance envers tous ceux qui ont aidé à la rédaction de cet essai par le partage de leur savoir, de leur expertise ou tout simplement de leur temps. Je remercie donc Jochen A. G. Jaeger, professeur à l'Université Concordia, Louise Gratton (Corridor appalachien), Jessica Levine (*The Nature Conservancy*), Sophie Boissonneault, technicienne en documentation de l'Université de Sherbrooke, Judith Plante (Éco-corridors laurentiens), Josianne Lalande (Éco-corridors laurentiens), Catherine Collette-Hachey (*Nature Conservancy Canada*) et Pascal Hebert (*Nature Conservancy Canada*).

Finalement, je tiens à remercier sincèrement ma famille pour son support tout au long de mes années d'études. De plus, je remercie mes amis pour leur présence et les nombreux fous rires. J'ai une pensée particulière pour Karine et Jane, mes très chères complices de longue date, dont l'amitié et les encouragements me sont si précieux. Je dédie une note spéciale à tous mes collègues de classe et professeurs que j'ai eu le plaisir de côtoyer tout au long de mon parcours scolaire qui ont su m'inspirer, m'apprendre et me faire grandir. Pour cela, il n'y a pas de mots pour exprimer ma gratitude. Chacun d'entre vous fera toujours un peu partie de ce que j'accomplirai en tant que professionnelle et en tant qu'individu.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 1

1. L'IMPORTANCE DE LA BIODIVERSITÉ 3

1.1. Le rôle de la biodiversité 3

1.2. L'érosion de la biodiversité 4

2. LE TERRITOIRE DES LAURENTIDES 5

2.1. L'occupation du territoire 6

2.2. La biodiversité des Laurentides 7

2.3. Les caractéristiques biophysiques des Laurentides 9

2.4. L'économie régionale basée sur la nature 10

2.5. Le territoire des éco-corridors à aménager 11

2.6. Les principales causes de la fragmentation du territoire des Laurentides 11

3. LES ÉCO-CORRIDORS 12

3.1. Définition des éco-corridors 12

3.2. Les rôles des éco-corridors 12

3.3. Les types d'éco-corridors 13

3.4. Les avantages des éco-corridors 13

3.5. Les inconvénients des éco-corridors 14

3.6. Le manque de connaissances liées aux éco-corridors 15

4. LA CONNECTIVITÉ ET LA MORTALITÉ ROUTIÈRE 16

4.1. Les différents types de passages fauniques supérieurs 17

4.1.1. Les ponts verts 17

4.1.2. Les passerelles fauniques 18

4.1.3. Les passerelles multiusages 19

4.1.4. Les ponts de corde ou passages en canopée 20

4.2. Les différents types de passages fauniques inférieurs 20

4.2.1. Les viaducs 20
4.2.2. Les passages inférieurs pour la grande faune 21
4.2.3. Les tunnels mixtes ou passages inférieurs multiusages 22
4.2.4. Les ponceaux modifiés avec un espace de circulation ou pieds secs 22
4.2.5. Les tuyaux secs 23
4.2.6. Les tablettes en porte-à-faux 24
4.2.7. L'aménagement de berges naturelles 24
4.2.8. Les tunnels pour reptiles et amphibiens 25
4.3. Les installations complémentaires 25
4.3.1. La végétalisation des extrémités et le réaménagement de sentiers fauniques 25
4.3.2. Les clôtures 26
4.4. Les autres mesures de réduction de la mortalité routière de la faune 28
4.4.1. L'installation de panneaux indicateurs de passage de la faune 28
4.4.2. Les réflecteurs 28
4.4.3. L'altération des habitats 28
4.4.4. Les autres alternatives existantes 29
4.4.5. L'efficacité des passages fauniques 29
4.5. Les avantages socio-économiques associés aux mesures de réuduction des collisions routières avec la faune 29
4.6. Les limites des analyses coûts-bénéfices des mesures de réduction des collisions routières avec la faune 30
4.7. Les limites de l'efficacité des mesures de réduction des collisions routières avec la faune pour la survie des populations 30
5. LES ORGANISMES TRAVAILLANT SUR DES ÉCO-CORRIDORS 31
5.1. Corridor appalachien 31
5.1.1. Le travail de l'organisme utile pour ÉCL : protocole d'identification des corridors et des passages fauniques 31

5.2. *Two Countries, One Forest*, *Staying Connected Initiative* et *The Nature Conservancy*.....34

5.2.1. Le travail des organismes utile pour ÉCL : la classification d'infrastructures par groupe d'espèces 35

6. L'ORGANISME ÉCO-CORRIDORS LAURENTIENS..... 36

6.1. La mission de l'organisme ÉCL 36

6.2. Le projet d'aménagement des éco-corridors entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka.....36

6.3. Les avantages de l'aménagement d'éco-corridors dans les Laurentides 37

6.4. Les difficultés liées à l'aménagement d'éco-corridors dans les Laurentides 38

6.5. Les travaux de l'organisme ÉCL.....38

7. L'ÉTAT DE LA SITUATION CONCERNANT LES COLLISIONS ROUTIÈRES AVEC LA FAUNE DANS LES LAURENTIDES..... 43

7.1. La méthodologie de réalisation de la cartographie 43

7.2. L'interprétation des données sur les collisions routières avec la faune sur le territoire des Laurentides 44

7.3. Les limites associées à l'analyse des données sur les collisions routières avec la faune dans les Laurentides 54

8. LES ZONES D'INTERVENTION DANS LES ÉCO-CORRIDORS POTENTIELS ET LES MESURES DE RÉDUCTION DES COLLISIONS ROUTIÈRES AVEC LA FAUNE 55

8.1. Les critères à considérer pour identifier des zones d'intervention potentielles.....55

8.2. L'identification des zones potentielles d'intervention 57

8.3. La considération des caractéristiques biophysiques, du contexte urbanistique et des groupes d'espèces 60

8.4. Le choix des mesures de réduction des collisions routières avec la faune 60

8.5. Les mesures de réduction des collisions routières pour chaque zone d'intervention 61

8.5.1. Le chemin d'Oka 61

8.5.2. L'autoroute 50 62

8.5.3. L'autoroute 15 et la route 117 65
8.5.4. La route 117 nord 66
8.5.5. Le chemin Pierre Péladeau 67
8.5.6. Le boulevard Rolland-Cloutier 68
8.5.7. La route 117 nord, le boulevard Curé-Labelle et le chemin du Moulin 69
8.5.8. La route 323 nord 69
8.5.9. La montée de Montcalm 70
8.5.10. La route principale et le chemin de la Rivière Perdue 70
8.5.11. La route du Nord 71
8.5.12. La route 329 71
8.6. L'analyse globale 76
8.7. Les limites associées aux choix des zones potentielles à aménager et des mesures de réduction des collisions routières avec la faune à privilégier 77
9. RECOMMANDATIONS 80
9.1. Les moyens d'optimiser l'analyse des données sur les collisions routières 80
9.2. Les moyens de maximiser l'utilisation des passages fauniques par la faune 81
9.3. Les moyens de réduire les coûts associés à l'aménagement des passages fauniques 82
9.4. Les suivis à effectuer à la suite de l'aménagement de passages fauniques 82
9.5. Les suivis à effectuer à la suite d'une réduction de la vitesse maximale permise pour les automobilistes 84
9.6. La sensibilisation et l'éducation de la population 84
9.7. Les façons de revoir le développement territorial 85
CONCLUSION 87
RÉFÉRENCES 90
ANNEXE 1 – CARTOGRAPHIE DE LA COUVERTURE TERRESTRE DES LAURENTIDES EN 2005 97

ANNEXE 2 – POSITION DES COLLISIONS ROUTIÈRES AVEC LA FAUNE PAR CLASSE ANIMALE SUR LE TERRITOIRE DES LAURENTIDES 98

ANNEXE 3 – POSITION DES STRUCTURES ROUTIÈRES ENTRE LE PARC NATIONAL DU MONT-TREMBLANT ET LE PARC NATIONAL D'OKA DANS LES LAURENTIDES 101

ANNEXE 4 – TENURE DES TERRES ENTRE LE PARC NATIONAL DU MONT-TREMBLANT ET LE PARC NATIONAL D'OKA DANS LES LAURENTIDES 102

ANNEXE 5 – POSITION DES ZONES OÙ DES PASSAGES FAUNIQUES PEUVENT ÊTRE AMÉNAGÉS 103

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 2.1 Région administrative des Laurentides……5

Figure 2.2 Répartition des MRC et de la Ville de Mirabel au sein de la région administrative des Laurentides…… 7

Figure 3.1 Exemples de structures d'écocorridors…… 13

Figure 4.1 Exemple de pont vert construit au-dessus d'une autoroute permettant de voir les dimensions que peuvent atteindre la structure…… 18

Figure 4.2 Exemple de pont vert permettant de voir la mosaïque d'habitats aménagée pour convenir à plusieurs espèces…… 18

Figure 4.3 Exemple de passerelle faunique enjambant une autoroute…… 19

Figure 4.4 Exemple de passerelle faunique multiusage où une partie est destinée aux piétons et aux cyclistes alors que l'autre est vouée au passage de la faune……19

Figure 4.5 Exemple de pont de corde ou passage en canopée passant au-dessous des routes…… 20

Figure 4.6 Exemple d'un viaduc aménagé de sorte à permettre la continuité avec la forêt…… 21

Figure 4.7 Exemple de passage inférieur pour la grande faune offrant un substrat naturel et une bonne visibilité……21

Figure 4.8 Exemple de passage inférieur multiusage où la partie gauche permet le déplacement de la petite faune sous le couvert végétal…… 22

Figure 4.9 Exemple de ponceau modifié avec l'aménagement de deux rebords permettant le passage de la faune hors de l'eau…… 23

Figure 4.10 Exemple de tuyau sec disposé à côté d'un ponceau pour permettre à la faune de se déplacer hors de l'eau…… 23

Figure 4.11 Exemple de tablette en porte-à-faux en bois……24

Figure 4.12 Exemple d'aménagement de berges naturelles sous un viaduc…… 24

Figure 4.13 Exemple de tunnel pour les reptiles et les amphibiens…… 25

Figure 4.14 Sortie d'urgence permettant à la grande faune en provenance de la route de rejoindre la forêt……27

Figure 4.15 Exemple de sautoir pour les cerfs de Virginie qui peuvent emprunter la partie montante à partir de la route pour sauter vers la forêt…… 27

Figure 6.1 Cartographie des écocorridors potentiels obtenus en reliant les aires forestières du territoire des Laurentides entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka…… 39

Figure 6.2 Cartographie des écocorridors obtenus selon le déplacement de la faune (en noir) superposés au réseau d'écocorridors potentiels réalisé par Madison en 2014 (en jaune)…… 41

Figure 7.1 Positions des collision routières avec la faune survenue de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides..... 46

Figure 7.2 Positions des collisions routières avec la faune survenues de 2010 à 2017 et des écocorridors potentiels entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka..... 48

Figure 7.3 Positions des collision routières impliquant la classe animale « cerf de Virginie » survenues de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka.....51

Figure 7.4 Positions des collision routières impliquant la classe animale « autre animal » survenues de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka.....52

Figure 7.5 Positions des collision routières impliquant la classe animale « orignal, ours ou caribou » survenues de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka.....53

Figure 8.1 Emplacements des zones d'intervention potentielles où installer des mesures de réduction des collisions routières avec la faune entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides.....58

Figure 8.2 Positions des zones potentielles d'aménagement de mesures de réduction des collisions routières avec la faune entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides 59

Figure 8.3 Emplacements potentiels pour des passages fauniques supérieurs en continu avec des boisés sur l'autoroute 50 dans les Laurentides..... 63

Figure 8.4 Pont à poutres en béton (gauche) et pont à poutres en acier (droite) aménagés pour servir de passage faunique inférieur pour la grande faune sur l'autoroute 50 dans les Laurentides.....64

Figure 8.5 Densité urbaine près d'un segment de l'autoroute 15 et de la route 117 dans les Laurentides.....66

Tableau 2.1 Espèces présentes sur le territoire des Laurentides.....8

Tableau 2.2 Superficie des terres par classe de couverture terrestre des Laurentides en 2005.....10

Tableau 5.1 Structures des passages fauniques inférieurs préférés par les espèces utilisatrices au Vermont.....35

Tableau 7.1 Nombre et proportion de collisions routières avec la faune répertoriées chaque année sur le territoire des Laurentides de 2010 à 2017.....45

Tableau 7.2 Nombre de collisions routières avec la faune répertoriées pour chaque classe animale sur le territoire des Laurentides de 2010 à 2017.....47

Tableau 7.3 Nombre et proportion de collisions routières avec la faune répertoriées chaque année entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka de 2010 à 2017.....49

Tableau 7.4 Nombre de collisions routières avec la faune répertoriées pour chaque classe animale entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka de 2010 à 2017……50

Tableau 8.1 Synthèse des mesures de réduction des collisions routières avec la faune applicables aux zones d'intervention identifiées entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides……72

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

ACA	Corridor appalachien
ÉCL	Éco-corridors laurentiens
ISQ	Institut de la statistique du Québec
MAMOT	Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire
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
MTMDET	Ministère des Transports, de la Mobilité durable et l'Électrification des transports du Québec
SCI	*Staying Connected Initiative*
SÉPAQ	Société des Établissements de Plein Air du Québec
SETRA	Service d'études techniques des routes et des autoroutes
TNC	*The Nature Conservancy*

LEXIQUE

Biodiversité	Ensemble des organismes vivants d'une région donnée, considérés dans la pluralité des espèces, la diversité des gènes au sein de chaque espèce et la variabilité des écosystèmes (Grand dictionnaire terminologique [GDT], 2015).
Don écologique	Entente volontaire légale entre un propriétaire foncier et un organisme obtenue à la suite du don complet de la propriété par le propriétaire ou par l'obtention d'avantages reliés à celle-ci afin de contribuer à la conservation de la biodiversité (Boucher 2013; GDT, 2011).
Éco-corridor	Élément du paysage plus ou moins linéaire et continu qui offre un moyen d'augmenter la connectivité écologique entre les milieux naturels fragmentés en permettant le déplacement des organismes d'un milieu à l'autre (Bennett, 2003; Bouffard, 2008; Gratton, 2012).
Effet de bout	Phénomène observé lorsque des collisions routières avec la faune se produisent à un endroit se situant à l'extrémité des clôtures installées le long de routes (AECOM, 2011).
Passage faunique	Structure permettant le passage de la faune au-dessus ou au-dessous des routes (Bouffard, 2008).
Service écosystémique	Avantage matériel ou immatériel que l'homme retire des écosystèmes (GDT, 2013).
Servitude de conservation	Engagement d'un propriétaire foncier à ne pas mener d'activités sur sa propriété qui pourraient être néfastes pour l'environnement afin d'assurer la protection et la conservation des attraits naturels présents sur ladite propriété ou autorisation accordée à un organisme de conservation de mener des activités pour assurer la protection des caractéristiques patrimoniales de la propriété (Boucher, 2013).

INTRODUCTION

La connectivité écologique entre les milieux naturels est importante pour le maintien à long terme de la biodiversité (Ayram, Mendoza, Etter et Salicrup, 2016). Elle permet à la faune de se déplacer à travers le territoire pour subvenir à ses besoins. L'expansion constante des aires aménagées représente toutefois une menace envers la connectivité. En effet, l'étalement urbain engendré par la hausse de la démographie impose l'agrandissement du réseau routier. (Simpson et al., 2016) Or, les routes sont reconnues pour être une source de fragmentation du territoire. Certains animaux refusent de les traverser et restent isolés dans un fragment d'un milieu naturel. D'autres osent s'aventurer sur les routes. Par contre, une telle initiative peut être à l'origine d'une collision avec un véhicule, ce qui entraine des conséquences autant pour la faune que pour l'humain. Ainsi, il est de plus en plus urgent d'assurer la connectivité tout en empêchant les animaux de se retrouver sur les axes routiers (Forman et al., 2003).

L'objectif général de cet essai est d'émettre des recommandations à l'organisme Éco-corridors laurentiens (ÉCL) concernant le type d'intervention à privilégier dans les zones identifiées à l'intérieur des écocorridors situés entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides afin de veiller au maintien et aux déplacements des espèces du territoire. Ainsi, les interventions doivent permettre de réduire le nombre de collisions routières avec la faune pour assurer la survie des animaux qui traversent les routes. Pour ce faire, les zones dans les écocorridors où une intervention est nécessaire seront tout d'abord identifiées. Par la suite, le choix des interventions à réaliser dans ces zones sera effectué selon leurs caractéristiques biophysiques, leur contexte urbanistique et des groupes d'espèces présentes.

Ce travail a été réalisé en effectuant tout d'abord des recherches bibliographiques sur les enjeux environnementaux, sociaux et économiques entourant la problématique. Par la suite, des acteurs œuvrant dans le domaine de la connectivité ont été contactés pour obtenir des informations complémentaires. Ensuite, des données concernant les collisions routières avec la faune sur le territoire des Laurentides ont été analysées à l'aide de plusieurs critères pour identifier les zones d'intervention où mettre en place des mesures de réduction des collisions routières et le type de mesure appropriée.

Dans le but d'assurer la qualité de ce travail, plusieurs sources diversifiées ont été consultées. Plusieurs d'entre elles proviennent d'articles publiés dans des revues scientifiques et rédigés par des acteurs importants du domaine de la connectivité entre les milieux naturels en territoire urbanisé. Une attention

particulière a été portée envers les ouvrages qui présentaient des points de vue différents pour un même sujet. La présentation des nuances entourant les résultats obtenus par des études scientifiques est habituellement un gage d'un article de qualité. La plupart des articles ont été trouvés à l'aide de bases de données informatiques regroupant des publications traitant d'enjeux environnementaux. Divers sites Internet appartenant à des organismes de conservation et travaillant à aménager des écocorridors sur leur territoire respectif ont été consultés. Plusieurs d'entre eux présentaient une section où des publications scientifiques étaient disponibles à la consultation. Des sites Internet gouvernementaux ont également servi de référence. Aucun site Internet dont le contenu présentait un biais dans la transmission de l'information n'a été retenu. De plus, des conservations avec des chercheurs ou des biologistes de renom étudiant les problématiques concernant l'installation de passages fauniques et de clôtures ont permis d'orienter certaines réflexions.

Ce travail débute tout d'abord par une explication de l'importance de la biodiversité pour le fonctionnement des écosystèmes. Par la suite, une présentation détaillée des Laurentides permet de prendre connaissance des composantes et des caractéristiques du territoire à l'étude affectant la connectivité. Le chapitre suivant est voué à la description des écocorridors ainsi que des avantages et des inconvénients d'en aménager. Ensuite, les aménagements et les installations permettant de réduire les collisions routières avec la faune sont décrits, en plus des avantages socio-économiques qu'ils apportent. Un autre chapitre s'attarde à présenter des organismes de conservation dont le contenu des travaux s'avère utile dans le cadre du projet d'aménagement d'écocorridors par ÉCL. Cet organisme est le sujet du chapitre suivant où différentes facettes de son projet sont explicitées, en plus des actions effectuées jusqu'à présent pour le mettre en branle. S'ensuit un chapitre abordant l'état de la situation concernant les collisions routières avec la faune dans les Laurentides à l'aide de données géoréférencées provenant du Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec (MTMDET). L'identification des zones d'intervention et le choix des mesures de réduction des collisions routières avec la faune à mettre en place à l'intérieur de ces zones sont ensuite présentés. Finalement, des recommandations sont étayées pour indiquer les étapes devant encore être accomplies pour aménager des passages fauniques à l'intérieur du territoire à l'étude. D'autres recommandations indiquent les suivis nécessaires à effectuer pour évaluer l'efficacité des mesures de réduction des collisions routières à la suite de leur mise en place. Des conseils sur la manière de sensibiliser et d'éduquer la population sur la connectivité écologique ainsi que des façons d'entrevoir un développement territorial prenant en considération la connectivité complètent la liste des recommandations.

1. L'IMPORTANCE DE LA BIODIVERSITÉ

Pour permettre de bien établir l'importance du projet d'aménager des écocorridors pour assurer la connectivité dans les Laurentides, ce chapitre est dédié à l'importance de la biodiversité et à son rôle dans le bon fonctionnement des écosystèmes. De plus, les menaces qui pèsent sur la biodiversité et qui en causent l'érosion seront abordées.

1.1. Le rôle de la biodiversité

La biodiversité représente la diversité des formes de vie, des gènes et des écosystèmes (Cardinale et al., 2012). Elle permet de fournir à l'humain divers services écosystémiques dont certains sont essentiels à sa survie tandis que d'autres permettent de l'améliorer. (Daily et al., 2009; Eastwood et al., 2016; Kremen, 2005) Les services écosystémiques sont répartis en quatre catégories, soit les services de régulation, les services d'approvisionnement, les services ontogéniques et les services socioculturels. Les services de régulation, comme leur nom l'indique, permettent la régulation de paramètres environnementaux. Le contrôle de la qualité de l'air, de l'eau ou du sol en sont des exemples. (Eastwood et al., 2016; Limoges, 2009) Les services d'approvisionnement permettent de subvenir aux besoins des humains en offrant des sources de nourriture ou des abris par exemple. Les services ontogéniques se rapportent à l'implication de la biodiversité dans le développement de l'humain en ce qui concerne son immunité et son développement psychosocial. Le contact avec divers organismes vivants durant l'enfance est en effet un moyen de développer le système immunitaire et de le rendre plus résistant aux allergies. Pour ce qui est du développement psychosocial, il est encouragé lorsque les enfants sont en contact avec la nature. Cela leur permet d'acquérir une plus grande concentration et coordination par exemple. Quant aux services socioculturels, ils procurent des bénéfices non matériels. Ces services peuvent en effet apporter un sentiment d'appartenance à une communauté, en plus de procurer des activités récréotouristiques. (Chapin III et al., 2000; Limoges, 2009)

La biodiversité a également un rôle important dans un contexte de changements climatiques. En effet, les changements climatiques altèrent les composantes des habitats, ce qui peut être létal pour certaines espèces. Lorsque des espèces disparaissent, il y a un risque que des services écosystémiques disparaissent avec elles. Par contre, considérant que plusieurs espèces peuvent être à l'origine d'un même service écosystémique, il est plus probable que ce service soit conservé dans un contexte de changements

climatiques si le nombre d'espèces dans un écosystème est plus élevé. Conséquemment, la biodiversité augmente la résilience des écosystèmes face aux changements climatiques. (Chapin III et al., 2000)

1.2. L'érosion de la biodiversité

Depuis plusieurs années, une érosion de la biodiversité est observée, ce qui entraine par le fait même une dégradation des écosystèmes et des services qu'ils procurent (Cardinale et al., 2012). Ce phénomène engendre des effets négatifs sur la santé et le bien-être humain (Eastwood et al., 2016). Les sources de l'érosion de la biodiversité sont définies comme étant des pressions d'origine anthropique exercées sur les écosystèmes (Diaz, Fargione, Chapin III et Tilman, 2006). Ces pressions sont classées en cinq catégories, soit la perte d'habitat, les espèces exotiques envahissantes, la surexploitation, la pollution et les changements climatiques. Parmi ces pressions, la perte d'habitat causerait entre autres la disparition de plusieurs espèces. (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, 2005) Une perte d'habitat peut découler de la fragmentation d'un territoire comme lors de la mise en place d'un réseau routier, particulièrement si aucun moyen n'a été prévu pour préserver la connectivité entre les milieux fragmentés (Gouvernement du Canada, 2018; Santos, Lourenço, Mira et Beja, 2013). Cela permet de constater que la gestion et l'utilisation des terres jouent un rôle important dans la sauvegarde de la biodiversité. Une planification territoriale qui prend en considération la conservation des espèces permet en effet de réduire la perte de biodiversité et d'ainsi protéger au moins en partie la production de services écosystémiques (Eastwood et al., 2016).

2. LE TERRITOIRE DES LAURENTIDES

La région administrative des Laurentides se situe dans le sud-ouest de la province de Québec et au nord-ouest de la région de Montréal (Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles [MERN], 2015). Elle est bordée au nord par la Mauricie, à l'ouest par la région de l'Outaouais, à l'est par la région de Lanaudière et au sud par la rivière des Milles Îles, la rivière des Outaouais ainsi que le lac des Deux Montagnes (figure 2.1) (MERN, 2015; Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire [MAMOT], 2010a). Ce chapitre dresse un portrait de l'occupation du territoire des Laurentides, ainsi que de sa biodiversité et de ses milieux naturels.

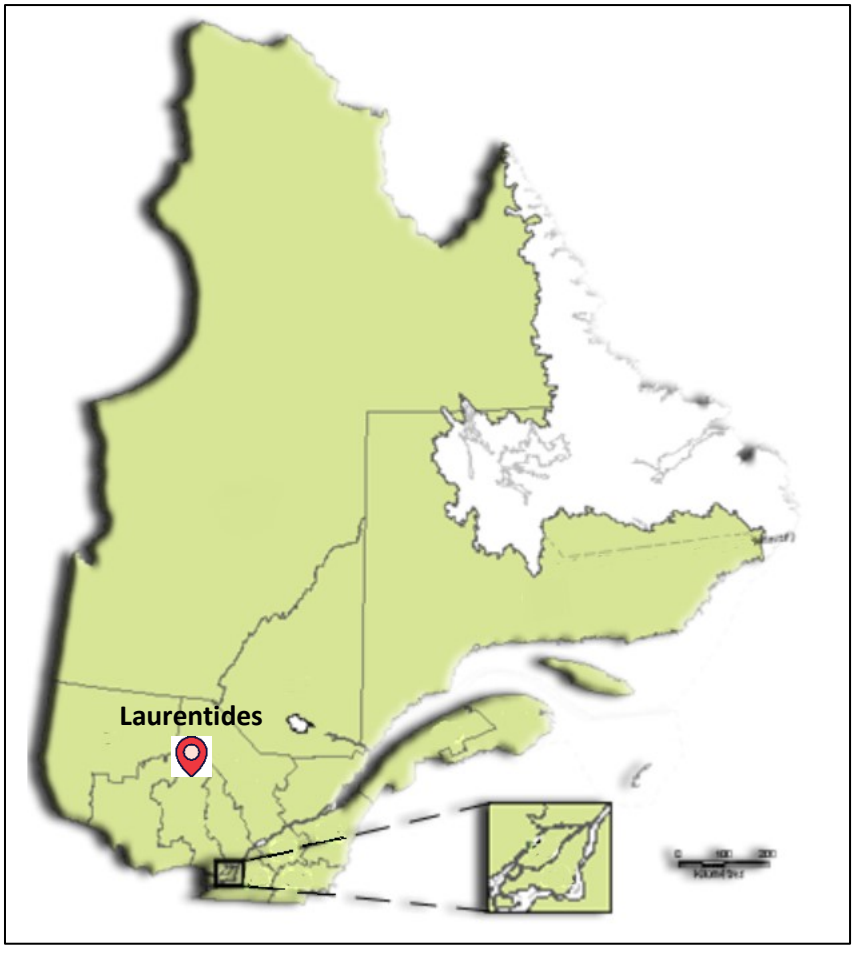


Figure 2.1 Région administrative des Laurentides (inspiré de : Institut de la statistique du Québec [ISQ], 2015b)

2.1. L'occupation du territoire

La superficie du territoire des Laurentides couvre 20 779,19 km^2 pour une population d'environ 590 000 habitants, soit 28,4 habitants au kilomètre carré (Statistique Canada, 2016). La population est répartie au sein des 76 municipalités de la région administrative (MAMOT, 2010b). Le territoire est géré par sept municipalités régionales de comté (MRC) et divisé en trois régions, soit les Hautes-Laurentides, le Cœur des Laurentides et les Basses-Laurentides. La région des Hautes-Laurentides au nord est constituée de la MRC d'Antoine-Labelle. Le Cœur des Laurentides est constitué de la MRC d'Argenteuil, la MRC de La Rivière-du-Nord, la MRC des Pays-d'en-Haut ainsi que de la MRC des Laurentides, où se retrouve également la réserve indienne de Doncaster. Quant à la région des Basses-Laurentides située au sud, elle comprend la MRC de Deux-Montagnes et la MRC de Thérèse-de-Blainville, ainsi que la ville de Mirabel et le territoire de Kanesatake. (MAMOT, 2017; MERN, 2015) La figure 2.2 présente la répartition des MRC et de la ville de Mirabel sur le territoire des Laurentides.

La superficie des terres du domaine public des Laurentides est de 67 %, soit environ 15 000 km^2. Ces terres se retrouvent dans la partie septentrionale de la région administrative, soit majoritairement dans la MRC d'Antoine-Labelle, bien qu'une portion se trouve toutefois dans la MRC des Laurentides. (MERN, 2015) Des petits secteurs publics sont également présents dans la MRC des Pays-d'en-Haut (MRC des Pays-d'en-Haut, s. d.). Les terres de tenure privée constituent les 33 % restants du territoire, c'est-à-dire environ 7 500 km^2. (MERN, 2015) Parmi celles-ci, 4,1 % sont des terres agricoles. Elles se retrouvent majoritairement dans le sud de Laurentides, bien qu'une partie soit située au nord de Mont-Laurier dans la MRC d'Antoine Labelle. (ISQ, 2015a). Les formes d'agriculture pratiquées sont l'horticulture et la production laitière, en plus de la culture de céréales et de protéagineux. (MAMOT, 2010a; MERN, 2015) Les autres secteurs d'activités exploités dans les Laurentides sont l'industrie forestière, l'industrie des pâtes et papiers, l'industrie des textiles et l'industrie du tourisme. (MAMOT, 2010a) Au total, les zones urbanisées et industrielles occupent 2,6 % du territoire. (ISQ, 2015a)

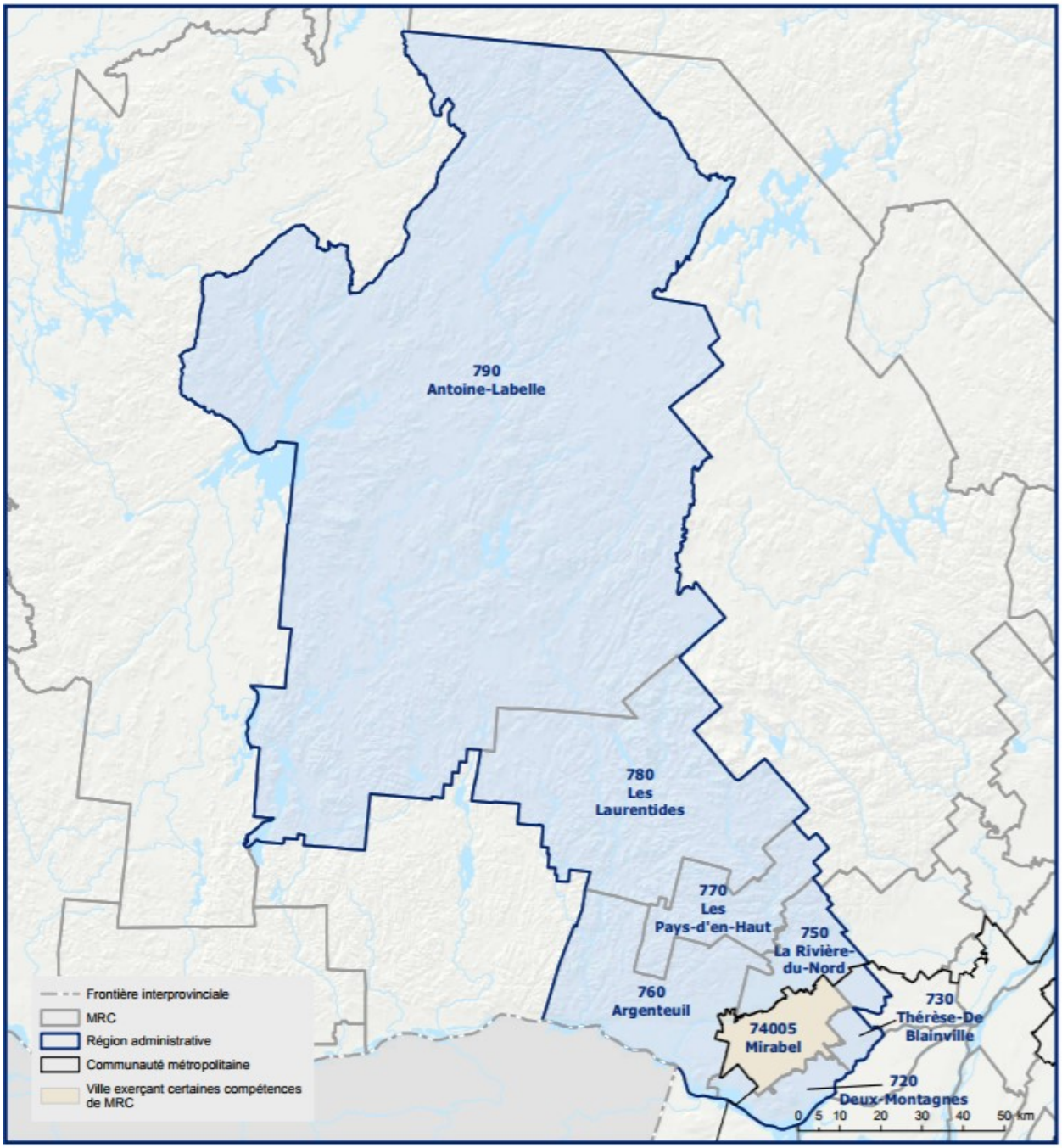


Figure 2.2 Répartition des MRC et de la Ville de Mirabel au sein de la région administrative des Laurentides (tirée de MAMOT, 2017)

2.2. La biodiversité des Laurentides

La biodiversité des Laurentides est constituée d'une multitude d'espèces animales et végétales. Toutefois, comme la problématique abordée dans cet essai porte plus particulièrement sur l'identification des zones

potentielles d'intervention pour aménager des écocorridors dans le but de réduire les collisions routières avec la faune, seules les espèces animales représentent un intérêt dans le cas présent. Une sélection a été effectuée en fonction du statut particulier de ces espèces et de leur popularité pour déterminer lesquelles seraient prises en compte en priorité dans les aménagements fauniques. Cette démarche a été entreprise par Guéveneux-Julien (2017) lors de son projet de recherche effectué en fin de baccalauréat en sciences biologiques de l'Université de Montréal dans le cheminement « honor ». Cette dernière avait pour but d'effectuer une analyse de connectivité pour simuler les corridors de déplacements de ces espèces fauniques dans les Laurentides. Le tableau 2.1 regroupe les espèces fauniques en question.

Les espèces fauniques retenues sont au nombre de 10 dans la classe des oiseaux, de 10 dans la classe des amphibiens et des reptiles et de 15 dans la classe des mammifères, pour un total de 35 espèces. Les simulations de tracés d'écocorridors effectués par Guéveneux-Julien (2017) résultent entre autres des préférences d'habitats de toutes ces espèces. Sur un total de neuf types d'habitats présents sur le territoire des Laurentides, les forêts de conifères, les forêts de feuillus et les milieux humides sont les trois types les plus fréquentés par ces dernières.

Tableau 2.1 Espèces présentes sur le territoire des Laurentides (inspiré de : Guéveneux-Julien, 2017)

Espèces		
Aviaires	**Amphibiens et reptiles**	**Mammifères**
Cardinal rouge (*Cardinalis cardinalis*)	Couleuvre brune (*Storeria dekayi*)	Belette (*Mustela nivalis*)
Colibri à gorge rubis (*Archilochus colubris*)	Crapaud d'Amérique (*Bufo americanus*)	Campagnol à dos roux de Gapper (*Myodes gapperi*)
Épervier de Cooper (*Accipiter cooperii*)	Rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*)	Castor du Canada (*Castor canadensis*)
Faucon pèlerin (*Falco peregrinus anatum*)	Rainette versicolore (*Hyla versicolor*)	Chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*)
Grive de Bicknell (*Catharus bicknelli*)	Salamandre à points bleus (*Ambystoma laterale*)	Lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*)
Petit blongios (*Ixobrychus exilis*)	Salamandre pourpre (*Gyrinonophilus porphyriticus*)	Loup gris (*Canis lupus*)
Pic à dos noir (*Picoides arcticus*)	Tortue des bois (*Glyptemys insculpta*)	Loutre de rivière (*Lontra canadensis*)
Pic à tête rouge (*Melanerpes erythrocephalus*)	Tortue géographique (*Graptemys geographica*)	Lynx du Canada (*Lynx canadensis*)
Pie-grièche migratrice (*Lanius ludovicianus*)	Tortue serpentine (*Chelydra serpentina*)	Martre d'Amérique (*Martes americana*)

Tableau 2.1 Espèces présentes sur le territoire des Laurentides (inspiré de : Guéveneux-Julien, 2017) (suite)

Espèces		
Aviaires	**Amphibiens et reptiles**	**Mammifères**
Râle jaune (*Coturnicops noveboracensis*)	Triton vert (*Notophtalmus viridescens*)	Moufette rayée (*Mephitis mephitis*) Orignal (*Alces alces*) Ours noir (*Ursus americanus*) Petit polatouche (*Glaucomys volans*) Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) Renard roux (*Vulpes vulpes*)

2.3. Les caractéristiques biophysiques des Laurentides

La partie sud des Laurentides se trouve sur les basses-terres du Saint-Laurent bien que la majorité du territoire de cette région administrative se trouve sur le Bouclier canadien. Le relief des basses-terres est plat et le sol est très fertile, ce qui explique son usage historique et actuel à des fins agricoles. Par ailleurs, la partie méridionale des Laurentides est densément peuplée par endroits. Quelques parcelles de forêts complètent la mosaïque du paysage. Ainsi, la biodiversité doit s'adapter, dans le sud des Laurentides, à un territoire dans lequel sont répartis des milieux agricoles, urbains et forestiers. (MAMOT, 2010a; MERN, 2015)

Une chaîne de montagnes marque la frontière entre les basses-terres du Saint-Laurent et le Bouclier canadien. Le mont Tremblant en est le plus haut sommet en s'élevant à 968 m. La région des Hautes-Laurentides présente toutefois un relief formé d'une succession de vallées et de collines. L'ensemble de cette partie septentrionale du territoire est caractérisé par un grand nombre de forêts, de lacs et de rivières. Des activités agricoles y ont également lieu, soit une production laitière, bovine et acéricole. (MAMOT, 2010a; MERN, 2015)

De manière générale, les Laurentides sont constituées en grande partie de forêts à couvert fermé plus ou moins matures. En 2005, cette superficie a été évaluée à 79,4 % du territoire. (ISQ, 2015a) Plusieurs écosystèmes forestiers exceptionnels se retrouvent au sein de ces forêts (MERN, 2015). Seule une

superficie de 5,4 % du territoire des Laurentides est occupée par des milieux humides (ISQ, 2015a). Le tableau 2.2 résume plus en détails les proportions de chaque classe de couverture terrestre retrouvée sur le territoire des Laurentides. L'annexe 1 présente une cartographie de leur répartition.

Tableau 2.2 Superficie des terres par classe de couverture terrestre des Laurentides en 2005 (inspiré de : ISQ, 2015a)

Classes de couverture terrestre	Superficie des terres (%)
Surfaces artificielles (zones urbanisées et industrielles)	2,6
Terres agricoles	4,1
Milieux humides boisés	3,5
Milieux humides herbacés ou arbustifs	1,9
Plans et cours d'eau intérieure	8,5
Forêts de conifères à couvert fermé	10,0
Forêts de feuillus à couvert fermé	33,3
Forêts mixtes à couvert fermé	36,1

Les Laurentides abritent 340 aires protégées occupant environ 8 % du territoire, soit environ 1 800 km^2. La majeure partie de cette superficie, c'est-à-dire environ 725 km^2, se retrouve au sein du parc national du Mont-Tremblant et du parc national d'Oka (ISQ, 2015a). Quant au territoire public spécifiquement, 11,51 % de sa superficie était protégée en 2011. Cette portion du territoire des Laurentides est répartie au sein de réserves naturelles, de parcs nationaux, de monuments nationaux, d'aires protégées pour les habitats et les espèces ainsi que d'aires protégées pour les ressources naturelles gérées. Des mesures restrictives s'y appliquent pour assurer leur protection. (MERN, 2015)

2.4. L'économie régionale basée sur la nature

Les milieux naturels des Laurentides sont d'une grande importance pour l'économie de la région. L'industrie du tourisme y est particulièrement lucrative. Les Laurentides portent en effet le titre de la première destination touristique de villégiature quatre saisons au Québec. Plusieurs loisirs et activités de plein air peuvent y être pratiqués. La région compte des milliers de kilomètres de sentiers de toutes sortes et près de 2 000 km de parcours canotables. De plus, les activités liées à la faune qui y sont pratiquées sont également rentables économiquement. En 2012, les dépenses associées à la chasse, la pêche et le piégeage ont représenté 11,77 % des dépenses totales associées à ces activités au Québec, soit près de 193 millions. Plusieurs pourvoiries, zones d'exploitation contrôlées et réserves fauniques présentes sur le territoire permettent de procéder à ces activités. (MERN, 2015)

2.5. Le territoire des écocorridors à aménager

Dans le cadre de sa stratégie de conservation, l'organisme ÉCL désire aménager des écocorridors entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans la région administrative des Laurentides. Des travaux effectués ont permis d'identifier les principales infrastructures routières responsables de la fragmentation et de tracer des écocorridors potentiels entre ces parcs nationaux, présents respectivement dans la MRC des Laurentides et la MRC de Deux-Montagnes. (Boucher, 2013; Collette-Hachey, 2015; Guéveneux-Julien, 2017)

2.6. Les principales causes de la fragmentation du territoire des Laurentides

En plus des zones urbaines, l'autoroute 15 et la route 117 ont été identifiées comme étant les infrastructures routières causant une importante fragmentation du territoire. En effet, elles sont responsables d'un bris de connectivité dans l'axe nord-sud dans les Basses-Laurentides et dans le Cœur des Laurentides. De plus, l'autoroute 50 a été désignée comme une des causes de la fragmentation du territoire dans les Basses-Laurentides dans l'axe est-ouest. (Boucher, 2013) Par ailleurs, la grande densité de la population retrouvée dans le sud des Laurentides, ainsi que les terres agricoles mentionnées précédemment, participent aussi à réduire la connectivité entre les milieux naturels dans cette région (ISQ, 2015a; MERN, 2015). Les chapitres suivants permettront de comprendre comment réduire les impacts de toute cette perte de connectivité.

3. LES ÉCO-CORRIDORS

Ce chapitre est consacré à définir le concept d'écocorridors et à passer en revue les éléments qui le caractérisent. Ainsi, les différents types d'écocorridors sont présentés, en plus des avantages ou des inconvénients que ces structures peuvent avoir sur la biodiversité.

3.1. Définition des écocorridors

Les écocorridors, également appelés corridors écologiques, corridors naturels, corridors fauniques, corridors de déplacement ou corridors biologiques, sont des éléments du paysage plus ou moins linéaires et continus qui offrent un moyen d'augmenter la connectivité entre les milieux naturels fragmentés. Ils favorisent en effet le déplacement des organismes entre les habitats qu'ils relient. (Bennett, 2003; Bouffard, 2008; Gratton, 2012) Selon les auteurs, les écocorridors peuvent être considérés comme des structures d'origine anthropique ou sauvage. En effet, ils peuvent naître de l'aménagement ou la protection de certaines zones, ou bien être le fruit de la présence d'une zone de végétation sauvage en milieu terrestre ou humide. (Bouffard, 2008) Les corridors présentant moins d'éléments naturels sont toutefois moins susceptibles de pouvoir combler les besoins d'un grand nombre d'espèces (Dudley et Rao, 2008). Ils permettent de créer des liaisons fonctionnelles entre des écosystèmes ou entre divers habitats, ce qui autorise des espèces ou un groupe d'espèces interdépendantes à se disperser et à migrer (Bergès, Roche et Avon, 2010; Amsallem, Deshayes et Bonnevialle, 2010).

3.2. Les rôles des écocorridors

Selon Bergès et al. (2010), les écocorridors assument six rôles écologiques. Ils peuvent offrir un habitat permanent ou temporaire à plusieurs espèces. Ils peuvent aussi faire office de couloir permettant la dissémination des espèces. Ils peuvent également jouer le rôle d'une barrière qui va empêcher la dispersion de certaines espèces, ou alors le rôle d'un filtre lorsque seulement certaines espèces sont en mesure de les traverser. De plus, les corridors jouent le rôle de source lorsque des espèces décident de le quitter pour se diriger vers une autre portion du territoire. Finalement, les corridors peuvent également faire office de puits lorsque des espèces les rejoignent, mais sans y vivre. Par ailleurs, il est possible pour un même corridor de jouer plusieurs rôles simultanément.

3.3. Les types d'écocorridors

Les écocorridors peuvent se présenter comme de simples structures naturelles linéaires reliant deux milieux naturels. Ils peuvent aussi être une suite de liens plus ou moins linéaires qui relient des nœuds, c'est-à-dire des fragments de milieux, entre deux milieux naturels. La largeur des liens peut être variable. Les écocorridors peuvent également être formés par une suite de nœuds discontinus, ce qui signifie que plusieurs fragments de milieux sont disposés entre deux milieux naturels de taille plus importante, mais qu'il n'y a pas de liens naturels continus qui relient ces fragments. Ce type de structure est qualifié de corridor à pas japonais. Finalement, les écocorridors peuvent aussi apparaitre sous la forme d'une mosaïque paysagère. Cela fait en sorte que les espèces empruntent plusieurs types de paysage pour passer d'un milieu naturel à un autre. (Bergès et al., 2010) La figure 3.1 illustre de façon schématique ce à quoi ressemble les types d'écocorridors.

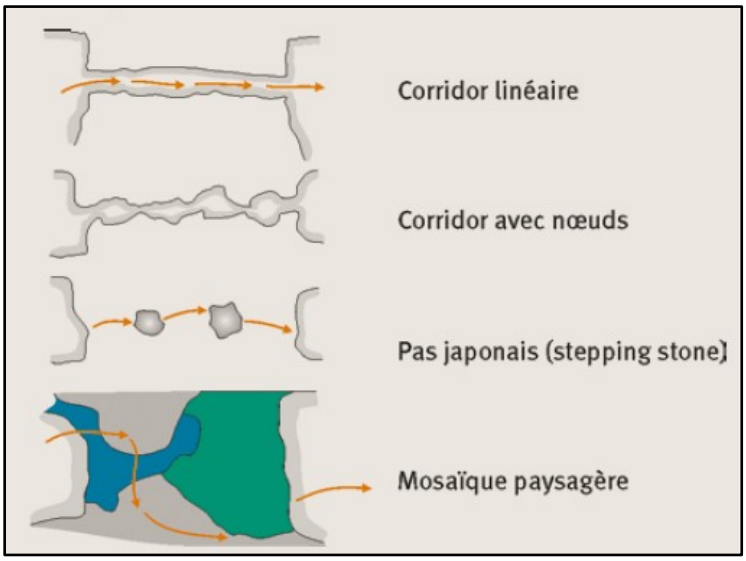


Figure 3.1 Exemples de structures d'écocorridors (inspiré de : Bergès et al., 2010)

Plusieurs éléments du paysage peuvent faire partie de la structure des écocorridors, tels que des bandes riveraines, des réseaux de haies, des lisières forestières, des bandes enherbées, des routes ainsi que d'autres voies de communication artificielles. (Bergès et al., 2010)

3.4. Les avantages des écocorridors

La présence d'écocorridors peut être bénéfique pour la biodiversité de plusieurs façons. En fonction du groupe taxonomique, les écocorridors peuvent augmenter les déplacements des individus jusqu'à 50 % en

moyenne entre les milieux naturels. Le flux de gènes est ainsi favorisé entre les différentes populations d'espèces. Cela permet d'augmenter la richesse spécifique ainsi que la diversité génétique. Les risques de consanguinité sont alors réduits et à long terme, la viabilité des populations est favorisée. (Bergès et al., 2010) De plus, les déplacements, via les écocorridors, permettent aux organismes de pouvoir répondre à leurs besoins vitaux, par exemple, en pouvant accroître leur aire d'alimentation, atteindre des aires de reproduction ou en ayant accès à des refuges (Gratton, 2012). Au final, les populations peuvent être en mesure d'augmenter leur effectif à un point tel que les risques d'extinction d'une espèce peuvent diminuer et voire même permettre une réinstallation de l'espèce dans un milieu (Bergès et al., 2010).

3.5. Les inconvénients des écocorridors

Certains aspects négatifs peuvent être prêtés aux écocorridors en ce qui concerne le mélange du bagage génétique entre des individus provenant de milieux différents. En effet, lorsque des organismes sont isolés dans un milieu, leur bagage génétique peut alors évoluer et s'adapter spécifiquement aux caractéristiques de ce milieu. Ces organismes peuvent alors devenir des porteurs d'allèles rares qui peuvent offrir des avantages évolutifs à leurs descendants. Toutefois, si ces organismes sont en mesure de se reproduire avec des individus de populations isolées, ces allèles peuvent alors être perdus avec le temps au fil des générations. Ainsi, la connectivité entre les milieux offerte par les écocorridors peut mener à une perte d'allèles offrant des avantages évolutifs aux individus. Cela peut être particulièrement dommageable pour les efforts de conservation de populations endémiques aux propriétés adaptatives uniques. (Gratton, 2012; Hébert-Marcoux, 2009) Il faut de plus considérer que les individus porteurs de ces allèles peuvent déjà être bien adaptés à leur milieu de départ et que le fait d'emprunter les corridors écologiques pour en rejoindre un autre fera en sorte que leur milieu ne leur serait plus favorable (Gratton, 2012).

Les écocorridors peuvent également être empruntés par des espèces prédatrices. Ces dernières peuvent ainsi coloniser de nouveaux milieux où le risque de prédation est alors accru, ce qui crée une pression sur les espèces proies. De plus, l'augmentation des déplacements des individus augmente aussi les risques de propagation de maladies. Par ailleurs, les corridors favorisent aussi les risques de propagation des espèces nuisibles, des espèces exotiques et des espèces envahissantes. Concernant toutefois les espèces envahissantes, il faut considérer qu'elles ont déjà une facilité à coloniser de nouveaux territoires. Ainsi, il se pourrait que la présence d'écocorridors n'augmente pas de façon significative leur propagation. Quant aux espèces patrimoniales, souvent visées par des efforts de conservation, leur habileté à coloniser de nouveaux territoires sont habituellement faibles. Ces dernières devraient donc bénéficier de

l'aménagement d'écocorridors. De plus, les écocorridors sont aussi considérés comme des facilitateurs de propagation des feux de forêt. Finalement, il est à considérer qu'il n'y a aucune certitude que les écocorridors soient bénéfiques aux espèces qui ne sont pas étudiées spécifiquement lors des suivis. (Bergès et al., 2010)

Il faut toutefois noter que peu d'études prouvent que les aspects négatifs associés aux corridors soient réellement dommageables pour la biodiversité lorsqu'ils sont construits ou préservés à des fins de conservation. De plus, les inconvénients peuvent être compensés par une gestion adaptée des habitats servant de corridors et un choix avisé de leur localisation. (Bergès et al., 2010)

3.6. Le manque de connaissances liées aux écocorridors

Les connaissances scientifiques concernant l'impact et l'utilité des écocorridors dans les stratégies de conservation restent encore limitées. En effet, bien que des études de suivi soient réalisées à la suite de l'aménagement d'écocorridors, il reste difficile de généraliser les résultats obtenus à propos d'une espèce ou sur un paysage à l'ensemble des populations d'espèces sur le territoire. Certaines espèces sont plus mobiles que d'autres et présentent une sensibilité différente à la fragmentation. Il faut donc considérer qu'il est difficile de savoir quelle espèce ou quel taxon doit faire l'objet d'études de suivi parmi ceux retrouvés sur le territoire. L'autre difficulté à considérer est que les expérimentations qui permettent d'évaluer le rôle fonctionnel des écocorridors sont lourdes et dispendieuses à réaliser. De plus, les connaissances permettant d'orienter le choix de localisation des écocorridors, leur forme, leur structure, leur largeur et leur composition sont aussi restreintes. (Bergès et al., 2010)

Une autre difficulté liée à l'évaluation du bon fonctionnement des écocorridors est que plusieurs critères doivent être vérifiés. Il faut entre autres s'assurer que l'espèce suivie est présente dans le corridor et qu'elle l'emprunte sur toute sa longueur. Les fréquences des déplacements dans le corridor ainsi qu'à l'extérieur du corridor doivent aussi être comparées, tout en démontrant que ces déplacements améliorent la survie de la population dans les fragments connectés par le corridor. Finalement, un échange de gènes entre les populations de l'espèce à l'étude doit être démontré. Les connaissances scientifiques sont particulièrement sommaires en ce qui concerne l'amélioration de la survie des populations et l'échange de gènes entre elles puisque les travaux permettant de les étudier sont particulièrement exigeants en termes de moyens humains et financiers. (Bergès et al., 2010)

4. LA CONNECTIVITÉ ET LA MORTALITÉ ROUTIÈRE

Tels qu'ils ont été présentés dans le chapitre précédent, les écocorridors sont un moyen d'assurer la connectivité entre les milieux naturels et le déplacement des organismes qui les empruntent. Toutefois, il faut prêter attention aux différentes composantes retrouvées dans les écocorridors pour évaluer si elles peuvent potentiellement affecter la connectivité. Diverses activités ou infrastructures peuvent faire en sorte de créer une barrière empêchant ou diminuant le déplacement de certaines espèces. Les routes en sont un bon exemple, que cela soit à cause de la présence même de ces infrastructures ou de la circulation routière. Considérant que les routes peuvent nuire à la faune et à la flore en engendrant une perte nette d'habitat, des modifications du paysage et des changements des conditions hydrologiques, en plus de causer une pollution de l'eau, de l'air et du sol, il apparait nécessaire de réduire les nuisances qui peuvent découler d'un bris de la connectivité et des mortalités directes causées par des collisions avec des véhicules. (Bouffard, 2008; Branchu et al., 2013; Clevenger, 2012) Le nombre de collisions reportées au Canada est de plus de 45 000 annuellement (Huijser, Duffield, Clevenger, Ament et McGowen, 2009). Au Québec, le nombre d'accidents routiers impliquant la grande faune seulement s'élève à plus de 6 000 chaque année (Corridor appalachien [ACA], 2014). Sachant les impacts économique et humain important relié à ces accidents, il est d'autant plus important de se pencher sur la question.

Le taux de mortalité routière peut être élevé au point d'affecter l'effectif de certaines populations d'espèces, et ce d'une manière plus importante que la prédation et la propagation de maladies. Dans certains cas, en considérant également l'effet de barrière causé par les routes, cela peut avoir pour conséquence de réduire les probabilités de survie de certaines espèces, particulièrement celles de faibles densités, de faibles taux de reproduction ou de grands domaines vitaux. (ACA, 2014; Farigh et Rytwinski, 2009; Forman et al., 2003; Huijser, et al., 2009) Plusieurs facteurs influencent le taux de mortalité routière de la faune. Parmi ceux-ci, il y a notamment la vitesse des véhicules et la densité du trafic, la densité du développement urbain aux alentours des routes, la densité du couvert forestier aux abords des routes et le nombre de voies de la route. (Forman et al., 2003)

Des mesures de réduction des collisions routières de la faune peuvent être mises en place pour réduire le nombre de collisions et pour assurer la sécurité des automobilistes. Pour ce faire, des infrastructures nommées passages fauniques peuvent être aménagées et complémentaires à d'autres installations pour tenter d'assurer une réduction du taux de collisions.

Les passages fauniques sont des structures permettant à la faune de traverser efficacement et sécuritairement des obstacles tels que des routes. En effet, l'emprunt de ces passages fait en sorte de réduire les collisions routières. (El Jai et Pruneau, 2015) Ils permettent également de conserver les bénéfices associés aux écocorridors, soit de prévenir l'isolement génétique et de permettre l'accès à de nouveaux milieux ainsi qu'à leurs ressources. (Clevenger, 2012; van der Ree, Smith et Grilo ,2015) Pour augmenter les chances que les passages fauniques soient utilisés par la faune, il est important de s'assurer de bien les localiser aux endroits où la densité des espèces est élevée, les milieux offrent des habitats de qualité et la faune utilise les environs comme corridor de déplacement. De plus, plusieurs espèces seront tentées d'utiliser des passages fauniques présentant un couvert végétal ainsi que des dimensions appropriées. (El Jai et Pruneau, 2015) Idéalement, les passages fauniques devraient être installés à des endroits où les perturbations anthropiques sont faibles (ACA, 2014).

4.1. Les différents types de passages fauniques supérieurs

Les passages fauniques supérieurs sont des structures qui passent au-dessus des routes ou des autoroutes. Ces structures sont aménagées et végétalisées de sorte à maintenir l'écologie, l'hydrologie et le substrat du site où elles sont construites. Leur usage est voué exclusivement à la faune. Elles offrent l'avantage de réduire le bruit de la circulation grâce à des buttes antibruit ou des arbres en bordure de la structure. Les passages supérieurs sont habituellement préférés aux passages inférieurs par une plus grande quantité d'espèces. Toutefois, ils sont moins utilisés que les passages inférieurs par les espèces semi-aquatiques et la présence d'un dénivelé peut rebuter certaines espèces à cause du manque de visibilité. (ACA, 2014; Bouffard, 2008) De plus, les coûts de construction des passages supérieurs sont habituellement dix fois plus élevés que ceux des passages inférieurs (Huijser et al., 2009).

4.1.1. Les ponts verts

Les passages supérieurs peuvent être aménagés dans le but d'être en continuité avec les milieux naturels adjacents. Ils seront alors considérés comme des ponts verts. Ceux-ci sont les plus grands des passages fauniques (figure 4.1). Ils sont utilisés par la petite, la moyenne et la grande faune. En effet, la largeur, la conception et la végétation choisies peuvent faire en sorte qu'ils conviennent aux ongulés, aux petits mammifères, aux amphibiens, aux reptiles et aux oiseaux (figure 4.2). (ACA, 2014; Iuell et al., 2007)

Figure 4.1 Exemple de pont vert construit au-dessus d'une autoroute permettant de voir les dimensions que peuvent atteindre la structure (inspiré de : van der Ree et al., 2015)

Figure 4.2 Exemple de pont vert permettant de voir la mosaïque d'habitats aménagée pour convenir à plusieurs espèces (inspiré de : VINCI Autoroutes, 2016)

4.1.2. Les passerelles fauniques

Les passerelles fauniques (figure 4.3) sont des passages fauniques ressemblant aux ponts verts, mais dont les dimensions sont réduites. Cela fait en sorte qu'elles ne peuvent pas être aménagées d'une façon aussi élaborée. Les passerelles fauniques peuvent tout de même convenir à une diversité d'espèces de la grande et de la petite faune en fonction des particularités de leur aménagement. (ACA, 2014)

Figure 4.3 Exemple de passerelle faunique enjambant une autoroute (inspiré de : Service d'études techniques des routes et des autoroutes [SETRA] , 2006)

4.1.3. Les passerelles multiusages

Les passages supérieurs peuvent être construits sous forme de passerelles multiusages (figure 4.4). L'usage de ces passerelles est destiné autant à la grande et à la petite faune qu'à l'humain. Un aménagement végétalisé permet de séparer la passerelle en deux parties, dont la plus large est celle réservée pour la faune. Il n'est pas recommandé d'ériger ce type de passage faunique, puisque la présence humaine pourrait décourager plusieurs espèces d'utiliser l'installation. (ACA, 2014) Des études supplémentaires sont nécessaires pour démontrer leur efficacité (van der Ree et al.,2015). Par contre, les passerelles multiusages restent une alternative à considérer dans un contexte urbain ou rural puisqu'elles obligent à faire cohabiter les humains et les animaux. (ACA, 2014)

Figure 4.4 Exemple de passerelle faunique multiusage où une partie est destinée aux piétons et aux cyclistes alors que l'autre est vouée au passage de la faune (inspiré de : SETRA, 2006)

4.1.4. Les ponts de corde ou passages en canopée

Les passages supérieurs peuvent également prendre la forme d'un pont de corde aussi appelé passage en canopée (figure 4.5). (Bouffard, 2008; ACA, 2014) Ce type de passage est destiné pour les espèces qui se déplacent la plupart du temps dans la canopée et qui ont de la difficulté à se déplacer au sol. Ce sont pour la plupart des espèces arboricoles ou semi-arboricoles. (ACA, 2014) Les ponts de corde sont des installations peu coûteuses qui peuvent être aménagées avec les portiques de signalisation au-dessus des autoroutes pour en réduire davantage les coûts. Idéalement, ils sont construits avec des zones abritées afin de réduire les risques de prédation de la faune qui les empruntent. (Bouffard,2008)

Figure 4.5 Exemple de pont de corde ou passage en canopée passant au-dessous des routes (inspiré de : van der Ree et al., 2015)

4.2. Les différents types de passages fauniques inférieurs

Les passages fauniques inférieurs sont aménagés sous les routes et les autoroutes. Ils peuvent être créés à partir de structures qui sont déjà en place ou être intégrés dans la construction ou la réfection des routes. (ACA, 2014; Bouffard, 2008) Tout comme pour les passages fauniques supérieurs, il existe une panoplie de passages inférieurs dont chacun est destiné à un usage spécifique.

4.2.1. Les viaducs

Les viaducs sont des structures offrant des passages fauniques larges et secs pouvant être végétalisés, comme démontré à la figure 4.6. Ils procurent également l'avantage d'être lumineux et de pouvoir être aménagés en continuité avec les milieux naturels environnants, ce qui aide à faire d'eux les passages inférieurs les plus largement utilisés. (Bouffard, 2008) Par contre, ils ont comme désavantage d'être

bruyants. Il est toutefois possible d'aménager les viaducs de sorte à réduire le bruit. Les passages ainsi aménagés sont les plus efficaces en termes d'utilisation par la faune (Forman et al., 2003).

Figure 4.6 Exemple d'un viaduc aménagé de sorte à permettre la continuité avec la forêt (inspiré de : Ministry of Agriculture, Food and the Environment, 2016)

4.2.2. Les passages inférieurs pour la grande faune

Les passages inférieurs pour la grande faune (figure 4.7) sont spécialement destinés aux animaux préférant se déplacer à travers des chemins dégagés et offrant une bonne visibilité ainsi qu'un sol bien végétalisé. Ces caractéristiques encouragent en effet les ongulés à emprunter ces types de passage. (ACA, 2014; Simpson et al., 2016) Les carnivores et des espèces de la petite faune sont aussi en mesure de les utiliser. Il suffit d'aménager un couvert végétal, un substrat naturel et des débris végétaux semblables à ceux des milieux naturels adjacents pour favoriser leurs déplacements dans ces passages. (ACA, 2014)

Figure 4.7 Exemple de passage inférieur pour la grande faune offrant un substrat naturel et une bonne visibilité (inspiré de : van der Ree et al., 2015)

4.2.3. Les tunnels mixtes ou passages inférieurs multiusages

Les tunnels mixtes, aussi nommés passages inférieurs multiusages (figure 4.8), reprennent le principe de séparer un passage en deux sections dont la plus large est destinée à la faune et l'autre à l'humain. Ils offrent un ratio coût/efficacité avantageux et peuvent être aménagés le long des routes très peu passantes, des pistes cyclables, des sentiers pédestres ou des chemins agricoles. L'utilisation de ces passages est habituellement vouée à la petite faune. Il est conseillé de veiller à lui offrir du couvert grâce à la disposition de roches et à une végétalisation des abords des passages. Par contre, il est encore une fois peu recommandé de se tourner vers cette alternative si d'autres options sont disponibles, considérant que le dérangement anthropique peut décourager les animaux d'utiliser ce type de passages. (Bouffard, 2008; ACA, 2014)

Figure 4.8 Exemple de passage inférieur multiusage où la partie gauche permet le déplacement de la petite faune sous le couvert végétal (inspiré de : Ministry of Agriculture, Food and the Environment, 2016)

4.2.4. Les ponceaux modifiés avec un espace de circulation ou pieds secs

Les ponceaux modifiés avec un espace de circulation, également appelés pieds secs, sont des passages fauniques employés par la faune pour se déplacer à l'intérieur de ponceaux routiers servant à l'écoulement de cours d'eau. Le but est donc de permettre le passage hors de l'eau des animaux en aménageant un espace de circulation sur une ou deux berges. La figure 4.9 offre un exemple d'aménagement en béton. Ces passages inférieurs offrent moins de luminosité que les viaducs. La grosseur de la structure détermine quelles espèces sont capables de l'utiliser. Il s'agit habituellement de petits mammifères terrestres, semi-aquatiques ou semi-arboricoles. (Bouffard, 2008; Forman et al., 2003) Le coût de l'aménagement est généralement faible s'il est effectué dans un ponceau déjà existant (ACA, 2014).

Figure 4.9 Exemple de ponceau modifié avec l'aménagement de deux rebords permettant le passage de la faune hors de l'eau (inspiré de : Jaeger et al., 2017)

4.2.5. Les tuyaux secs

Les tuyaux secs (figure 4.10) sont des passages fauniques installés à côté de ponceaux servant à l'écoulement d'un cours d'eau ou permettant eux-mêmes l'écoulement des eaux de façon temporaire au cours de l'année. (Bouffard, 2008; Forman et al., 2003) Ils sont utilisés autant par la petite faune que la moyenne faune selon leur dimension (ACA, 2014). Leur utilisation sera favorisée par un aménagement végétal aux extrémités, une longueur de tuyau inférieure à 70 m pour éviter l'effet tunnel qui peut être repoussant pour certaines espèces et par l'ajout d'un substrat meuble terreux (Bouffard, 2008).

Figure 4.10 Exemple de tuyau sec disposé à côté d'un ponceau pour permettre à la faune de se déplacer hors de l'eau (inspiré de : Bouffard, 2008)

4.2.6. Les tablettes en porte-à-faux

Les tablettes en porte-à-faux (figure 4.11) sont destinées à permettre le passage de la faune au sec à l'intérieur d'une structure où s'écoule un cours d'eau tel qu'un ponceau. Il est recommandé de privilégier un matériau pour la tablette qui est résistant à l'eau et qui a une longue durée de vie, comme l'acier. (Bouffard, 2008; Forman et al., 2003; VINCI Autoroutes, 2016).

Figure 4.11 Exemple de tablette en porte-à-faux en bois (inspiré de : Jaeger et al., 2017)

4.2.7. L'aménagement de berges naturelles

Des passages fauniques inférieurs peuvent être aménagés sous la forme d'une berge naturelle pour permettre les déplacements de plusieurs espèces d'amphibiens, semi-aquatiques et semi-arboricoles. Pour ce faire, il suffit de créer une berge en respectant les caractéristiques du milieu naturel et en maintenant les caractéristiques hydrologiques du cours d'eau, comme démontré à la figure 4.12. Autant la petite que la grande faune peuvent les utiliser en fonction de la dimension de l'aménagement. (ACA, 2014; Bouffard, 2008)

Figure 4.12 Exemple d'aménagement de berges naturelles sous un viaduc (inspiré de : Arsenault et Hovington, 2013)

4.2.8. Les tunnels pour reptiles et amphibiens

Certains tunnels peuvent être aménagés spécialement pour les reptiles et les amphibiens afin de leur permettre de traverser sécuritairement les routes. La figure 4.13 présente un exemple de ce genre de tunnel. Les lieux idéaux pour ces tunnels se trouvent dans les corridors de déplacement déjà utilisés pour rejoindre les sites de ponte ou les hibernacles. Pour permettre l'entrée de la lumière et un maintien d'un taux d'humidité assez élevé, les tunnels sont habituellement construits avec des espaces grillagés sur le dessus. (ACA, 2014; VINCI Autoroutes, 2016)

Figure 4.13 Exemple de tunnel pour les reptiles et les amphibiens (inspiré de : van der Ree et al., 2015)

4.3. Les installations complémentaires

Des installations complémentaires peuvent être aménagées conjointement avec les passages fauniques afin de favoriser leur utilisation. En effet, il est préférable de veiller à effectuer certains aménagements qui sont en mesure d'empêcher les espèces avec une facilité à se déplacer sur de longues distances de traverser les routes là où il n'y a pas de passage faunique. Quant aux espèces à faible capacité de déplacement, elles ont souvent besoin de se faire guider vers les passages fauniques pour être en mesure de les trouver et de les utiliser. (Gratton, 2012)

4.3.1. La végétalisation des extrémités et le réaménagement de sentiers fauniques

La végétalisation des extrémités des passages fauniques et le réaménagement des sentiers fauniques permettent à ces installations de se fondre dans le milieu naturel et d'accorder un lieu de passage sécuritaire offrant des abris. Cela a pour but d'encourager la faune à emprunter les passages fauniques. Il est recommandé de s'assurer d'utiliser des espèces végétales indigènes et de maintenir un couvert forestier pour les espèces forestières (Bouffard, 2008).

4.3.2. Les clôtures

Les clôtures sont un bon moyen d'empêcher la faune de traverser les routes, mais il faut prendre en considération qu'elles brisent la connectivité entre les milieux. Ainsi, il n'est pas recommandé de clôturer aux abords des routes sans permettre à la faune de les traverser sécuritairement à certains endroits. (Huijser et al., 2009) L'aménagement de passages fauniques jumelé à l'installation de clôtures est une façon de conserver la connectivité entre les milieux et représente également la combinaison de mesures d'évitement de collisions routières la plus efficace (ACA, 2014; Rytwinski et al., 2015).

Il existe trois types de clôtures ayant pour but de canaliser les déplacements de la faune vers les passages fauniques (Bouffard, 2008). Elles peuvent être constituées de treillis métallique, électrique ou mixte selon les besoins (ACA, 2014). Leur installation représente habituellement un grand investissement financier. Celui-ci peut toutefois être justifié par la grande efficacité des clôtures pour ce qui est d'empêcher la faune d'avoir accès aux routes. Les clôtures peuvent être installées en continu, ce qui offre une protection autant aux automobilistes qu'à la faune, ou bien en sections discontinues dans les zones les plus à risque de collision. (Bouffard, 2008)

Le premier type de clôture est celui installé spécifiquement pour la grande faune. Il s'agit d'une haute clôture à larges mailles qui doit être d'une grande solidité pour ne pas être endommagée par la faune. En effet, elle permet de bloquer le passage aux ongulés ainsi qu'aux ours noirs, bien que ces derniers peuvent l'escalader. Elle peut aussi rediriger les canidés, mais ils peuvent arriver à creuser un passage dessous. Idéalement, les clôtures pour la grande faune devraient être aménagées avec des sorties à sens unique, appelées sorties d'urgence, qui permettent seulement l'entrée dans le milieu naturel (figure 4.14). Ces sorties sont habituellement destinées aux orignaux. Pour ce qui est des cerfs de Virginie, des sautoirs peuvent être installés pour leur permettre d'entrer dans les milieux naturels sans toutefois être capables d'en sortir (figure 4.15). Les clôtures pour la grande faune permettent de réduire de 96 % la mortalité routière animale. (Iuell et al., 2007) Par ailleurs, pour éviter un effet de bout, il est important de terminer la clôture par l'ajout d'un tronçon perpendiculaire à la route sur une longueur d'environ 100 m. De cette façon, les animaux qui se trouvent dans les milieux naturels et qui longent la clôture aux abords de la route vont se faire diriger vers la forêt en arrivant à son extrémité. (AECOM, 2011)

Figure 4.14 Sortie d'urgence permettant à la grande faune en provenance de la route de rejoindre la forêt (inspiré de : Healy et Gunson, 2014)

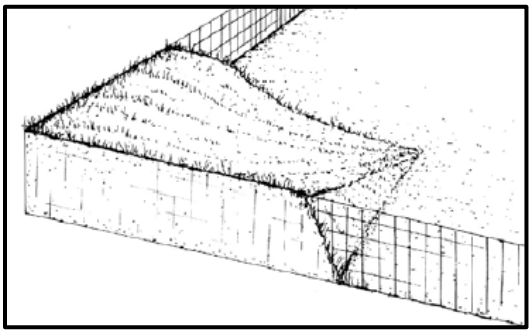


Figure 4.15 Exemple de sautoir pour les cerfs de Virginie qui peuvent emprunter la partie montante à partir de la route pour sauter vers la forêt (tiré de : Iuell et al., 2007)

Le deuxième type de clôture est celui destiné à la petite faune. Il s'agit de clôtures moins hautes que celles pour la grande faune et qui sont constituées de mailles plus petites. Elles doivent également être enfouies de 20 à 40 cm dans le sol pour faire en sorte de réduire la probabilité que certaines espèces arrivent à passer dessous en creusant. Pour s'adapter aux conditions hivernales du Québec, ces clôtures peuvent également être constituées de feuilles en métal épais. Ce genre de clôture permet également d'empêcher la faune de l'escalader (Bouffard, 2008).

Le troisième type de clôture correspond aux installations vouées à rediriger les micromammifères. Leur structure est composée d'une clôture à petite faune doublée d'un grillage fin dans sa moitié ou son tiers inférieur. (Bouffard, 2008)

4.4. Les autres mesures de réduction de la mortalité routière de la faune

Il existe d'autres mesures de réduction de la mortalité routière de la faune que celles présentées jusqu'à présent. Toutefois, ces mesures sont jugées moins efficaces et sont également pour la plupart moins étudiées et documentées (Forman et al., 2003). Elles peuvent toutefois être utilisées en complément de mesures plus efficaces.

4.4.1. L'installation de panneaux indicateurs de passage de la faune

Les panneaux indicateurs de passage de la faune sont habituellement peu efficaces, car les automobilistes deviennent désensibilisés à leur présence ou ne s'en préoccupent pas lorsqu'ils les aperçoivent. Pour tenter d'augmenter l'efficacité de cette mesure, les panneaux indicateurs devraient être installés seulement à des endroits et à des moments spécifiques. En effet, les automobilistes ont plus tendance à adapter leur comportement sur la route lorsque les panneaux sont placés à un endroit temporairement et non pas de façon permanente. (van der Ree et al., 2015) De plus, des mesures législatives plus sévères devraient être appliquées lorsque les automobilistes n'ajustent pas leur vitesse et leur comportement sur la route dans les zones affichées. (Forman et al., 2003)

4.4.2. Les réflecteurs

Des réflecteurs rouges peuvent être installés sur le bord de la route à intervalles réguliers là où la mortalité routière est élevée. Les rayons lumineux produits par la réflexion des lumières des voitures sur les réflecteurs donnent l'impression à la faune qu'il s'agit en fait d'une clôture. L'installation de ces réflecteurs est toutefois peu efficace puisque les animaux s'y habituent facilement, ce qui explique la faible probabilité d'arriver à leur faire traverser la route à un autre endroit. (Forman et al., 2003; van der Ree et al., 2015)

4.4.3. L'altération des habitats

L'altération des habitats est une mesure dont le but est de réduire l'attrait des animaux pour les zones de leur milieu qui se trouvent près des routes. Pour ce faire, il est possible de retirer une bande de végétation le long des routes et de procéder à la plantation de végétation peu appréciée des herbivores entre cette bande dévégétalisée et le milieu naturel. Une telle mesure a toutefois pour conséquence de diminuer l'espace voué à la biodiversité. (Forman et al., 2003)

4.4.4. Les autres alternatives existantes

Forman et al. (2003) font mention de quelques autres mesures de réduction de la mortalité routière de la faune en spécifiant toutefois leur faible efficacité ou le manque d'études à leur sujet. Ces mesures concernent la réduction des limites de vitesse, l'éclairage des rues, l'installation de sifflets (ultrasons) sur les voitures, l'instauration de programme de sensibilisation et l'utilisation d'employés municipaux pour effrayer la faune aux lieux à haut potentiel accidentogène.

4.4.5. L'efficacité des passages fauniques

L'utilisation des passages fauniques par la faune demande un certain temps d'adaptation habituellement divisé en deux étapes, soit une première étape d'adaptation initiale et une seconde étape nommée adaptation complète. Ce temps d'adaptation s'explique par le fait que les animaux ont tout d'abord besoin d'un moment pour localiser les passages fauniques et ensuite pour arriver à ressentir un niveau de sécurité suffisant pour les emprunter. (Clevenger, 2012)

Clevenger (2012) rapporte des résultats obtenus en effectuant un suivi de l'utilisation des passages fauniques installés dans le parc national de Banff en Alberta pour permettre à la faune de traverser l'autoroute Transcanadienne. Ces résultats, qui prennent aussi en compte l'effet de l'installation de clôtures, démontrent l'efficacité des passages fauniques pour assurer des traversées de la route plus sécuritaires pour la faune. En effet, une grande utilisation de ces infrastructures par la faune a été notée en parallèle d'une baisse de collisions de 80 % mesurée pour les grands mammifères en général et de 94 % pour les ongulés.

4.5. Les avantages socio-économiques associés aux mesures de réduction

Huijser et al. (2009) démontrent les avantages sociaux et économiques potentiels qui peuvent être retirés des installations permettant de réduire les collisions entre la grande faune et les véhicules aux États-Unis et au Canada. Les espèces de la grande faune reportées dans l'étude étaient des cerfs, des wapitis et des orignaux. L'analyse réalisée a permis de conclure que les bénéfices retirés des installations seraient supérieurs aux coûts exigés pour leur mise en place et leur entretien sur plusieurs tronçons de route. Ces bénéfices se rapporteraient en termes de réduction des dépenses normalement investies pour couvrir les frais de réparation des véhicules et leur remorquage ainsi que les frais liés aux enquêtes sur les circonstances de l'accident lors de collisions. De plus, cela comprend les frais de santé pour les blessures

occasionnées aux passagers ainsi que ceux associés à leur décès si tel est le cas. Les autres frais considérés sont ceux qui pourraient être utilisés pour disposer de la carcasse de l'animal. Les pertes de profits potentiels pour les chasseurs ont également être prises en compte. Finalement, l'étude a considéré l'augmentation de la sécurité sur la route pour la société comme faisant partie des bénéfices retirés des installations destinées à réduire les collisions entre la faune et les véhicules.

Un rapport effectué pour le compte du MTMDET évoque les mêmes avantages qui peuvent être retirés de l'aménagement de mesures de réduction des collisions routières destinés à la petite et à la moyenne faune. En effet, plusieurs conducteurs ont le réflexe de tenter d'éviter une collision avec les espèces de mammifères de petite et moyenne taille, ce qui peut entrainer une perte de contrôle du véhicule. En cas d'accidents, il peut y avoir des risques de blessures pour les passagers du véhicule ainsi que des coûts de réparation pour les dommages matériels. (Jaeger et al., 2017)

4.6. Les limites des analyses coûts-bénéfices des mesures de réduction des collisions routières avec la faune

Les analyses coûts-bénéfices présentent toutefois quelques limites. En effet, bien qu'elles démontrent qu'il peut être économiquement rentable de mettre en place des mesures de réduction des collisions routières avec la grande faune, il reste que les études sont la plupart du temps réalisées sur de petites portions de routes. Il faudrait faire des analyses en considérant toute la longueur de la route pour voir si, au final, l'investissement financier requis pour les installations est avantageux. (Huijser et al., 2009)

4.7. Les limites de l'efficacité des mesures de réduction des collisions routières avec la faune pour la survie des populations

Rytwinski et al. (2015) soulèvent dans leur étude que les mesures de réduction des collisions routières avec la faune pourraient ne pas être efficaces pour permettre la survie des populations bien qu'ils peuvent augmenter les probabilités de survie des animaux individuellement. Trop peu d'études se sont penchées sur l'effet à long terme des passages fauniques et des clôtures sur les populations pour affirmer qu'ils contribuent réellement à leur viabilité. Ainsi, il ne peut être affirmé que de telles installations permettront de contrer la fragmentation des territoires au point d'assurer une connectivité suffisante pour la survie des populations.

5. LES ORGANISMES TRAVAILLANT SUR DES ÉCO-CORRIDORS

Plusieurs organismes qui œuvrent dans le domaine de la conservation se donnent pour mission d'assurer la connectivité entre les milieux naturels. Ce chapitre est consacré aux travaux exécutés par des organismes sélectionnés dont les méthodes ou les leçons apprises pourraient être utiles à ÉCL dans son projet d'aménagement d'écocorridors.

5.1. Corridor appalachien

Corridor appalachien (ACA) est un organisme à but non lucratif créé en 2002. Il œuvre dans la région des Appalaches du sud du Québec afin d'y conserver les milieux naturels en leur conférant une protection valide à perpétuité. Pour réaliser cette mission, l'organisme récolte des données sur les espèces évoluant sur le territoire, achète, reçoit et met en valeur certaines propriétés protégées et offre un soutien aux acteurs qui œuvrent dans le domaine de la conservation. Ultimement, ACA souhaite faire en sorte d'augmenter les superficies protégées des aires considérées comme des noyaux de conservation, des zones tampons, des corridors naturels et des sites de haute diversité biologique. (ACA, s. d.)

5.1.1. Le travail de l'organisme utile pour ÉCL : protocole d'identification des corridors et des passages fauniques

ACA a publié plusieurs travaux concernant la connectivité entre les milieux naturels. Parmi ceux-ci, un protocole d'identification des écocorridors et des passages fauniques a été rédigé. Ce document présente les étapes à suivre pour positionner des écocorridors sur le territoire de sorte à correspondre aux secteurs de déplacement de la faune. De plus, il présente des conseils pour choisir les passages fauniques adéquats à installer, ainsi que certaines mesures de réduction des collisions routières avec la faune. Ces informations s'avèrent utiles dans le cadre de cet essai pour guider le choix des aménagements des écocorridors sur le territoire à l'étude. (ACA, 2014) Afin de déterminer si ce protocole a été appliqué par ÉCL et pour vérifier s'il peut être utilisé pour valider la démarche d'identification des passages fauniques à aménager le long des écocorridors potentiels, les différentes étapes du protocole à respecter sont décrites dans les paragraphes suivants. Il est de plus spécifié si ces étapes ont déjà été effectuées par ÉCL.

Le protocole d'identification des écocorridors et des passages fauniques contient huit étapes. Les quatre premières réfèrent à la définition des limites de l'aire d'étude, la récolte des données existantes pour évaluer le contexte biophysique, l'identification des espèces ciblées par les interventions optimisant la

connectivité et réduisant les collisions routières ainsi que l'identification des noyaux ou des habitats à relier. En ce qui concerne le projet d'aménagement d'écocorridors entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka, ces étapes ont été effectuées au cours des travaux de Boucher (2013), Collette-Hachey (2015) et Guéveneux-Julien (2017), présentés plus en détail au chapitre 6.

La cinquième étape du protocole aborde la nécessité d'effectuer des inventaires complémentaires pour obtenir des données concernant les endroits où les collisions routières ont lieu avec la faune. Cela permet de déterminer quelles mesures sont nécessaires à ces endroits. Pour réaliser cette étape, il est tout d'abord nécessaire de connaître le moment et le lieu des collisions routières avec la faune. Ces données ont été fournies par Monsieur Jean Boulé, conseiller en environnement et technicien principal de la faune au MTMDET dans la région des Laurentides. En effet, ce dernier a fourni des données sur les collisions routières avec la faune survenues de 2010 à 2017. Seule l'année est indiquée pour faire part du moment des collisions. Les autres indications fournies font part de l'instance qui a rapporté les collisions dans le système de diagnostic en sécurité routière ainsi que les municipalités, les routes et les coordonnées GPS où ont eu lieu les collisions. De plus, l'espèce animale impliquée dans la collision est spécifiée s'il s'agit d'une espèce de la grande faune en indiquant « cerf de Virginie » ou « orignal, ours ou caribou ». Quant aux espèces de la petite et de la moyenne faune, qui peuvent être des reptiles, des mammifères, des oiseaux ou des amphibiens, elles sont rapportées sous le terme « autre animal ». Cette dernière catégorie cause toutefois quelques difficultés dans l'identification des mesures de réduction des collisions routières à aménager, puisque le choix d'un type de mesure à prendre est entre autres basé sur les espèces qui doivent l'emprunter. Le MTMDET a précisé que les données ont été récoltées lorsque les conducteurs des véhicules ont déclaré à la Sureté du Québec ou à leur assureur des dommages matériels ou humains subis lors de la collision ou de la manœuvre d'évitement. Le ministère indique donc que les reptiles, les mammifères ou les oiseaux de la petite et moyenne faune doivent être assez gros pour provoquer de tels dommages ou être aperçus par les conducteurs. Ainsi, le MTMDET a précisé que les mammifères de la catégorie « autre animal » peuvent entre autres être des coyotes, des loups, des ratons laveurs ou des castors, ainsi que des animaux domestiques tels que des chiens, des chats ou des animaux de ferme. Chez les oiseaux, il peut s'agir par exemple d'oies, de dindons sauvages ou d'oiseaux de proie. En ce qui concerne les reptiles, des collisions à impact important ou des accidents peuvent être provoqués par le passage d'espèces comme la tortue serpentine (*Chelydra serpentina*) sur les routes. Finalement, le ministère précise que les amphibiens peuvent également être considérés dans la catégorie « autre animal » bien qu'aucune espèce ne soit assez grosse sur le territoire pour provoquer des collisions causant

des dommages. Toutefois, il se pourrait qu'un déplacement massif provoque une perte de contrôle du véhicule.

Par la suite, la cinquième étape du protocole précise de réaliser des inventaires fauniques afin d'en apprendre davantage sur le comportement de la faune. Ces informations permettent de déterminer les meilleurs emplacements pour l'aménagement de passages fauniques en identifiant les endroits où les espèces ciblées préfèrent traverser les routes. Ces inventaires n'ont toutefois pas été réalisés par ÉCL ou par des équipes mandatées par l'organisme. Ensuite, les prochains travaux à effectuer au cours de la cinquième étape du protocole sont d'évaluer et de caractériser des viaducs et des ponceaux existants pour déterminer s'ils constituent ou s'ils peuvent être adaptés afin de devenir des passages fauniques. Pour ce faire, il faut analyser les caractéristiques des viaducs et des ponceaux ainsi que leur environnement immédiat. Ces travaux n'ont également pas été réalisés par ÉCL ou par des équipes mandatées par celui-ci sauf dans la partie laurentienne de l'autoroute 50 où des données parcellaires ont été prises en 2016.

Finalement, la cinquième étape du protocole doit être complétée par une description du contexte paysager. Pour ce faire, les informations concernant l'affectation et le zonage des terres, ainsi que la réglementation qui peut s'y appliquer, doivent être recueillies. La plupart de ces informations se trouvent dans les travaux de Boucher (2013), Collette-Hachey (2015) et Guéveneux-Julien (2017). Les informations manquantes sont toutefois accessibles via diverses sources de données gouvernementales ou municipales.

La sixième étape du protocole se rapporte à des analyses de connectivité et d'identification des corridors de connectivité structurelle de moindre coût à la survie des espèces ciblées. Ces analyses ont été effectuées par Guéveneux-Julien (2017) qui a ensuite produit une carte avec les résultats obtenus (voir le sous-chapitre 6.5). La septième étape du protocole souligne la nécessité d'effectuer une validation sur le terrain de l'utilisation réelle par la faune des écocorridors identifiés à la sixième étape. Cette validation a pour but de déterminer si l'occupation du sol et les habitats présents sont toujours les mêmes que ceux rapportés dans les données écologiques utilisées et de compléter les inventaires fauniques si nécessaire. Cette étape n'a toutefois pas été réalisée par ÉCL. La huitième étape qui complète le protocole est d'effectuer une sélection finale des écocorridors validés à l'étape précédente où des passages fauniques seront aménagés.

Il est possible de constater que les seules étapes du protocole qui n'ont pas été réalisées jusqu'à présent sont celles qui se rapportent à la validation des données ou des tracés potentiels d'écocorridors sur le terrain. Cela n'empêche pas toutefois d'entamer la huitième étape du protocole qui se trouve à être l'objectif principal de cet essai. En effet, les zones où des passages fauniques pourront potentiellement être aménagés peuvent être sélectionnées en se servant des travaux déjà effectués par ÉCL ou par d'autres partenaires comme le MTMDET. Les validations sur le terrain des données utilisées pour effectuer cette sélection pourront être exécutées par la suite par les autorités compétentes. Il sera ensuite possible d'effectuer des changements aux tracés des écocorridors ou aux choix des passages fauniques sélectionnés pour les ajuster en fonction des nouvelles informations.

5.2. *Two Countries, One Forest*, *Staying Connected Initiative* et *The Nature Conservancy*

Two Countries, One Forest regroupe 50 organisations, chercheurs ou fondations du Canada et des États-Unis. Cet organisme travaille entre autres à concerter les actions de conservation et de restauration des forêts et du patrimoine naturel dans l'écorégion des Appalaches nordiques et de l'Acadie, qui s'étend de l'État de New York à la Nouvelle-Écosse, en facilitant l'échange d'informations entre les acteurs. De plus, il promeut l'utilisation des méthodes et des connaissances scientifiques dans le domaine de la planification de la conservation, tout en procédant à la cartographie des habitats et des corridors principaux sur son territoire d'action. (Two Countries, One Forest, 2013) En 2015, *Two Countries, One Forest* s'est uni à l'organisme *Staying Connected Initiative* (SCI) dont la stratégie de conservation est basée sur la restauration et l'amélioration de la connectivité des milieux naturels au nord des Appalaches aux États-Unis et au Canada. SCI rassemble des partenaires provenant de ces deux pays pour veiller entre autres à la protection des milieux et à l'utilisation des outils des sciences environnementales. (Staying Connected Initiative [SCI], 2018) L'union de *Two Countries, One Forest* et de SCI a permis de mettre en commun les stratégies de conservation des deux organismes afin d'améliorer la conservation des milieux naturels de chaque côté de la frontière entre le Canada et les États-Unis. (Two Countries, One Forest, 2013) De plus, SCI compte parmi ses partenaires *The Nature Conservancy* (TNC) qui opère dans les états américains du Maine, du Massachusetts, du New Hampshire, de New York et du Vermont (SCI, 2018). La mission de TNC est de veiller à la conservation des milieux naturels et de la santé des cours d'eau depuis sa création en 1961. TNC réalise sa mission à l'aide de son personnel, de scientifiques, de gouvernements et d'organismes à but non lucratif. (The Nature Conservancy [TNC], 2018)

5.2.1. Le travail des organismes utile pour ÉCL : la classification d'infrastructures par groupe d'espèces

Marangelo et Farrell (2016) ont réalisé des études de suivis de l'utilisation par la faune des viaducs et des ponceaux traversant des autoroutes à l'aide de caméras à déclenchement automatique dans l'état du Vermont aux États-Unis pour TNC. Le but était d'évaluer si de telles structures pouvaient aider à améliorer la connectivité entre les milieux naturels pour la faune et si elles permettaient de réduire le nombre de collisions routières avec celle-ci. Les résultats des études ont permis d'ajuster une classification élaborée par Shilling, Cramer, Farrell et Reining (2012) où les espèces sont associées à leurs types de passages fauniques préférés. Les ajustements ont permis d'adapter la classification aux préférences des espèces présentes au Vermont. Plusieurs espèces sont les mêmes que celles retrouvées sur le territoire des Laurentides, qui se trouve somme toute proche de cet état américain. Ainsi, cette classification pourra servir à identifier les structures déjà existantes ou nécessitant des modifications qui peuvent être utilisées comme des passages fauniques sur le territoire à l'étude. Cela est particulièrement bénéfique pour répondre aux objectifs de cet essai, considérant que des modifications apportées à des ponceaux sont habituellement moins onéreuses que la construction complète d'un nouveau passage faunique. Le tableau 5.1 présente la classification révisée de Marangelo et Farrell (2016).

Tableau 5.1 Structures des passages fauniques inférieurs préférés par les espèces utilisatrices au Vermont (inspiré de : Marangelo et Farrell, 2016)

Taille des passages fauniques inférieurs	Structures préférées	Espèces utilisatrices	Espèces potentiellement utilisatrices
Petite	Ponceaux circulaire, rectangulaires et arqués d'environ 1 à 2 m de largeur et de moins de 2,5 m de hauteur	Belette Renard Loutre Martre Lynx	Ours Lynx
Moyenne	Larges ponceaux d'environ 1,5 à 2,5 m de largeur et de plus de 2,5 m de hauteur	Belette Renard Loutre Martre Lynx Cerf	Ours Lynx Orignal
Grande	Viaducs et larges ponceaux d'environ 3 m de largeur et 2,5 m de hauteur	Belette Renard Loutre Martre Lynx Cerf Coyote	Ours Lynx Orignal Cougar Loup

6. L'ORGANISME ÉCO-CORRIDORS LAURENTIENS

L'organisme ÉCL, présidé par Madame Kim Marineau, œuvre dans le domaine de la conservation sur le territoire des Laurentides (Éco-corridors laurentiens [ÉCL], 2016). Ce chapitre est dédié à présenter la mission de cet organisme ainsi que son projet d'aménagement d'écocorridors de conservation entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka.

6.1. La mission de l'organisme ÉCL

L'organisme à but non lucratif ÉCL a pour mission de préserver les milieux naturels dans la région des Laurentides. Pour ce faire, l'organisme met en œuvre une stratégie pour favoriser la création d'écocorridors de conservation entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka. ÉCL vise entre autres à accroître le nombre et la superficie d'aires naturelles protégées, en plus de la connectivité entre les habitats. (ÉCL, 2016)

Pour réaliser sa mission, ÉCL travaille en concertation avec d'autres acteurs du milieu de la conservation grâce au soutien de fondations privées et publiques. Ces derniers sont des organismes de conservation, des municipalités, des propriétaires fonciers et des citoyens. Ils bénéficient également des activités de formation offertes par ÉCL. L'organisme tente en effet de former et de sensibiliser les acteurs en assurant une diffusion de l'information pertinente dans le domaine de la conservation. De plus, ÉCL soutient la formation de nouveaux organismes et la mise en place d'initiatives ayant pour but la protection et la mise en valeur des milieux naturels. (ÉCL, 2016)

Dans le but de permettre le déplacement de la biodiversité dans les Laurentides, ÉCL a fait réaliser divers travaux pour élaborer un projet de connectivité sur le territoire. Ces travaux se rapportent autant à l'attribution d'une valeur de conservation des parcelles de milieux naturels qu'à la cartographie de tracés potentiels d'écocorridors structurels. Les résultats de ces travaux sont présentés dans les sous-chapitres suivants.

6.2. Le projet d'aménagement des écocorridors entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka

Boucher (2013) a réalisé son essai de fin d'études à la maîtrise en gestion de l'environnement de l'Université de Sherbrooke sous la direction de Madame Kim Marineau. Le sujet de son essai portait sur

l'élaboration d'une stratégie de conservation axée sur la connectivité à mettre en place dans les Laurentides à l'aide d'écocorridors. Il a proposé de relier le parc national du Mont-Tremblant au parc national d'Oka à l'aide de noyaux de conservation, de zones tampons et d'écocorridors. Le plan d'action qu'il a rédigé vise à conserver la connectivité entre les milieux naturels des Basses-Laurentides et du Cœur des Laurentides, où le territoire est déjà très fragmenté. De plus, cette stratégie permet d'annexer au fil du temps des parcelles de territoires d'intérêt, ce qui augmente la superficie des milieux naturels protégés.

Pour réaliser une carte avec une ébauche d'écocorridors reliant les deux parcs nationaux des Laurentides, Boucher (2013) a utilisé le travail effectué par un groupe d'étudiants à la maîtrise en gestion de l'environnement de l'Université de Sherbrooke dans le cadre du cours ENV813 – Projet intégrateur (Tremblay, Mohand-Said et Laliberté, 2013). Ce groupe d'étudiants épaulé par Madame Christine Larouche, une géomaticienne, a attribué une valeur de conservation à l'aide de paramètres biogéographiques sur des parcelles de 1 km^2 couvrant le territoire des Basses-Laurentides et du Cœur des Laurentides. Les parcelles avec le plus haut pointage ont été choisies à titre de noyaux de conservation, autour desquels une zone tampon a été délimitée. Cette façon de faire a l'avantage de réduire l'effet de bordure néfaste pour la conservation des écosystèmes.

6.3. Les avantages de l'aménagement d'écocorridors dans les Laurentides

Boucher (2013) a justifié sa proposition d'aménager des écocorridors en soulignant que cette stratégie permettait de résoudre le problème de connectivité dans la partie plus méridionale des Laurentides. De plus, il a abordé le fait qu'une plus grande connectivité entre les milieux naturels permettait de réduire les impacts des changements climatiques et d'être ainsi bénéfique à la biodiversité. Il existe également un nombre d'usages plus élevé des territoires au sein desquels il y a une plus grande connectivité entre les milieux naturels. Par exemple, des activités récréatives comme la randonnée pédestre peuvent être pratiquées dans des forêts d'une superficie suffisante. Le type d'usage varie en fonction du niveau de conservation accordé aux milieux naturels visés.

Boucher (2013) a terminé sa réflexion par rapport à l'aménagement d'écocorridors sur le territoire à l'étude en spécifiant qu'il serait avantageux de combiner des corridors en continu avec des corridors en pas japonais. Cela s'explique par le fait qu'il serait étonnant de pouvoir relier le parc national du Mont-Tremblant avec le parc national d'Oka avec seulement un corridor en continu qui inclut les noyaux de conservation et les zones tampons identifiées.

6.4. Les difficultés liées à l'aménagement d'écocorridors dans les Laurentides

La première difficulté concernant l'aménagement d'écocorridors dans les Laurentides relevée par Boucher (2013) est la présence des autoroutes 15 et 117 qui causent une fragmentation du territoire. Il fait toutefois allusion aux passages fauniques qui peuvent aider à rétablir la connectivité malgré la présence d'infrastructures routières. La deuxième difficulté rencontrée concerne une ligne de transport d'électricité appartenant à Hydro-Québec. Une telle infrastructure cause habituellement une dégradation de la qualité des habitats se trouvant à proximité, ce qui réduit ainsi la possibilité d'en faire des noyaux de conservation. L'intégrer à une zone tampon reste toutefois une option. La troisième difficulté soulevée fait référence à la tenure des terres majoritairement privée dans la partie méridionale des Laurentides. Cela fait en sorte que l'acquisition de ces terres ne peut se produire sans des rencontres et des négociations avec les propriétaires. De plus grands efforts et délais sont alors exigés pour mettre en place une stratégie de conservation basée sur l'acquisition des territoires à protéger. De plus, il faut considérer que certains propriétaires peuvent refuser la vente de leur terrain ou leur mise en conservation, ce qui oblige par la suite de revoir le tracé des écocorridors à aménager. La quatrième difficulté rapportée par Boucher (2013) fait référence à la nécessité d'effectuer des suivis pour contrer la possible propagation des espèces exotiques envahissantes à l'intérieur des écocorridors. La cinquième difficulté soulevée est la nécessité de devoir réhabiliter certains milieux naturels qui seraient inclus dans le tracé des écocorridors et dont la qualité a été affectée par les usages intensifs ou les infrastructures créant de la fragmentation. La dernière difficulté rencontrée repose sur la superficie insuffisante des noyaux de conservation à inclure dans les écocorridors pour qu'ils soient en mesure de soutenir une riche biodiversité. Cette contrainte peut être atténuée en s'assurant d'inclure les noyaux de biodiversité avec les plus grandes superficies possibles.

6.5. Les travaux de l'organisme ÉCL

En 2014, Mathieu Madison, un biologiste et un maître en environnement, a produit de nouveaux tracés d'écocorridors pour ÉCL. Les tracés ont été obtenus à l'aide d'une analyse spatiale des écocorridors potentiels entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka. Pour réaliser l'analyse, Madison s'est servi de cartes écoforestières et d'images *Google Earth* pour relier les aires forestières entre elles. La figure 6.1 illustre le résultat de son travail (voir les tracés d'écocorridors potentiels en brun). (K. Marineau, conversation, 26 avril 2018)

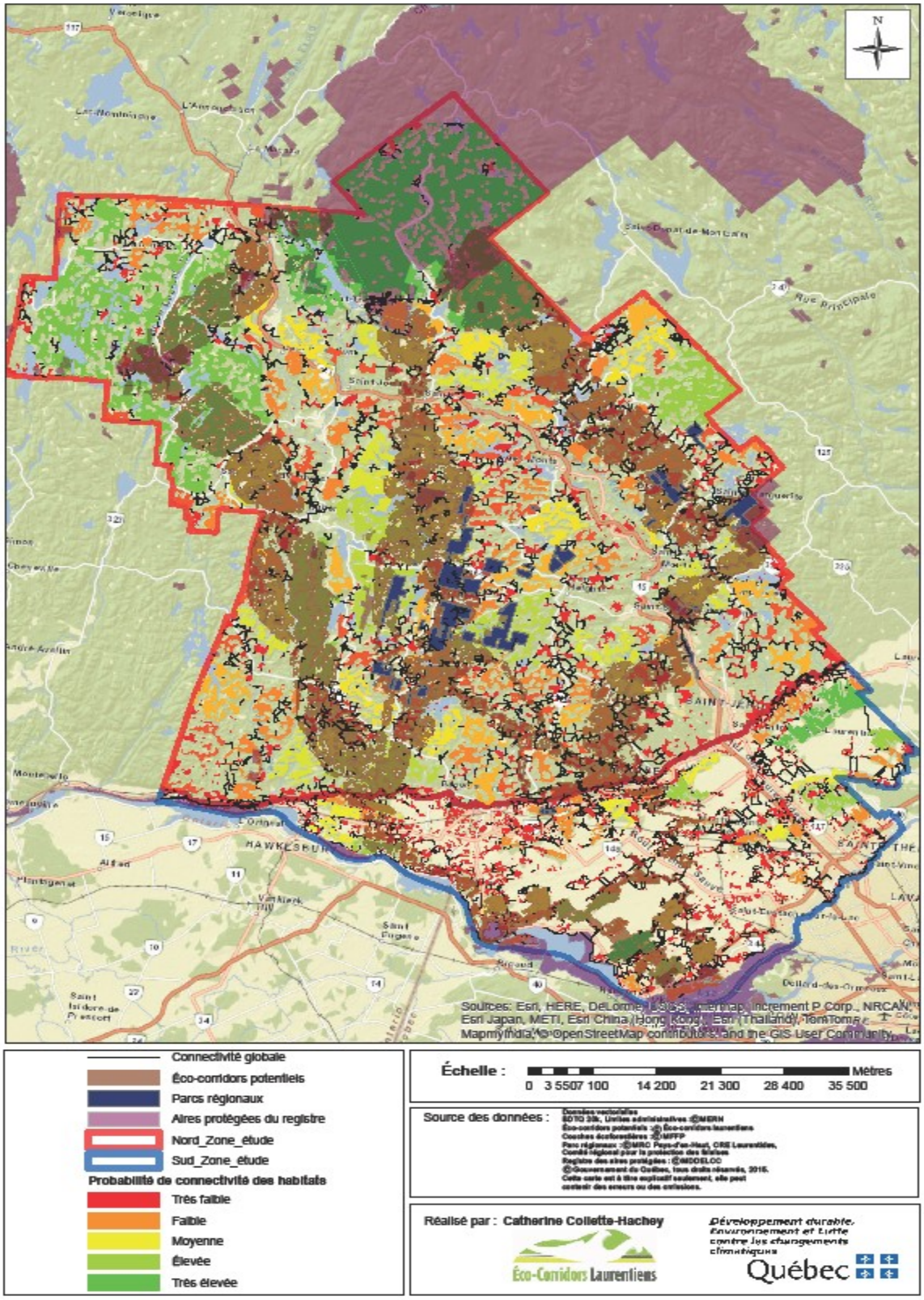
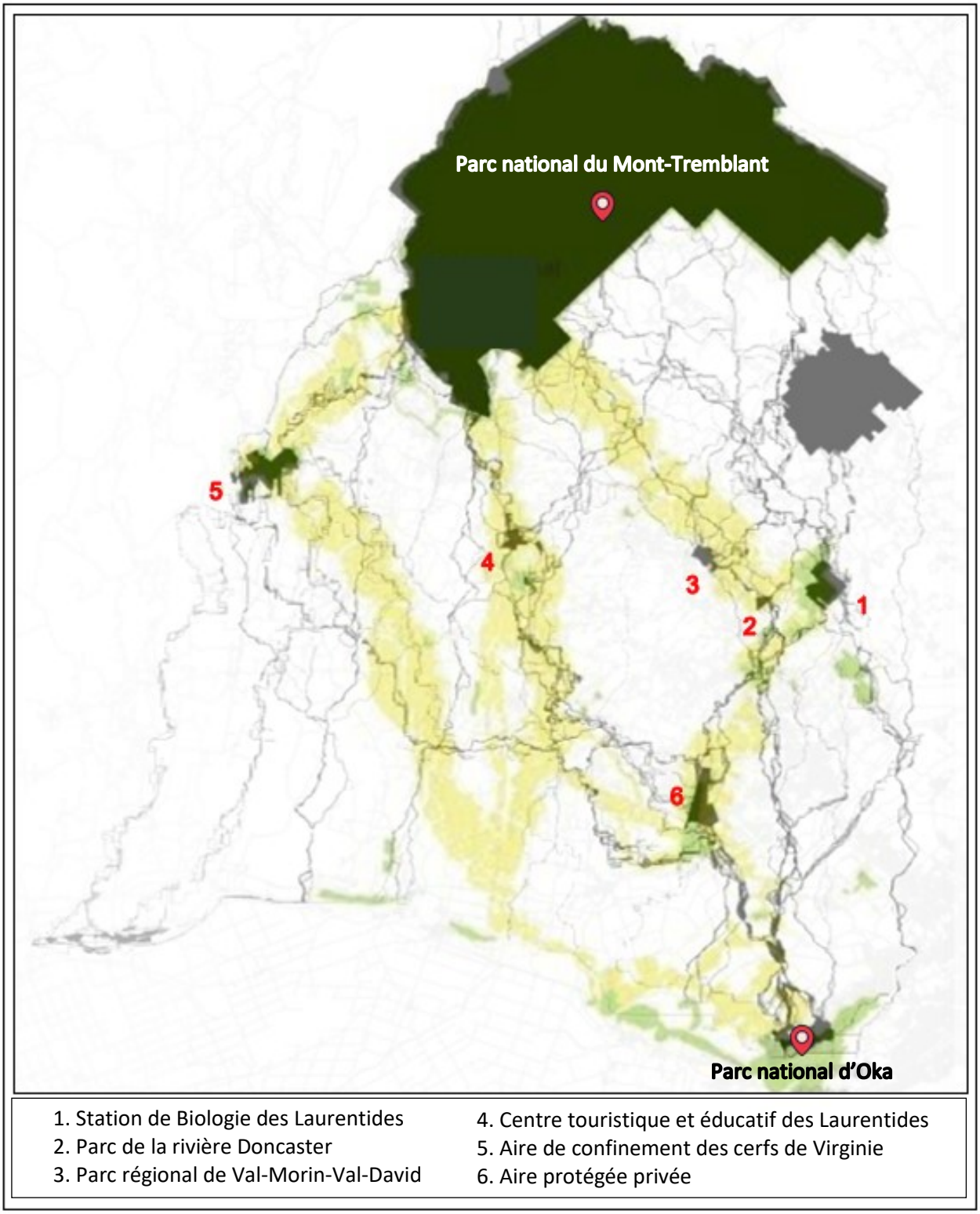


Figure 6.1 Cartographie des écocorridors potentiels obtenus en reliant les aires forestières du territoire des Laurentides entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka (inspiré de : Collette-Hachey, 2015). Reproduit avec permission.

Lors de son stage réalisé au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) avec le soutien scientifique d'ÉCL, Collette-Hachey (2015) a produit une nouvelle cartographie du territoire des Laurentides qui illustre la probabilité de connectivité entre les habitats. Ces résultats ont été obtenus grâce à un logiciel de connectivité qui permet de relier de grandes étendues de milieux naturels non fragmentés en prenant en considération les obstacles à la connectivité comme les routes et les zones urbanisées. Ainsi, le nombre de liens dans les milieux aménagés ou qui traversent des routes pavées a été minimisé. De plus, les liens entre les habitats avec une bonne probabilité de connectivité pour favoriser la migration des grandes espèces vers le nord ont été maximisés. La cartographie a ensuite été complétée en maximisant les liens entre les habitats possédant des milieux humides, des occurrences d'espèces en situation précaire et des éléments figurant au registre d'aires protégées ou permettant de pratiquer une activité compatible avec la conservation des habitats. La figure 6.1 présentée ci-haut démontre les résultats obtenus (voir les couleurs utilisées pour illustrer la probabilité de connectivité des habitats).

L'observation de la figure 6.1 permet de constater que la probabilité de connectivité est globalement très faible dans la partie sud des Laurentides, particulièrement dans la région au sud-est. Cette région est aussi celle où l'autoroute 15 et la route 117 traversent le territoire. La partie au nord des Laurentides présente toutefois une meilleure connectivité globale. Cela s'explique par l'augmentation de la taille des fragments forestiers et la diminution de la densité routière du sud vers le nord.

ÉCL a poursuivi ses démarches pour établir une cartographie d'un réseau d'écocorridors entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka en tentant de prendre en considération plus de critères favorables à la biodiversité. Pour ce faire, une nouvelle cartographie a été produite afin de pouvoir comparer les tracés des écocorridors obtenus par Madison avec les chemins de déplacement de la faune sur le territoire des Laurentides. Guéveneux-Julien (2017) a ainsi produit un rapport pour simuler des corridors de déplacements (figure 6.2). Sa méthodologie a consisté à simuler les corridors de déplacements potentiels de chacune des espèces du territoire énumérées au tableau 2.1. Les résultats de chacune des simulations ont été superposés les uns par-dessus les autres. Ainsi, lorsque la superposition des traits obtenus à la suite de chacune des simulations est plus importante à un même endroit, cela indique que ce lieu semble plus approprié pour être inclus dans des écocorridors.



1. Station de Biologie des Laurentides
2. Parc de la rivière Doncaster
3. Parc régional de Val-Morin-Val-David
4. Centre touristique et éducatif des Laurentides
5. Aire de confinement des cerfs de Virginie
6. Aire protégée privée

Figure 6.2 Cartographie des écocorridors obtenus selon le déplacement de la faune (en noir) superposés au réseau d'écocorridors potentiels réalisé par Madison en 2014 (en jaune) (inspiré de : Guéveneux-Julien, 2017). Reproduit avec permission.

La comparaison entre les tracés d'écocorridors potentiels obtenus par Madison et Guéveneux-Julien (2017) permet de constater que leurs résultats sont très similaires, voire complémentaires. La principale différence se trouve dans une partie du tracé situé le plus à l'ouest sur la carte de la figure 6.2. Cette différence provient du fait que Madison n'avait pas considéré les espèces semi-aquatiques dans ses tracés. La considération des espèces semi-aquatiques a toutefois pour impact d'inclure et de prioriser des corridors bleus, c'est-à-dire des corridors constitués de cours d'eau ou de milieux humides.

Les tracés réalisés par Guéveneux-Julien (2017) respectent la proposition de Boucher (2013) d'aménager des écocorridors en pas japonais. La Station de Biologie des Laurentides, le parc de la rivière Doncaster, le parc régional de Val-Morin-Val-David, le Centre touristique et éducatif des Laurentides, une aire de confinement des cerfs de Virginie et une aire protégée privée font office de noyaux de conservation dans le cas présent. Finalement, cette étude récente a aussi permis de constater que tous les écocorridors passent par le même noyau forestier à Mirabel. La conservation de ce milieu est ainsi devenue prioritaire étant donné que sa perte éventuelle briserait la connectivité entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka.

7. L'ÉTAT DE LA SITUATION CONCERNANT LES COLLISIONS ROUTIÈRES AVEC LA FAUNE DANS LES LAURENTIDES

Les données offertes par le MTMDET concernant les collisions routières avec la faune indiquent leur emplacement sur l'ensemble du territoire des Laurentides. Ces données permettent ainsi de faire le portrait de la situation actuelle dans cette région administrative et de juger de l'importance d'y installer des passages fauniques ou des mesures de réduction des collisions routières complémentaires.

7.1. La méthodologie de réalisation de la cartographie

Pour analyser les données sur les collisions routières avec la faune sur le territoire des Laurentides, la méthodologie utilisée a été basée sur la réalisation de cartes à l'aide du logiciel cartographique QGIS. Plusieurs données géoréférencées en libre accès sur Internet ont été utilisées pour effectuer l'analyse. Il s'agit des données indiquant les limites régionales des Laurentides (MERN, 2013), les cours d'eau (MERN, 2013), les parcs nationaux (MERN, 2017), les routes (MERN, 2017) et les structures du réseau routier (types de ponceaux, de ponts ou de portiques) (MTMDET, 2018). Les autres données utilisées ont été fournies par le Service des bibliothèques de l'Université de Sherbrooke puisqu'une licence est nécessaire pour y avoir accès. Ces données concernent les milieux humides (eaux peu profondes, prairies humides, marais, marécages et tourbières fens, bogs ou boisées) cartographiés par Canards Illimités Canada, les peuplements écoforestiers (forêts de feuillus, de conifères ou mixtes) cartographiés par le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) et la tenure des terres (indéterminée, mixte, privée ou publique) cartographiée par le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN).

La réalisation des cartes a ensuite demandé à ce qu'un choix soit fait parmi les différents tracés d'écocorridors potentiels produits à la demande d'ÉCL pour les superposer aux données concernant les collisions routières transmises par le MTMDET. Les tracés de Madison effectués en 2014 sont finalement ceux qui ont été retenus, puisque ce sont les seuls qui étaient disponibles sous forme de polygones géoréférencés. Cela fait en sorte que ces tracés peuvent être intégrés dans une nouvelle carte, au contraire des tracés obtenus par Collette-Hachey (2015) et Guéveneux-Julien (2017), qui étaient disponibles seulement sous forme de superpositions de plusieurs simulations. Toutefois, cette contrainte ne devrait que légèrement affecter la qualité de l'identification des zones potentielles d'intervention, puisque les tracés dessinés par Madison sont similaires à ceux produits par Collette-Hachey (2015) et également en grande partie semblables à ceux effectués par Guéveneux-Julien (2017). De plus, il n'est pas connu si des

inventaires de suivi des déplacements de la faune ont été réalisés dans les Laurentides sauf ceux sur le loup gris (*Canis lupus*) dans le parc national du Mont-Tremblant (Rogic, Tessier et Lapointe, 2014). ÉCL ignore donc encore quels tracés sont les mieux adaptés aux déplacements réels de la faune dans les Laurentides.

7.2. L'interprétation des données sur les collisions routières avec la faune sur le territoire des Laurentides

Le tableau 7.1 permet de prendre connaissance du nombre total de collisions routières avec la faune répertoriées sur le territoire des Laurentides de 2010 à 2016, ainsi que du nombre minimal de collisions colligé pour l'année 2017 au moment de la rédaction de cet essai. Ainsi, le nombre total de collisions s'élève à 5 826. La proportion des collisions a été calculée pour chacune des années susmentionnées afin de vérifier si une tendance pouvait être remarquée et si une certaine année présentait un pourcentage de collisions significativement supérieur aux autres. Cela a permis de constater qu'il y avait effectivement une tendance qui pouvait être soulevée, soit une augmentation presque continue du nombre de collisions au fil des ans. En comparant la proportion de collisions routières avec la faune en 2010 de 9,20 % à celle en 2017 de 16,25 %, il est possible de constater que le nombre de collisions a pratiquement doublé en sept ans. Ces résultats peuvent être expliqués de plusieurs façons. Il se peut qu'il y ait eu une augmentation des densités des populations animales sur le territoire, ce qui a augmenté les probabilités qu'un individu traverse les routes. Une autre explication peut être que les caractéristiques des habitats ont changé à travers le temps. En effet, la superficie des habitats a peut-être été réduite à cause de l'étalement urbain ou de coupes forestières. De plus, la qualité des habitats a peut-être été affectée par diverses pressions anthropiques, telles qu'une augmentation de la fréquentation des milieux naturels pour pratiquer des activités récréotouristiques. Ainsi, il se peut qu'une dégradation de la quantité ou de la qualité des habitats ait entrainé un plus grand déplacement de la faune, ce qui a augmenté les probabilités qu'un individu se retrouve sur le réseau routier. (Ministry of Agriculture, Food and the Environment, 2016) Au final, ces résultats démontrent la nécessité de mettre en place des mesures permettant de réduire les collisions routières avec la faune pour contrer l'augmentation qui a pu être constatée par l'interprétation des tendances sur les données de 2010 à 2017.

Tableau 7.1 Nombre et proportion de collisions routières avec la faune répertoriées chaque année sur le territoire des Laurentides de 2010 à 2017

Années	Nombre de collisions routières	Proportions annuelles de collisions routières avec la faune par rapport au total de collisions (%)
2010	536	9,20
2011	697	11,96
2012	652	11,19
2013	736	12,63
2014	729	12,51
2015	699	12,00
2016	830	14,25
2017	947	16,25
Total	**5 826**	

La figure 7.1 permet de constater que les collisions sont réparties presque uniformément sur le territoire avec toutefois une occurrence nettement plus faible dans la partie septentrionale. Tel qu'il a été mentionné précédemment, cette section du territoire correspond à la MRC Antoine-Labelle où la densité du réseau routier, l'affluence des véhicules et la densité de l'urbanisation du territoire sont plus faibles, ce qui peut expliquer ces résultats.

Certaines données sur les collisions routières avec la faune étaient non géoréférencées. Toutefois, leur nombre n'était pas assez important pour avoir un impact significatif sur les conclusions à tirer à l'aide des cartes. En effet, seules 127 données sur le total de 5 826 n'ont pu être importées dans le logiciel cartographique QGIS. Parmi celles-ci, 104 données se rapportaient à des collisions de la classe « cerf de Virginie », 15 données se rapportaient à des collisions de la classe « autre animal » et 8 données se rapportaient à la classe « orignal, ours ou caribou ». Le nombre déjà très élevé de données géoréférencées concernant la classe « cerf de Virginie » a fait en sorte que le nombre de données manquantes n'a pas eu d'impact significatif sur l'allure finale de la carte présentée à la figure 7.1. C'est aussi le cas des quelques données non géoréférencées des deux autres classes animales. De plus, bien que ces données ne disposaient pas de coordonnées géographiques, le nom de la route où la collision avait eu lieu était mentionné. Cela a permis de constater que les collisions en question étaient survenues de façon disparate sur le territoire des Laurentides. Ainsi, il y avait peu de probabilité que ces données aient pu contribuer à l'identification d'une agglomération de collisions routières si elles avaient été géoréférencées. Le nombre total de données sur les collisions routières avec la faune apparaissant à la figure 7.1 est donc de 5 699.

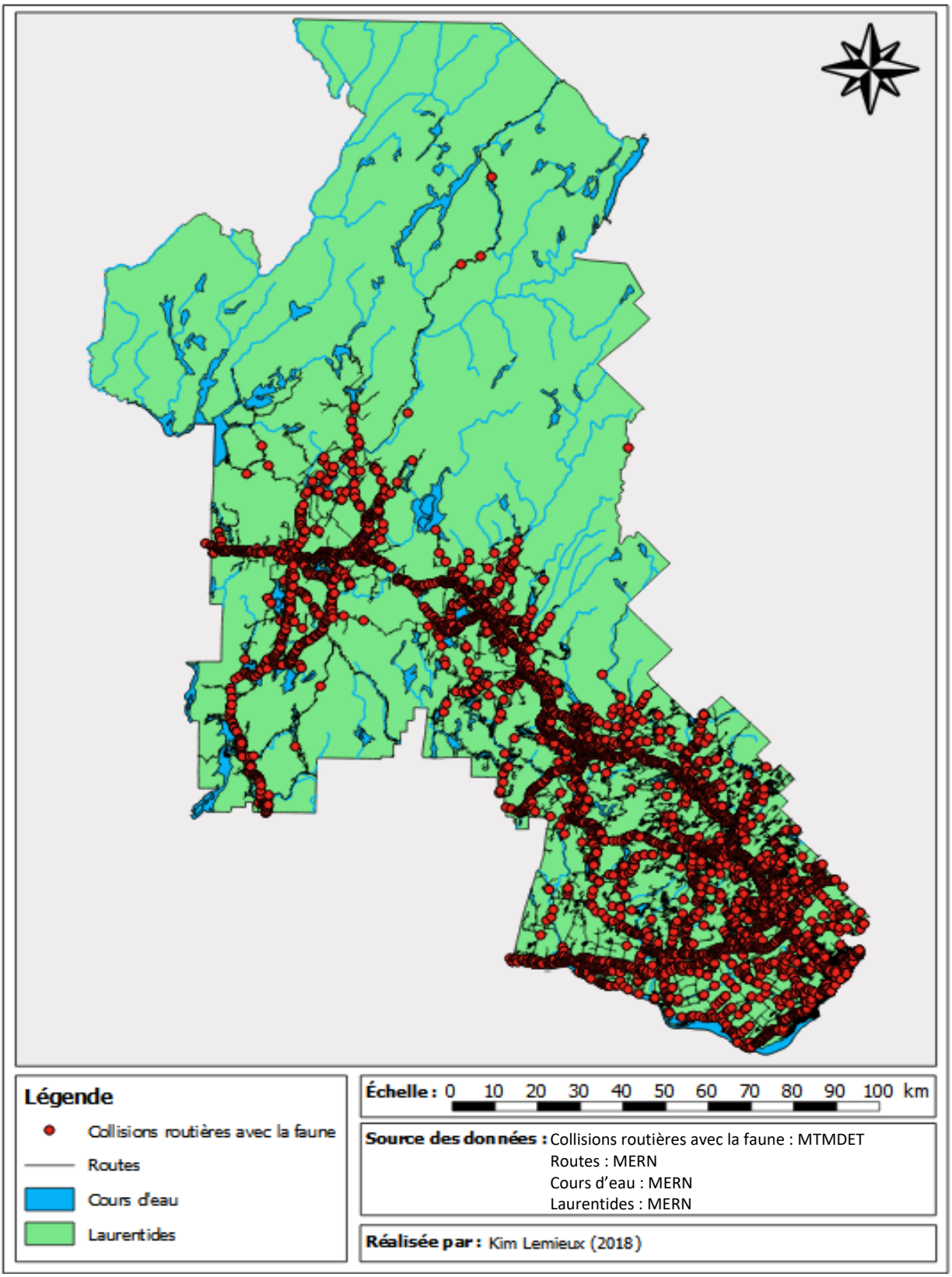


Figure 7.1 Positions des collision routières avec la faune survenue de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides

Le tableau 7.2 fait mention du nombre de collisions routières avec la faune pour chaque classe animale alors que l'annexe 2 présente les cartes avec les emplacements des collisions. La proportion des collisions pour chaque classe a également été calculée afin de savoir laquelle est la plus impliquée dans les collisions. Les résultats démontrent que les cerfs de Virginie sont majoritairement à l'origine des collisions. En effet, la classe les désignant est impliquée dans 88,79 % des cas. La classe « orignal, ours ou caribou » est celle impliquée en plus faible proportion avec un résultat de 2,51 %. Ainsi, si l'objectif premier est de réduire le nombre total de collisions routières avec la faune, il est primordial de se concentrer en priorité sur l'installation de mesures de réduction des collisions visant particulièrement la grande faune. Les mesures de réduction des collisions routières visant plus particulièrement la petite et la moyenne faune, représentée par la classe animale « autre animal », ne sont toutefois pas à négliger. En effet, comme mentionné au chapitre 2, plusieurs espèces désignées par cette classe possèdent un statut particulier qui démontre leur état de précarité. Cela justifie alors la nécessité de mettre en place des mesures pour ces dernières, puisque même un faible taux de mortalité résultant des collisions routières peut avoir un impact important sur leurs populations.

Tableau 7.2 Nombre de collisions routières avec la faune répertoriées pour chaque classe animale sur le territoire des Laurentides de 2010 à 2017

Classes animale	Nombre de collisions routières	Proportions des collisions routières par classe animale (%)
Orignal, ours ou caribou	146	2,51
Autre animal	507	8,70
Cerf de Virginie	5 173	88,79

Pour analyser les données sur les collisions routières avec la faune survenues entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka, la carte de la figure 7.1 a été utilisée comme point de départ dans le logiciel cartographique QGIS. Deux nouveaux ensembles de données géoréférencées indiquant des caractéristiques du territoire ont ensuite été ajoutés. Le premier ensemble a permis d'afficher sur la carte le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka. Le deuxième ensemble a permis de visualiser les tracés d'écocorridors potentiels obtenus par Madison. L'ajout de ces données a permis de voir quelles collisions routières avec la faune indiquées à la figure 7.1 se trouvaient sur la partie du territoire des Laurentides qui se situe entre les deux parcs nationaux et à l'intérieur des écocorridors potentiels. Grâce aux fonctionnalités du logiciel, toutes les données qui se trouvaient à l'extérieur de la partie des Laurentides à l'étude ont été retirées de la carte. Un total de 3 967 collisions routières avec la faune a ainsi été obtenu. La figure 7.2 démontre le résultat de ces opérations.

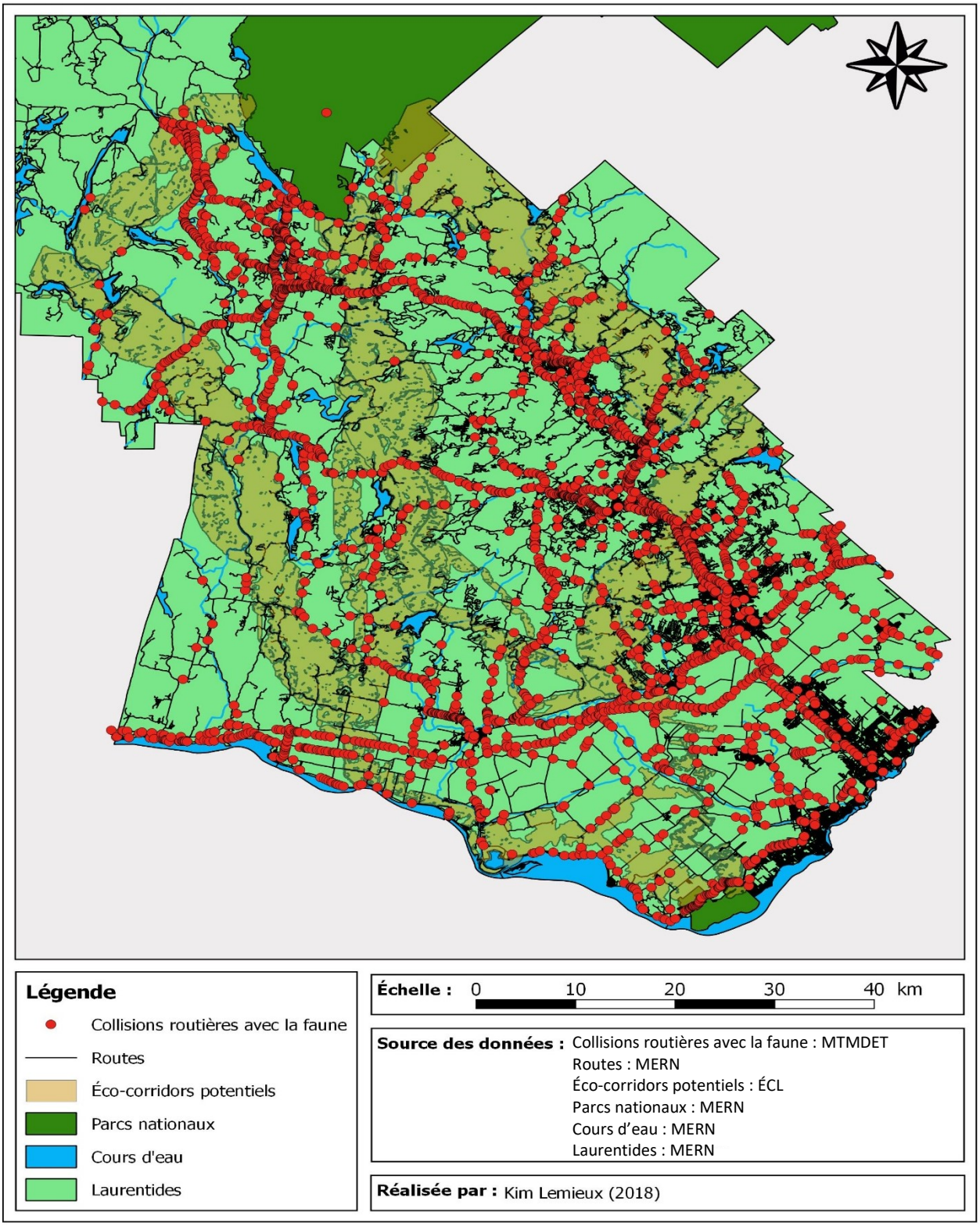


Figure 7.2 Positions des collisions routières avec la faune survenues de 2010 à 2017 et des écocorridors potentiels entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka

L'analyse des données s'est poursuivie par le décompte du nombre annuel de collisions routières avec la faune répertoriées de 2010 à 2017 en utilisant toujours les fonctionnalités du logiciel cartographique QGIS destinées à cet effet. Les résultats obtenus et présentés au tableau 7.3 permettent de constater que la même tendance peut être observée entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka que sur l'ensemble du territoire des Laurentides. En effet, le nombre de collisions routières a presque doublé en sept ans, ce qui fait de l'année 2017 celle avec la plus grande proportion annuelle de collisions routières avec la faune. Ainsi, en considérant ces résultats et que 3 967 collisions routières avec la faune sont survenues entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka, soit 69,61 % du total de 5 699 collisions répertoriées sur l'ensemble du territoire des Laurentides, il est possible de constater l'urgence d'agir entre les deux parcs nationaux pour assurer la connectivité et réduire le nombre de collisions routières à long terme.

Tableau 7.3 Nombre et proportion de collisions routières avec la faune répertoriées chaque année entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka de 2010 à 2017

Années	Nombre de collisions routières	Proportions annuelles de collisions routières avec la faune par rapport au total de collisions (%)
2010	369	9,30
2011	459	11,57
2012	454	11,44
2013	498	12,55
2014	500	12,60
2015	489	12,33
2016	562	14,17
2017	636	16,03
Total	**3 967**	

L'analyse des données grâce aux fonctionnalités du logiciel a permis de faire le décompte des données selon certaines classes. Le nombre de collisions routières par classe animale a ainsi été calculé. Les résultats peuvent être consultés au tableau 7.4. La classe « cerf de Virginie » est celle qui recense la plus grande proportion de collision routière, soit 86,44 %. Combinée à la proportion de collisions routières associée à la classe « orignal, ours ou caribou », soit 2,60 %, un total de 89,04 % des collisions routières implique la grande faune. Cela démontre qu'il est prioritaire de procéder à l'aménagement de mesures de réduction des collisions routières qui visent cette catégorie en particulier.

Tableau 7.4 Nombre de collisions routières avec la faune répertoriées pour chaque classe animale entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka de 2010 à 2017

Classes animales	Nombre de collisions routières	Proportions des collisions routières par classe animale (%)
Orignal, ours ou caribou	103	2,60
Autre animal	435	10,97
Cerf de Virginie	3 429	86,44

Les cartes des figures 7.3, 7.4 et 7.5 présentent les lieux des collisions routières pour chaque classe animale seulement sur la partie du territoire des Laurentides qui est visée par cet essai, soit la partie située entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka.

La figure 7.3 démontre que les collisions routières avec la classe animale « cerf de Virginie » sont survenues en grand nombre sur l'ensemble du territoire à l'étude. Certaines agglomérations peuvent toutefois être observées le long de la route 117 et de l'autoroute 15. De plus, des collisions peuvent également être observées tout le long de l'autoroute 50. Quant aux collisions avec la classe « autre animal », elles se situent en majorité sur la route 117 et l'autoroute 15, ainsi que l'autoroute 50, comme représenté sur la figure 7.4. De plus, les collisions sont un peu plus nombreuses dans la partie sud du territoire à l'étude. En ce qui concerne la classe « orignal, ours ou caribou », la figure 7.5 démontre que plusieurs collisions se sont produites sur la route 117 et l'autoroute 15, ainsi que sur l'autoroute 50. Pour cette classe composée d'individus de la grande faune qui sont souvent impliqués dans des accidents où les dommages matériels et physiques imposés aux passagers des véhicules sont importants, il a été jugé qu'une quantité moins élevée de collisions sur une même route par rapport aux autres classes pouvait tout de même être considérée comme une agglomération.

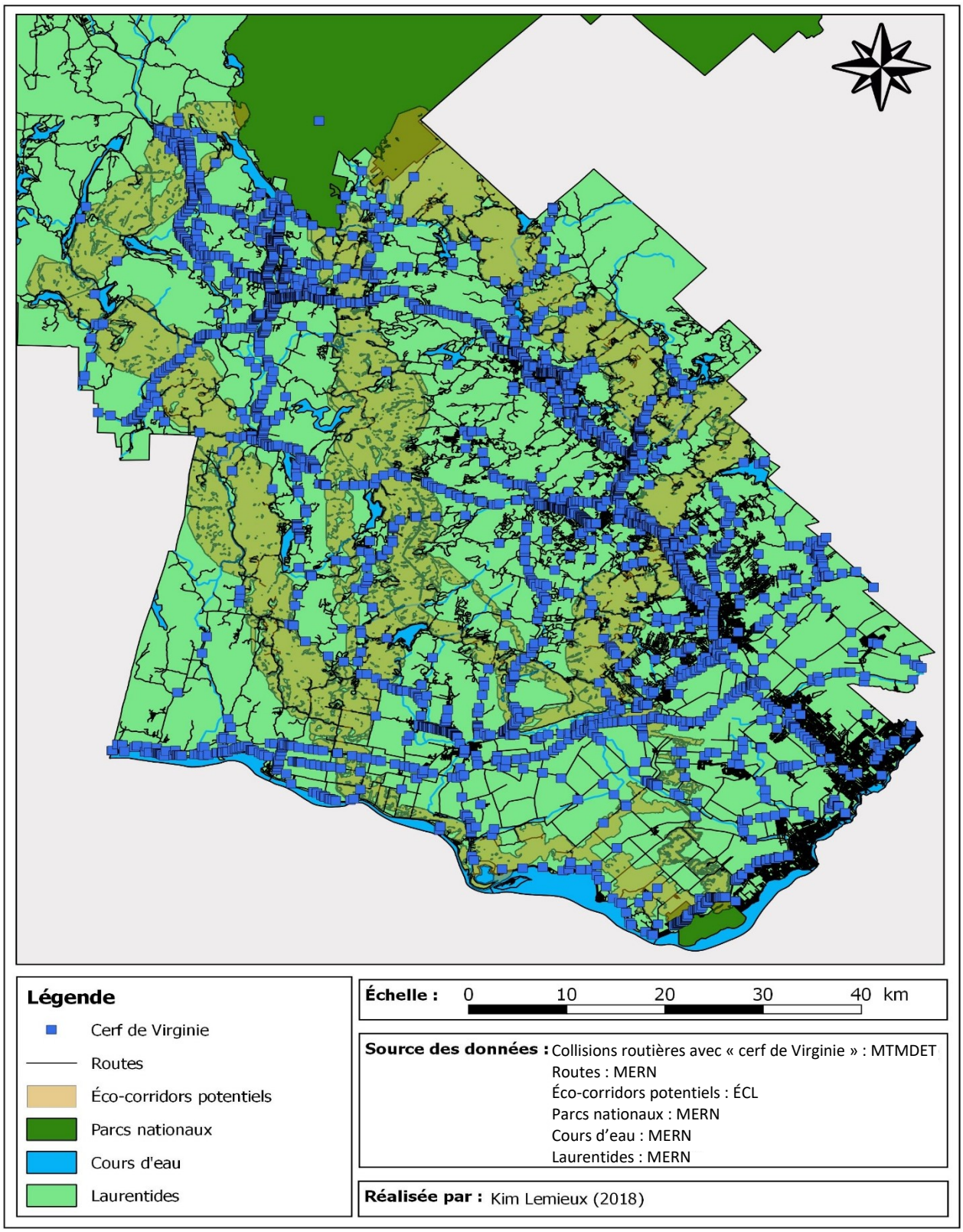


Figure 7.3 Positions des collision routières impliquant la classe animale « cerf de Virginie » survenues de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka

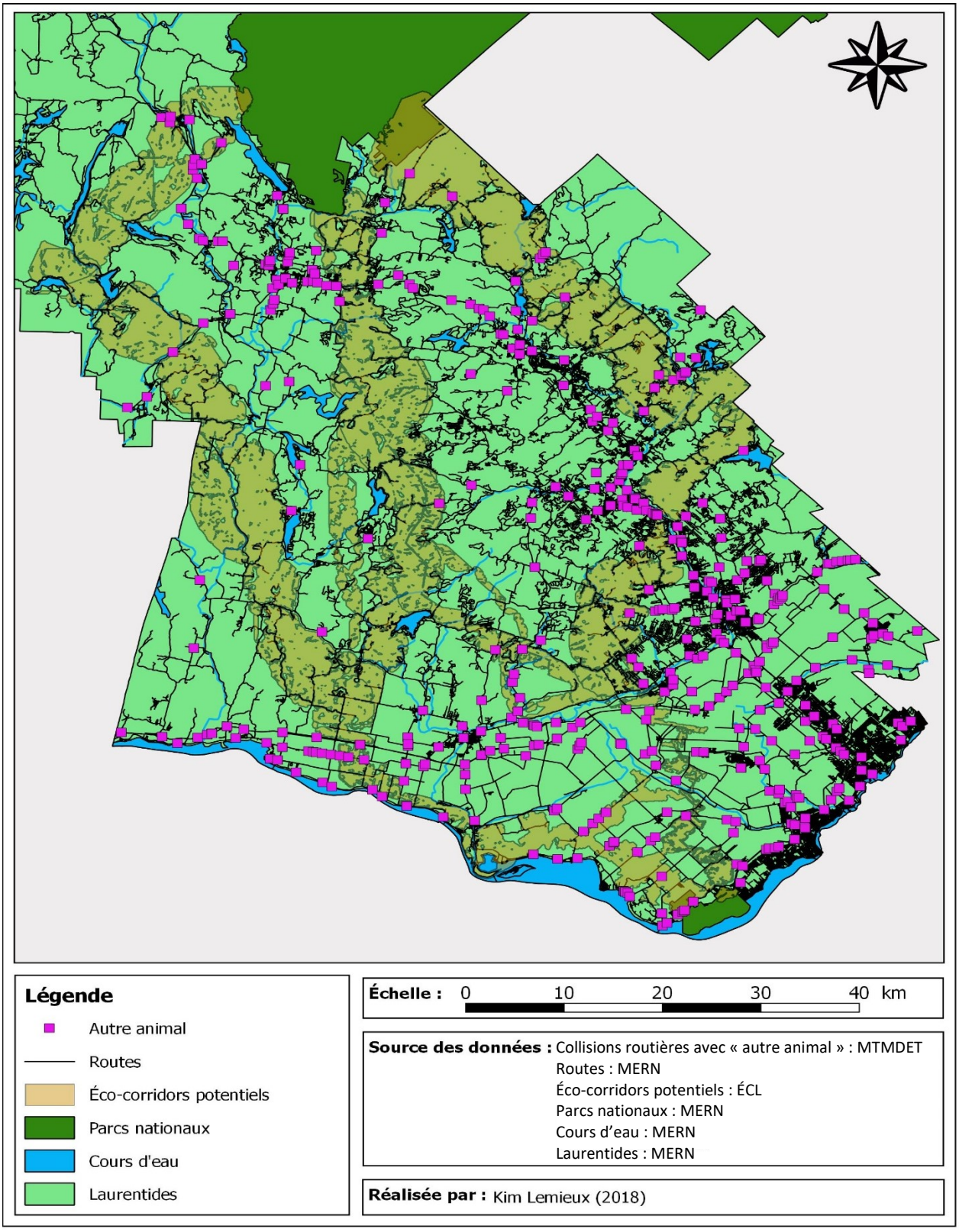


Figure 7.4 Positions des collision routières impliquant la classe animale « autre animal » survenues de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka

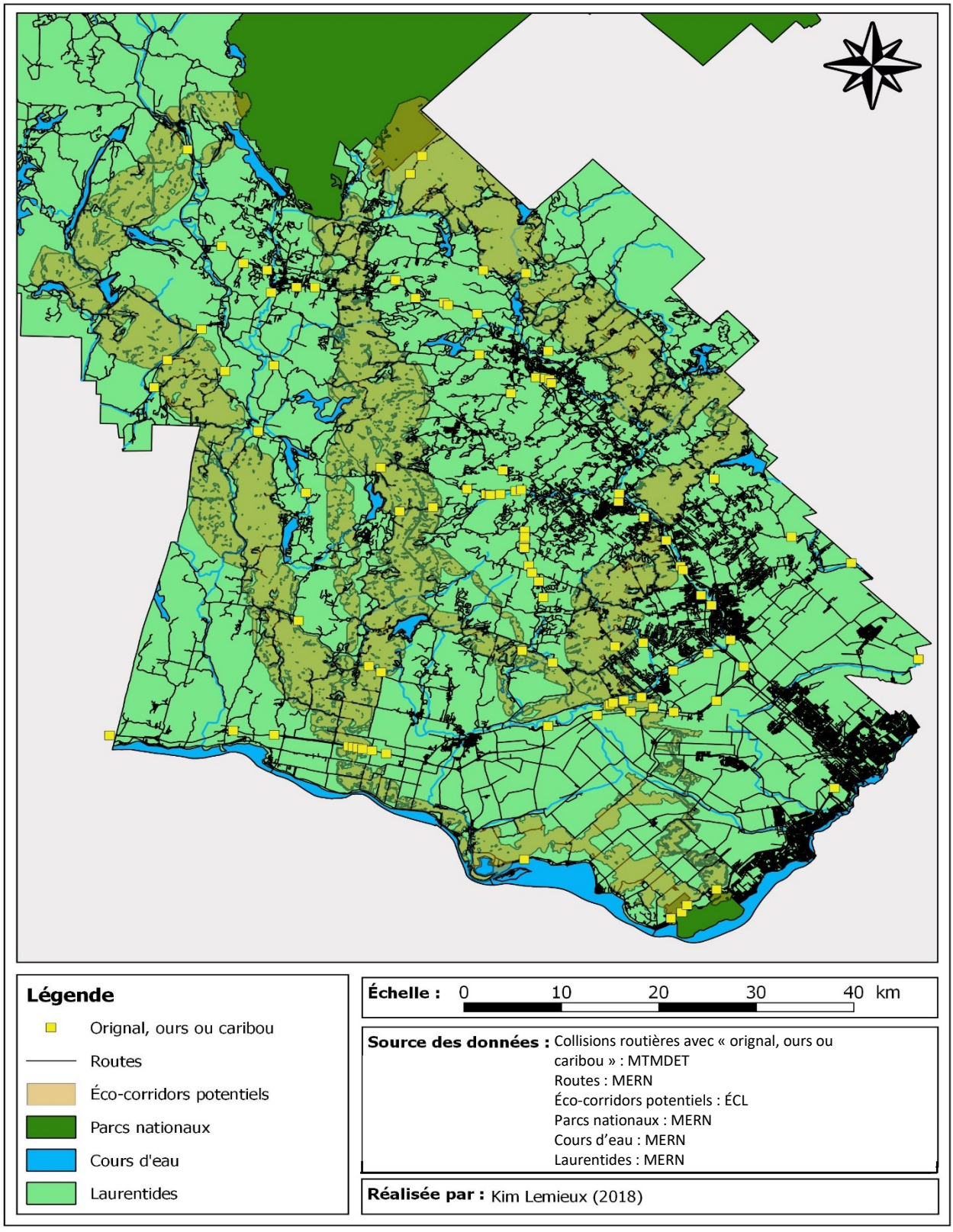


Figure 7.5 Positions des collision routières impliquant la classe animale « orignal, ours ou caribou » survenues de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka

7.3. Les limites associées à l'analyse des données sur les collisions routières avec la faune dans les Laurentides

Certaines limites sont à considérer dans l'analyse des données sur les collisions routières offertes par le MTMDET. En effet, les données ne sont pas accompagnées de certains détails qui pourraient permettre d'effectuer une analyse plus complète. Par exemple, la date et l'heure de la collision, ou du moins le moment auquel la carcasse animale a été récupérée ou repérée sur le bord de la route, ne sont pas spécifiés. Cela empêche de savoir le moment de la journée auquel les animaux ont tendance à traverser une certaine section de la route. De plus, cela empêche de savoir si les collisions concernant une certaine classe animale se produisent régulièrement tout au long de l'année ou si elles se produisent seulement à des moments particuliers, comme lors de la recherche d'un partenaire pour la reproduction. Ces détails permettraient d'en savoir plus sur les habitudes de déplacements de la faune et sur les espèces impliquées dans les collisions. Il serait alors possible de déterminer s'il est préférable de choisir des mesures de réduction des collisions routières avec la faune qui peuvent être mises en place seulement à des moments spécifiques pour tenter d'en augmenter l'efficacité. Cela concerne particulièrement l'installation de panneaux de signalisation. En effet, les conducteurs peuvent devenir moins vigilants à long terme lorsqu'ils sont habitués de voir des panneaux à un même endroit. Une installation saisonnière de panneaux pourrait toutefois les aider à réaliser le risque plus élevé de collisions et augmenter leur niveau de vigilance (ACA, 2014).

Il faut également considérer qu'il n'est pas optimal que les collisions aient été rapportées sous les classes animales « orignal, ours ou caribou » et « autre animal ». En effet, ces classes ne permettent pas d'identifier clairement quelles sont les espèces animales en cause lors de la collision routière. Cela fait en sorte qu'il n'est donc pas possible de recommander un seul type de passage faunique à privilégier aux zones identifiées. Considérant l'investissement financier que représente l'installation d'un passage faunique ou de mesures de réduction des collisions routières complémentaires, il serait important de savoir s'il faut vraiment installer un tunnel destiné aux amphibiens ou bien s'il faut seulement adapter un ponceau à l'aide d'une tablette. Même s'il est pris en considération que certaines espèces animales peuvent utiliser plusieurs types de passages fauniques, comme mentionné au début de cet essai, ces dernières présentent habituellement une préférence pour un certain type de structure.

8. LES ZONES D'INTERVENTION DANS LES ÉCO-CORRIDORS POTENTIELS ET LES MESURES DE RÉDUCTION DES COLLISIONS ROUTIÈRES AVEC LA FAUNE

L'analyse des données sur les collisions routières avec la faune dans les Laurentides a permis d'obtenir des informations pertinentes concernant la distribution de ces collisions sur le territoire et les espèces impliquées. La prochaine étape pour être en mesure de réaliser le projet d'aménagement d'écocorridors par ÉCL concerne l'identification des zones d'intervention où mettre en place des mesures de réduction des collisions routières avec la faune. De plus, les mesures appropriées doivent être choisies pour chacune de ces zones. Ce chapitre est dédié à faire part des critères considérés et de la méthodologie utilisée pour rencontrer ces objectifs. Il ne faut pas oublier que des informations complémentaires devraient être recueillies comme les moments des collisions et l'identification des espèces pour s'assurer des bons choix de mesures aux bons endroits.

8.1. Les critères à considérer pour identifier des zones d'intervention potentielles

ÉCL fait la promotion de l'installation de mesures de réduction des collisions routières avec la faune à l'intérieur de tracés d'écocorridors potentiels. Cela implique que le premier critère pour identifier des zones d'intervention dans le cas présent est de s'assurer que l'aménagement se ferait à l'intérieur de ces tracés. La pertinence de cette approche a été validée par les conclusions d'une étude de cas menée en Ontario sur l'autoroute 401 qui stipulent qu'il est plus efficace de placer des passages fauniques aux endroits où il y a le plus de déplacements de la faune (Roch, 2015). L'utilisation des passages fauniques serait ainsi optimisée en se servant de la délimitation des écocorridors, obtenus en simulant les lieux de déplacements les plus appréciés par la faune, pour identifier des zones d'aménagement (VINCI Autoroutes, 2016). Il se pourrait par contre qu'il ne soit pas possible de construire des passages fauniques à l'intérieur des écocorridors à cause, par exemple, d'un manque d'espace pour ces structures ou de l'absence de couvert forestier suffisant de part et d'autre de la route. Dans de tels cas, il pourrait être recommandé de construire les passages fauniques à l'extérieur des écocorridors si le milieu aux alentours peut convenir à la faune et à ses déplacements, en plus de permettre aux animaux de rejoindre les écocorridors une fois la traversée du passage faunique complétée. Plusieurs informations sont encore manquantes pour être en mesure d'affirmer avec certitude l'intervalle idéal auquel les passages fauniques devraient être disposés les uns par rapport aux autres (Forman et al., 2003). Roch (2015) spécifie toutefois qu'il est préférable d'avoir des passages fauniques aux endroits où les animaux ont le plus tendance à traverser les routes plutôt que de se soucier du nombre total de structures aménagées à cet effet.

La localisation des habitats importants est un autre critère qui joue un rôle crucial dans l'identification des zones à aménager avec des passages fauniques. Les habitats d'intérêt abritent habituellement une densité et un nombre de populations plus élevés. Lorsque ce genre d'habitats est situé près des routes, les probabilités que des animaux essaient de la traverser augmentent. Cela explique pourquoi un nombre de collisions routières élevé à un même endroit indiquerait la proximité d'habitats d'intérêt aux abords des routes, d'où la nécessité d'y aménager des passages fauniques et d'y installer des clôtures. (VINCI Autoroutes, 2016; AECOM, 2011)

Au-delà de l'importance de considérer les corridors de déplacements de la faune et les lieux de nombreuses collisions routières, les caractéristiques du paysage doivent également être examinées pour identifier une zone où installer des passages fauniques. Ces caractéristiques sont déterminantes pour assurer une bonne connectivité à l'aide de telles structures. (Forman et al., 2003) Par exemple, les espèces qui préfèrent se déplacer sous le couvert forestier apprécieront davantage les passages fauniques dont les extrémités sont à proximité de milieux boisés (Jaeger et al., 2017). Advenant le cas qu'aucune forêt ne se trouve à proximité, il faudrait s'assurer qu'il est possible d'aménager des zones offrant un couvert végétal suffisant de part et d'autre des passages fauniques si cela est nécessaire (Forman et al., 2003). Les caractéristiques biophysiques importantes dans le déplacement de la faune concernent aussi le relief et les milieux humides. Par exemple, les ongulés aiment se déplacer dans le creux des vallées ainsi qu'en longeant des cours d'eau. (Clevenger, Chruszcz et Gunson, 2001) Les probabilités que des passages fauniques soient utilisés sont alors plus élevées s'ils sont situés à des endroits présentant ces caractéristiques. Logiquement, la présence de milieux humides permet aussi de déduire la possibilité que des espèces semi-aquatiques se trouvent à proximité et qu'il faille aménager des passages fauniques qui leur sont dédiés.

Un autre critère à considérer pour identifier des zones d'aménagement de passages fauniques repose sur les perturbations d'origine anthropique. Si un passage faunique est construit par exemple en un lieu avec un achalandage élevé ou avec des sources de bruit, il sera probablement peu utilisé par la faune. Dans de tels cas, les espèces auraient plutôt tendance à se déplacer vers un milieu avec moins de dérangements. (AECOM, 2011)

En ce qui concerne l'aspect financier associé à l'installation de passages fauniques ou de clôtures, il est important de considérer la tenure des terres pour obtenir une protection à long terme de l'investissement.

En effet, il est plus probable qu'une installation en terre publique soit conservée à long terme qu'en terre privée. Si un propriétaire foncier donne son autorisation de construire un passage faunique en partie sur son terrain, il pourrait éventuellement changer d'avis et décider de retirer la structure. Advenant le cas qu'il serait idéal pour la faune d'installer un passage faunique à un endroit se situant en terre privée, l'instance responsable du projet pourrait faire l'acquisition des terres pour en devenir propriétaire, établir une entente de servitude de conservation avec le propriétaire foncier ou s'enquérir de son intérêt à offrir son terrain comme don écologique (Boucher, 2013). Si une de ces possibilités est rencontrée, le critère d'offrir une garantie de protection à long terme pour un passage faunique représentant un grand investissement financer est respecté.

Les espèces impliquées dans les collisions routières ou peuplant les milieux aux alentours des routes doivent également être considérées dans le choix de la zone d'intervention. En effet, le choix des mesures de réduction des collisions routières avec la faune sera influencé par les espèces auxquelles elles s'appliquent (Bouffard, 2008). Les mesures seront différentes s'il s'agit par exemple d'une espèce de la petite faune plutôt que de la grande faune ou encore s'il s'agit d'une espèce semi-aquatique plutôt que d'une espèce arboricole. L'entrée d'un passage faunique pour la petite faune peut être aménagée adéquatement en disposant simplement des souches ou des pierres pour offrir un couvert alors que l'entrée d'un passage faunique pour la grande faune peut demander la présence d'un milieu boisé à proximité pour être en continu avec celui-ci. (VINCI Autoroutes, 2016) Ainsi, il est important de considérer d'abord les espèces visées par les mesures de réduction des collisions routières afin de déterminer quels sont leurs besoins en matière de passages fauniques pour ensuite identifier un lieu approprié pour les aménager avec une vision à long terme.

8.2. L'identification des zones potentielles d'intervention

L'identification des zones potentielles d'intervention à l'intérieur des écocorridors tracés pour ÉCL a été effectuée à l'aide des critères décrits au sous-chapitre précédent et de la carte de la figure 7.2. La consultation de cette carte a permis de relever à l'œil les endroits où le nombre de collisions routières semblait nuire à la connectivité au croisement de routes avec des tracés d'écocorridors potentiels. Ainsi, il a donc été décidé qu'il y avait un manque de connectivité quand une succession de collisions était présente sur toute la largeur d'un éco-corridor potentiel. La figure 8.1 indique les zones identifiées de cette façon. Un numéro d'emplacement a ensuite été attribué à chacune des zones (voir figure 8.2) pour faciliter leur localisation sur la carte.

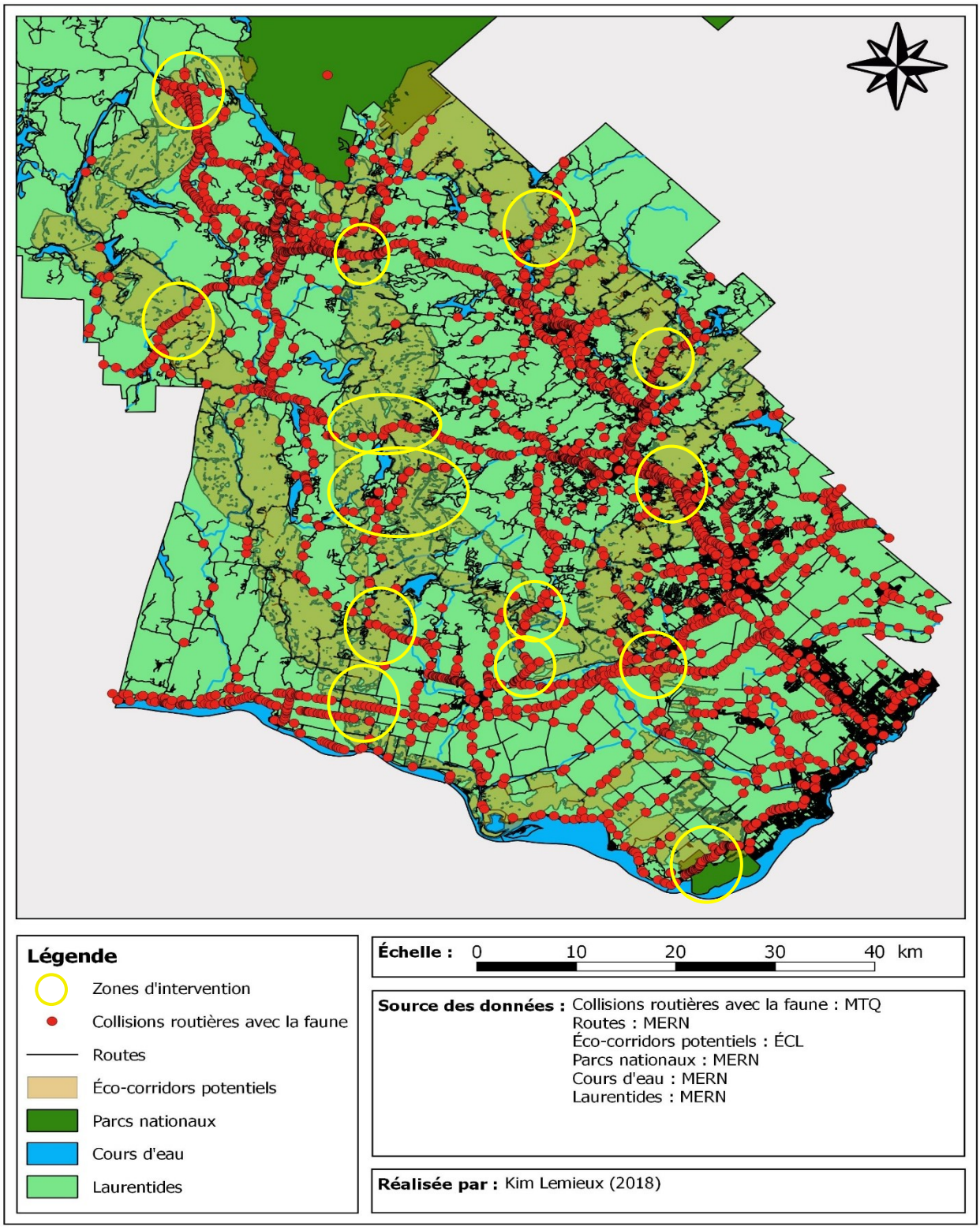


Figure 8.1 Emplacements des zones d'intervention potentielles où installer des mesures de réduction des collisions routières avec la faune entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides

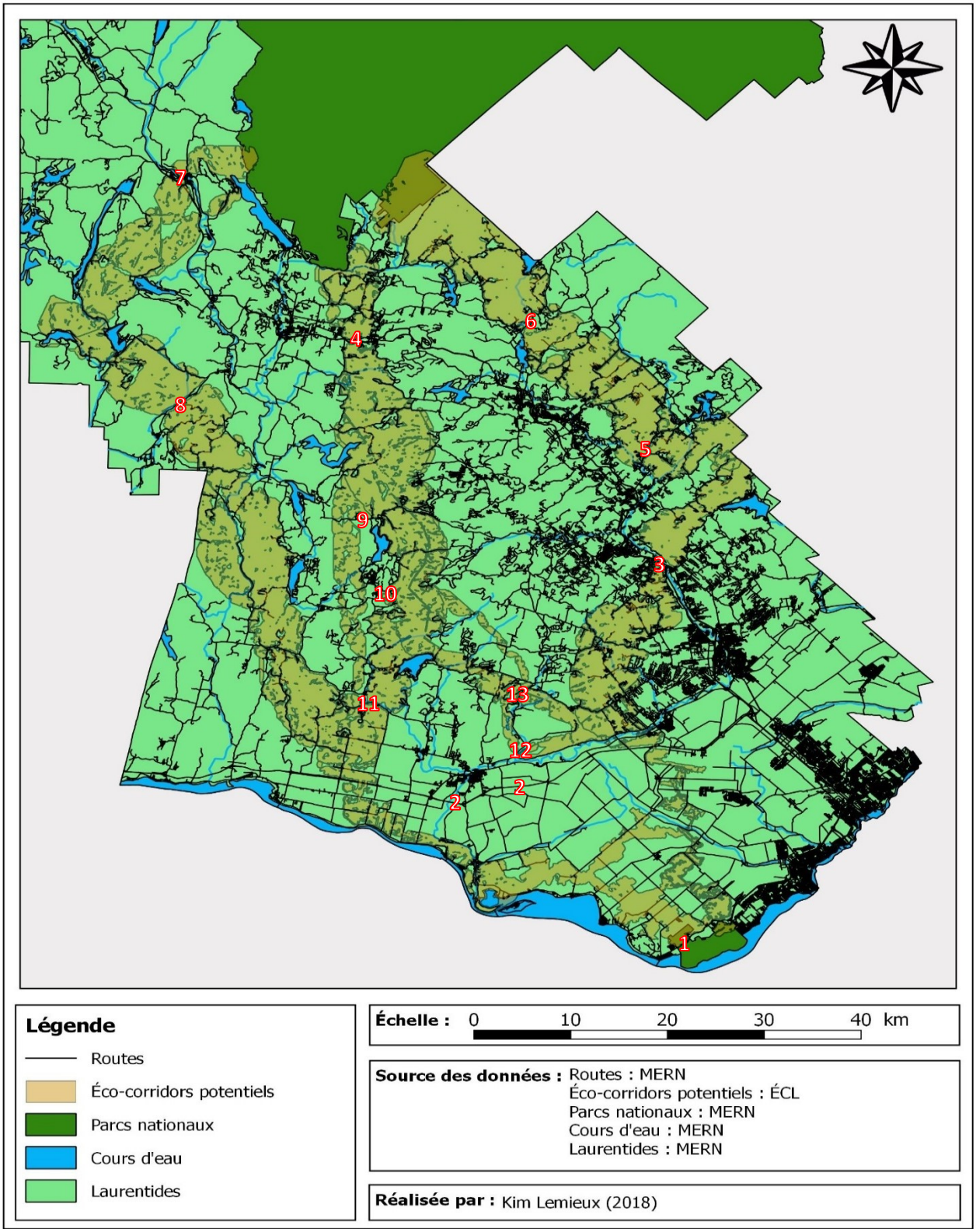


Figure 8.2 Positions des zones potentielles d'aménagement de mesures de réduction des collisions routières avec la faune entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides

8.3. La considération des caractéristiques biophysiques, du contexte urbanistique et des groupes d'espèces

Le choix des mesures de réduction des collisions routières avec la faune a tout d'abord été effectué grâce aux données présentées aux figures 7.3, 7.4, 7.5 et 8.1. En effet, les zones d'intervention choisies sur la figure 8.1 ont été repérées sur les trois cartes démontrant les collisions routières survenues spécifiquement pour chacune des classes animales. Cela a permis d'identifier quelles classes animales étaient impliquées dans les collisions routières aux zones d'intervention identifiées. Par la suite, le logiciel cartographique QGIS a été utilisé pour visualiser certaines caractéristiques du territoire aux alentours des zones d'intervention, soit la tenure des terres (illustrée en annexe 4), les peuplements écoforestiers et les milieux humides. L'utilisation de *Google Maps* a ensuite permis de vérifier où se trouvaient les zones agricoles et résidentielles, en plus de prendre connaissance de la densité d'urbanisation du secteur visé. La localisation des peuplements écoforestiers de part et d'autre de la route dans les zones d'intervention a permis de déterminer s'il était possible de relier les extrémités des passages fauniques avec une forêt ou un autre milieu naturel quand cela était nécessaire. La disposition des peuplements écoforestiers sur les terres par rapport aux routes a été confirmée subséquemment à l'aide de *Google Maps*. Finalement, la proximité des milieux humides a été visualisée sur le logiciel cartographique QGIS et sur *Google Maps* pour vérifier si des cours d'eau longeaient les routes ou s'ils traversaient certaines structures routières.

8.4. Le choix des mesures de réduction des collisions routières avec la faune

La prochaine étape de l'analyse a consisté en l'identification de la structure à installer ou à aménager pour en faire un passage faunique, en plus des mesures complémentaires à mettre en place. Cette étape a tout d'abord été réalisée grâce aux données géoréférencées concernant les structures routières sur le territoire des Laurentides. Projetées dans le logiciel cartographique QGIS, ces données ont permis de connaître l'emplacement des structures routières ainsi que leur type (ponceau, portique ou pont). Si l'endroit où se trouvait une structure routière permettait d'aménager un passage faunique spécifique à certaines espèces, seules des indications d'aménagement pour ces espèces étaient spécifiées, en plus des mesures complémentaires nécessaires. Si aucune structure routière ne se trouvait à un endroit approprié pour en faire un passage faunique ou si le type de structure n'était pas adéquat pour subvenir aux besoins des espèces visées, il était alors conseillé d'installer ou de construire une nouvelle structure. Quand les caractéristiques du paysage ou le contexte urbanistique ne permettaient pas l'installation ou

l'aménagement d'un passage faunique, seule la mise en place de mesures complémentaires a été indiquée.

8.5. Les mesures de réduction des collisions routières pour chaque zone d'intervention

L'utilisation des critères à considérer pour identifier les zones d'intervention et les mesures de réduction des collisions routières a permis de produire la figure 8.2, qui présente les zones d'intervention, et le tableau 8.1, qui offre une synthèse des mesures à mettre en place. Le processus d'analyse de la situation pour l'obtention de ces résultats applicables au territoire situé entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka est décrit ci-après.

8.5.1. Le chemin d'Oka

Le chemin d'Oka est une route qui traverse le parc national d'Oka où des collisions concernant les trois classes animales ont été répertoriées (voir emplacement 1 sur la figure 8.2). Cette route de la municipalité d'Oka traverse des terres agricoles ou des secteurs en friche qui rejoignent la forêt du parc national. Les milieux humides les plus proches se trouvent à une distance d'environ 300 m du chemin d'Oka, ce qui suggère que des espèces semi-aquatiques appartenant à la petite et à la moyenne faune sont impliquées dans les collisions. De plus, la forêt ainsi que les terres agricoles laissent présager la présence potentielle d'espèces arboricoles ou semi-arboricoles sur les routes.

Les mesures de réduction de la mortalité routière recommandées pour l'emplacement 1 sont l'installation d'un pont vert accompagné de clôtures pour la petite et la grande faune, ainsi que pour les micromammifères. Le choix du pont vert se justifie par le fait que le lieu où il serait installé se trouve sur des terres publiques à l'intérieur d'un parc national. Ainsi, il est assuré que le milieu environnant au pont sera conservé et donc que l'investissement financier voué à sa construction sera protégé à long terme. De plus, l'espace nécessaire pour aménager les extrémités du pont pour créer un milieu en continu avec la forêt est disponible. L'aménagement du pont vert, souvent dédié à une utilisation par la grande faune, devrait être effectué de sorte à convenir autant aux espèces de la petite et de la moyenne faune puisqu'aucune autre structure routière pouvant être adaptée au passage de la faune ne se trouve à proximité. En effet, l'étude de la figure présentée en annexe 3 démontre qu'il ne semble pas y avoir de structures du réseau routier comme des ponceaux qui pourraient être adaptées pour le passage de la faune. Advenant le cas que l'espace ne soit pas suffisant pour construire une structure imposante comme un pont vert, une passerelle faunique pourrait être un choix de remplacement. Il faudrait simplement

s’assurer de l’aménager de sorte à être invitante autant pour les espèces de la petite et de la moyenne faune que celles de la grande faune.

L’installation de clôtures permettra de guider la faune vers le pont vert ou la passerelle faunique, en plus de rendre la route plus sécuritaire pour les automobilistes. En effet, plusieurs collisions avec des cerfs de Virginie ont eu lieu dans la partie sinueuse de la route. Pour éviter un effet de bout, il serait préférable d’installer des clôtures dont les extrémités sont dirigées vers la forêt du parc national. De plus, les clôtures devraient être munies de sorties d’urgence pour permettre aux animaux possiblement coincés sur la route de rejoindre la forêt. Les clôtures devraient être installées sur les terres publiques. S’il est nécessaire d’empiéter sur les terres privées, il faudrait toutefois demander la permission aux propriétaires fonciers.

Le parc national d’Oka est visité pour effectuer plusieurs activités récréotouristiques, telles que la randonnée pédestre et le camping (Société des Établissements de Plein Air du Québec [SÉPAQ], 2018). De plus, le chemin d’Oka est emprunté autant par ceux désirant pratiquer ces activités que par les résidents de la municipalité d’Oka. Un pont vert construit au-dessus de cette route serait alors admiré par un grand nombre de personnes qui pourraient ainsi être sensibilisées à la problématique de la connectivité et de la mortalité routière. Il faut également considérer qu’une telle structure dans un parc national permet de participer à sa mission de conservation de la biodiversité et d’éducation des citoyens.

8.5.2. L’autoroute 50

L’étude de la figure 7.3 démontre que plusieurs collisions routières avec les cerfs de Virginie sont survenues sur tout le long de l’autoroute 50 qui traverse les municipalités de Grenville-sur-la-Rouge, Brownsburg, Lachute et Mirabel. De plus, des collisions impliquant la classe « orignal, ours ou caribou » sont survenues aux endroits où les écocorridors potentiels traversent cette autoroute. Le nombre total de collisions routières sur l’autoroute 50 impliquant la grande faune indique l’ampleur de l’obstacle qu’elle représente pour ces espèces. Toutefois, les terres se trouvant de chaque côté de l’autoroute sont généralement de tenure privée et pour la plupart consacrées à l’agriculture, bien que quelques terres publiques se trouvent dans le secteur de l’aéroport de Mirabel. Cela fait en sorte que la construction d'un passage faunique supérieur, tel un pont vert, une passerelle faunique ou une passerelle multiusage, serait peu adéquate. En effet, peu de grandes forêts se trouvent de part et d’autre de l’autoroute, ce qui limite les choix d’emplacement pour les passages fauniques supérieurs à seulement quatre endroits, dont deux qui se trouvent à l’intérieur des écocorridors potentiels (figure 8.3). De plus, les boisés se trouvent sur des

terres privées. Il n'y a donc pas de garantie à long terme qu'ils soient conservés. Il peut toutefois être tenté d'établir une entente avec les propriétaires pour faire l'acquisition de la partie du terrain où la passerelle faunique serait construite ou bien d'obtenir une servitude de conservation ou un don écologique de leur part.

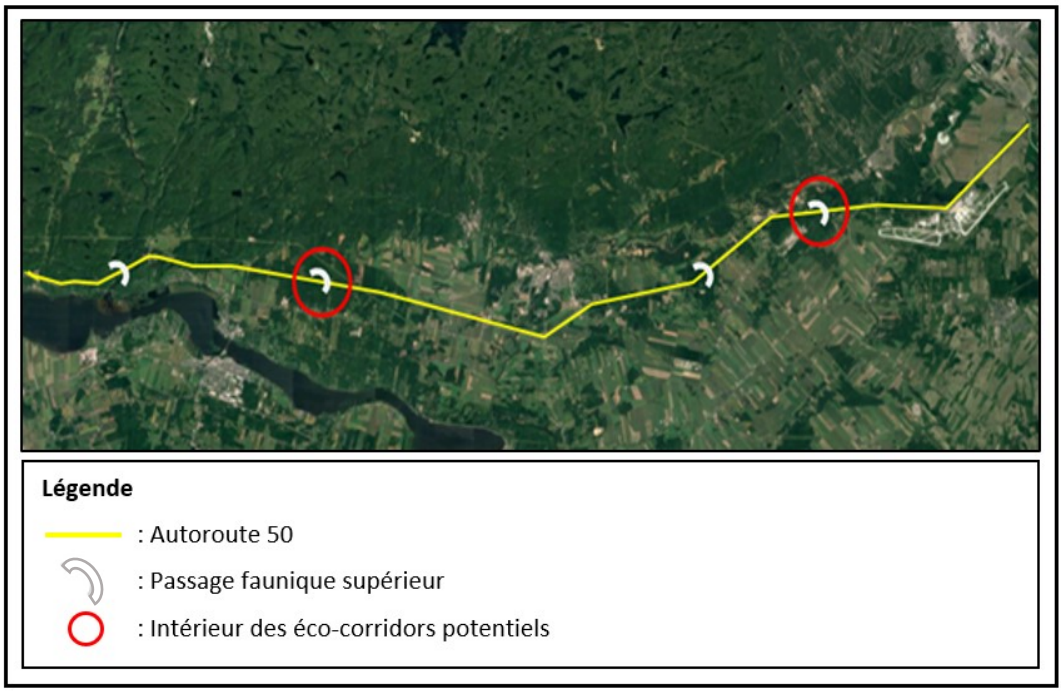


Figure 8.3 Emplacements potentiels pour des passages fauniques supérieurs en continu avec des boisés sur l'autoroute 50 dans les Laurentides (inspiré de : Google Maps, 2018)

Si un accord avec les propriétaires des terrains n'est pas obtenu, le manque de protection à long terme pour un investissement financier aussi important pourrait nuire, voire empêcher, l'installation de passages fauniques supérieurs pour la grande faune sur l'autoroute 50. Cela justifie qu'il serait préférable d'accommoder la grande faune grâce à des passages fauniques inférieurs. Plusieurs structures routières ont déjà été aménagées à cet effet lors du prolongement de l'autoroute 50 (Bouffard, 2008). Ces structures peuvent être localisées à la figure A.1 de l'annexe 5. Considérant que plusieurs collisions routières ont eu lieu à la suite de l'aménagement de ces passages fauniques, il semblerait que les mesures mises en place jusqu'à présent ne soient pas suffisantes pour assurer la sécurité des automobilistes et la connectivité. Ainsi, il est recommandé d'installer des panneaux de signalisation précisant le haut risque de collisions routières avec la faune et d'imposer une réduction de la limite de vitesse si cela est possible. Cette réduction de vitesse devrait à tout le moins être appliquée au tronçon de l'autoroute 50 où le couvert

végétal est à proximité de la route, c'est-à-dire à partir du croisement avec la montée la Branche en direction ouest sur une distance minimale d'environ 30 km jusqu'à la frontière des Laurentides.

Deux structures routières déjà présentes pourraient être aménagées en passages fauniques pour la grande faune (voir emplacements 2 à la figure 8.2). La première est un pont à poutres en béton situé au-dessus d'un dénivelé où la végétation est présente sans pour autant empêcher d'avoir une bonne visibilité (figure 8.4), ce qui est attrayant pour les ongulés. La seconde est un pont à poutres en acier qui surplombe la rivière Rouge. Les berges situées sous le pont semblent être déjà végétalisées (figure 8.4). Quant à la petite et à la moyenne faune, elle pourrait être accommodée grâce à un ponceau arqué en acier (A.1 de l'annexe 5) s'il était muni d'une tablette en porte-à-faux, en plus de clôtures adaptées à ces espèces.

Figure 8.4 Pont à poutres en béton (gauche) et pont à poutres en acier (droite) aménagés pour servir de passage faunique inférieur pour la grande faune sur l'autoroute 50 dans les Laurentides (inspiré de : Google Maps, 2018)

Les trois passages fauniques qui pourraient être aménagés à l'aide des structures déjà existantes sur l'autoroute 50 ne se trouveraient pas à l'intérieur des écocorridors potentiels. Cette autoroute démontre en effet la difficulté d'installer des passages fauniques en prenant en considération le contexte urbanistique. En effet, la configuration du réseau routier, les terres agricoles et les résidences compliquent la tâche de trouver un endroit où des passages fauniques peuvent être aménagés avec des clôtures. Néanmoins, les passages fauniques se trouvant à l'extérieur des tracés des écocorridors potentiels pourront tout de même assurer une certaine connectivité entre les habitats en permettant à la faune de traverser l'autoroute sécuritairement. De plus, il est possible de voir sur la figure 8.3 que plusieurs forêts se trouvent aux extrémités ou au centre des lots agricoles. Ainsi, si des animaux sont guidés par des clôtures à l'extérieur de leurs corridors de déplacements habituels pour emprunter les passages fauniques,

ils seraient redirigés vers des milieux boisés qui pourraient convenir à leurs besoins dépendamment de l'espèce. Ces milieux boisés pourraient également leur servir comme nouveaux corridors de déplacements pour effectuer un détour avant de rejoindre le tracé des écocorridors de l'autre côté de l'autoroute.

8.5.3. L'autoroute 15 et la route 117

L'emplacement 3 de la figure 8.2 indique un lieu hautement accidentogène sur l'autoroute 15 et la route 117 à l'endroit où ces axes routiers croisent le tracé d'écocorridors potentiels. Cet emplacement se trouve dans la municipalité de Prévost, à la frontière avec la municipalité de Sainte-Anne-des-Lacs. Peu de collisions ont été colligées concernant la classe « orignal, ours ou caribou », mais plusieurs concernent toutefois la classe « cerf de Virginie ». Quelques collisions réfèrent également à la classe « autre animal ». La proximité de la rivière du Nord et de quelques petits milieux humides, en plus des milieux boisés, suggèrent que des espèces semi-aquatiques, semi-arboricoles et arboricoles aient pu être impliquées dans des collisions.

Le contexte urbanistique dans lequel se trouvent l'autoroute 15 et la route 117 complique le choix des mesures de réduction des collisions routières avec la faune. En effet, les terrains sont pour la plupart de tenure privée avec un zonage résidentiel, commercial ou industriel. Cela réduit fortement la probabilité de pouvoir protéger à long terme l'investissement financier occasionné par la construction d'un passage faunique supérieur pour la grande faune. Toutefois, ceci ne représente pas le seul obstacle à la mise en place de telles structures. Il faut également considérer que plusieurs terrains résidentiels sont juxtaposés aux axes routiers. Ainsi, il ne serait pas possible d'ériger des clôtures de chaque côté des passages fauniques sans bloquer le passage aux résidents. De plus, la densité des routes aux alentours de l'autoroute 15 et de la route 117 est élevée (figure 8.5). Il y a donc un haut risque que les animaux qui changent de trajectoire à cause de la présence des clôtures se redirigent vers d'autres routes. La conséquence serait alors de voir le nombre de collisions routières avec la faune augmenter sur ces routes. Par ailleurs, le nombre élevé de résidences dans le secteur fait en sorte qu'il ne serait pas envisageable d'opter pour l'acquisition de terrains ou de servitudes de conservation. Dans ce contexte bien particulier, il serait alors plus avisé de tenter de réduire l'occurrence des collisions routières avec la grande faune par d'autres moyens que la construction de passages fauniques. Des panneaux pourraient être installés aux abords de l'autoroute 15 et de la route 117 aux alentours de l'emplacement 3 de la figure 8.2 pour indiquer le haut risque de collisions avec la grande faune. Il pourrait également être souhaitable de réduire la vitesse maximale permise pour les automobilistes, du moins lors des périodes de l'année plus propices aux

déplacements de la grande faune. Considérant que les deux axes routiers en question sont très sinueux au croisement avec le tracé des écocorridors ou en amont et en aval de cet endroit, un affichage adapté et une réduction de la vitesse pourraient faire une différence notable.

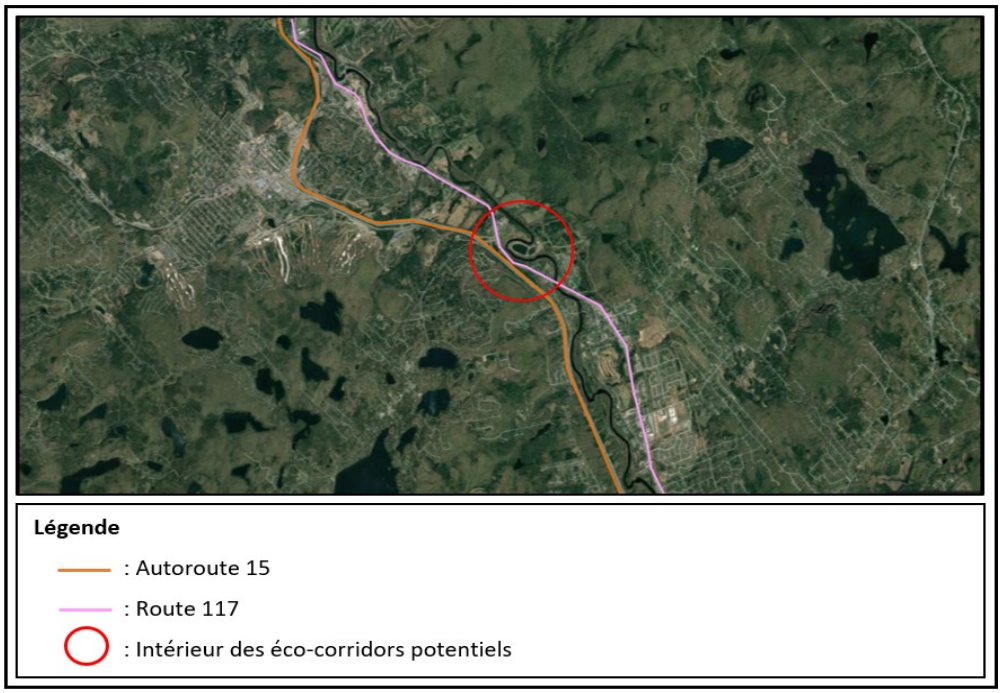


Figure 8.5 Densité urbaine près d'un segment de l'autoroute 15 et de la route 117 dans les Laurentides
(inspiré de : Google Maps, 2018)

En ce qui concerne la petite et la moyenne faune incluse dans la classe « autre animal », elle pourrait être accommodée avec des passages fauniques inférieurs aménagés à l'aide de structures routières déjà présentes le long des axes routiers. La figure A.2 de l'annexe 5 indique l'emplacement et le type de structures qui permettraient d'installer une tablette en porte-à-faux ou d'aménager des berges naturelles. Aucune de ces structures ne se trouve toutefois dans le tracé des écocorridors potentiels. Cela explique pourquoi il a été suggéré d'installer quatre ponceaux, c'est-à-dire deux sur l'autoroute 15 qui se trouveraient vis-à-vis de deux autres situés sur la route 117. Chacune des structures identifiées à la figure A.2 de l'annexe 5 se trouve à des endroits où il serait possible d'installer des clôtures à petite et à moyenne faune sur une distance d'au moins 150 m sans bloquer le passage aux résidents du secteur.

8.5.4. La route 117 nord

Les collisions routières avec la faune survenues au croisement des tracés des écocorridors potentiels et de la partie nord de la route 117 dans la municipalité de Saint-Faustin-Lac-Carré (emplacement 4 de la figure

8.2) impliquent les classes « cerf de Virginie » et « autre animal ». La proximité de milieux humides et la présence du couvert végétal dense près de la route suggèrent que des espèces semi-aquatiques et semi-arboricoles pourraient être impliquées dans les collisions.

Les terres dans le secteur où la route 117 nord croise les écocorridors potentiels sont majoritairement privées. Toutefois, le parc écotouristique de la MRC des Laurentides dans la municipalité de Saint-Faustin-Lac-Carré se trouve au nord de la route 117 nord et à l'intérieur des écocorridors potentiels. Les terres qui sont vis-à-vis du parc au sud de la route possèdent un couvert forestier dense. Ainsi, il serait possible de construire une passerelle faunique adaptée aux cerfs de Virginie ainsi qu'à la petite et moyenne faune qui relierait le parc écotouristique du côté nord aux terres boisées du côté sud de la route. Une passerelle faunique semble un meilleur choix qu'un pont vert dans le secteur à l'étude puisque cette dernière structure possède des dimensions trop importantes pour la largeur du parc. Cette option serait toutefois intéressante seulement si une partie des terres boisées est achetée par une instance dont le but est de faire de la conservation. Une rencontre avec le propriétaire pourrait également être tenue pour savoir si ce dernier souhaiterait faire un don écologique d'au moins une partie de son terrain. La figure A.3 présentée à l'annexe 5 indique les terres dont il faudrait faire l'acquisition. Des clôtures devraient ensuite être installées de part et d'autre de la passerelle faunique avec des extrémités perpendiculaires à la route qui redirigeraient les bêtes qui la longent vers les milieux boisés.

Si une installation comme une passerelle faunique s'avère impossible à construire, il y aurait moyen d'offrir à la petite faune des endroits pour traverser sous la chaussée. Les structures routières identifiées à la figure A.4 de l'annexe 5 pourraient en effet leur offrir un passage sécuritaire moyennant l'ajout de tablettes en porte-à-faux ou l'aménagement de berges naturelles. L'ajout de clôtures pour la petite faune et les micromammifères pourrait s'effectuer sans bloquer l'accès à la route pour les résidents.

8.5.5. Le chemin Pierre Péladeau

Le chemin Pierre Péladeau dans la municipalité de Sainte-Adèle (emplacement 5 de la figure 8.2) a été le lieu de collisions routières avec des cerfs de Virginie. La classe « autre animal » est également impliquée dans des collisions dans une moindre mesure. Les terres se trouvant près du croisement entre le chemin Pierre Péladeau et le tracé des écocorridors potentiel sont de tenures privées. Toutefois, un portique permettant le passage aux piétons et aux cyclistes se trouve sous la route (figure A.5 de l'annexe 5). Cette structure pourrait donc être utilisée pour aménager un tunnel mixte qui permettrait le passage de la petite

et la moyenne faune. De plus, considérant la présence de deux autres structures faisant déjà partie du réseau routier, un peu plus à l'écart du tracé des écocorridors potentiels, l'aménagement du portique pourrait être effectué de sorte à convenir également aux cerfs de Virginie. L'installation de clôtures pour guider les cervidés vers le tunnel mixte pourrait aider à les motiver à l'emprunter. Dans le cas présent, il serait toutefois recommandé d'effectuer un suivi pour déterminer si les cerfs de Virginie utilisent cet aménagement pour traverser la route. Advenant le cas qu'ils ne l'utilisent pas, il serait alors approprié d'effectuer des travaux pour agrandir le portique. Une structure plus grande pourrait possiblement être plus attrayante.

Le dessous des ponts localisés à la figure A.5 de l'annexe 5 offre l'espace nécessaire pour aménager des berges naturelles pour la petite et la moyenne faune si elles ne sont pas déjà végétalisées. Cela permettrait également de satisfaire les besoins des espèces semi-aquatiques, semi-arboricoles et arboricoles considérant la proximité des milieux humides et forestiers.

8.5.6. Le boulevard Rolland-Cloutier

Le boulevard Rolland-Cloutier traverse des terres privées là où il croise le tracé des écocorridors potentiels de part et d'autre de la frontière entre les municipalités Sainte-Agathe-des-Monts et Lanthier (emplacement 6 de la figure 8.2). Ce secteur a été principalement le lieu de collisions routières avec des cerfs de Virginie en ce qui concerne la grande faune, sachant qu'une seule collision a impliqué la classe « orignal, ours ou caribou ». Peu de collisions routières sont survenues avec la classe « autre animal ». La proximité de milieux humides et de peuplements forestiers suggère la présence d'espèces semi-aquatiques, semi-arboricoles et arboricoles sur le boulevard.

Le nombre de collisions routières avec la faune pourrait être réduit au croisement du boulevard Rolland-Cloutier avec le tracé des écocorridors potentiels si des berges naturelles étaient aménagées sous le pont indiqué à la figure A.6 de l'annexe 5 pour servir de passage aux espèces des trois classes animales. Des clôtures convenant à ces trois classes devront aussi être installées. De plus, un portique pourrait être installé sous la route un peu plus au nord (figure A.6 de l'annexe 5) pour permettre le passage de la petite et de la moyenne faune. Il se peut qu'une telle installation demande à ce que des travaux de réfection de la route soient entrepris pour en élever la hauteur et ainsi laisser l'espace nécessaire pour insérer la structure. Le portique pourrait servir à aménager un tunnel mixte. Considérant l'espace réduit pour installer des clôtures de part et d'autre de la structure, cette dernière serait probablement dédiée

seulement à l'usage de la petite et de la moyenne faune. Les clôtures devront donc être adaptées pour les espèces visées.

8.5.7. La route 117 nord, le boulevard Curé-Labelle et le chemin du Moulin

Le tracé des écocorridors potentiels croise la route 117 nord, le boulevard Curé-Labelle et le chemin du Moulin près du parc national du Mont-Tremblant dans la municipalité de Labelle (emplacement 7 de la figure 8.2). Cet endroit a été le lieu de plusieurs collisions avec des cerfs de Virginie et quelques-unes avec la classe « autre animale ». La proximité du couvert boisé et de milieux humides suggère que des espèces arboricoles, semi-arboricoles ou semi-aquatiques aient pu être impliquées dans ces collisions.

Les terres bordant les routes du secteur sont de tenure privée. De plus, aucune structure routière déjà en place ne pourrait servir de passage faunique. Ainsi, considérant que les axes routiers sont sinueux au croisement du tracé des écocorridors potentiels avec la route 117 nord, le boulevard Curé-Labelle et le chemin du Moulin, il serait recommandé d'opter pour une réduction de la vitesse maximale autorisée sur les routes dans ce secteur. De plus, des panneaux de signalisation présentant le risque élevé de collisions avec la faune, spécialement avec le cerf de Virginie, pourraient être installés aux abords des routes.

Le contexte urbanistique ne permet pas de construire des passages fauniques supérieurs tels qu'une passerelle faunique ou un pont vert. La mise en place de passages fauniques inférieurs n'est également pas un choix de prédilection considérant que toute structure doit être accompagnée de clôtures pour optimiser son utilisation par la faune. Dans le cas présent, plusieurs résidences ou domaines de récréotourisme se trouvent tout le long des routes du secteur à l'étude. Ainsi, l'ajout de clôtures réduirait l'accès aux résidents et aux touristes à leur demeure ou les empêcherait de vaquer à leurs occupations.

8.5.8. La route 323 nord

La majorité des collisions routières sont survenues avec la classe « cerf de Virginie » au croisement des tracés des écocorridors potentiels et de la route 323 nord dans la municipalité d'Amherst (emplacement 8 de la figure 8.2). Peu de collisions ont impliqué les classes « orignal, ours ou caribou » et « autre animal ». La présence d'une rivière qui longe la route et de milieux humides aux alentours laissent croire que des espèces semi-aquatiques aient pu être impliquées dans les collisions.

Les terres adjacentes à la route 323 nord sont de tenure privée, mais ces dernières sont bordées par des terres publiques à certains endroits. Ainsi, considérant qu'aucune structure routière déjà en place ne peut être aménagée pour offrir un passage à la faune, un pont vert, voire une passerelle faunique, pourrait être construit si une partie des terres privées est acquise ou obtenue par don écologique. La figure A.7 indique l'endroit suggéré pour l'installation de la structure, en plus des terres dont il faudrait faire l'acquisition. Elle permet également de visualiser la densité du couvert forestier qui permettrait de relier les extrémités du passage faunique à la forêt. Étant donné que les résidences ou les commerces présents sont situés directement aux abords de la route, il serait possible d'installer des clôtures à petite, moyenne et grande faune de part et d'autre du passage faunique en longeant les extrémités des terrains.

8.5.9. La montée de Montcalm

La montée de Montcalm (emplacement 9 de la figure 8.2), dans la municipalité de Montcalm, est une route où sont survenues des collisions majoritairement avec des cerfs de Virginie et quelques autres avec des représentants de la classe « orignal, ours ou caribou ». Les terres adjacentes à la route sont principalement de tenure privée. Toutefois, quelques parcelles de terres publiques se trouvent de part et d'autre de la route ou bien à proximité. Des résidences se trouvent par contre trop près des terres publiques pour aller y construire un passage faunique supérieur accompagné de clôtures pour la grande faune. Ainsi, il est préférable de choisir l'option de construire un passage faunique inférieur. Un portique pourrait donc être installé sous la montée de Montcalm à l'endroit indiqué à la figure A.8 de l'annexe 5 pour en faire un tunnel mixte. Considérant la longueur du tronçon de la route qui croise le tracé d'écocorridors potentiels, il serait également nécessaire d'installer des panneaux de signalisation indiquant la haute probabilité de passage de la grande faune, en plus d'une réduction de la limite de vitesse permise dans le secteur.

8.5.10. La route principale et le chemin de la Rivière Perdue

La route principale et le chemin de la Rivière Perdue dans la municipalité de Wentworth-Nord (emplacement 10 à la figure 8.2) sont des axes routiers qui traversent le tracé des écocorridors potentiels dans des zones rapprochées. Des collisions avec chacune des classes animales se sont produites sur ces routes, bien que celles concernant les classes « orignal, ours ou caribou » et « autre animal » soient peu nombreuses. La forte densité du couvert forestier et les nombreux milieux humides permettent de déduire la probabilité que des espèces semi-aquatiques, arboricoles et semi-arboricoles soient impliquées dans les collisions. Les terres juxtaposées à ces routes sont de tenure privée. Certains secteurs de tenure publique se trouvent toutefois à proximité. Considérant l'emplacement de ces terres publiques et des résidences

aux abords de la route principale et du chemin de la Rivière Perdue, il ne serait pas possible de construire des passages fauniques supérieurs reliés au territoire public. L'acquisition de terrains pour y ériger de telles structures n'est pas recommandée puisque la présence des résidences et des routes adjacentes aux axes routiers en question empêcherait de pouvoir clôturer sur une longueur suffisante de part et d'autre du passage faunique supérieur. Quant aux structures routières déjà présentes, aucune ne peut servir de passage faunique inférieur. L'impossibilité de pouvoir installer des clôtures est la raison pour laquelle il ne sera pas non plus recommandé d'en construire. Ainsi, la route principale et le chemin de la Rivière Perdue étant des axes routiers sinueux, il serait plutôt indiqué d'installer des panneaux de signalisation et d'instaurer une limite de vitesse inférieure à celle déjà autorisée.

8.5.11. La route du Nord

La route du Nord à Brownsburg (emplacement 11 sur la figure 8.2) croise le tracé des écocorridors potentiels à un endroit où des collisions avec les classes « cerf de Virginie » et « orignal, ours ou caribou » ont été répertoriées. Considérant que les terres adjacentes et à proximité de cet axe routier sont de tenure privée et que la présence de résidences ou de routes empêchent de clôturer sur une longueur suffisante, l'option d'installer des passages fauniques supérieurs ou inférieurs n'est pas à considérer. Le nombre total de collisions routières étant faible sur le tronçon de la route du Nord qui croise le tracé des écocorridors potentiels, il semble suffisant dans ce cas-ci d'installer des panneaux de signalisation indiquant la probabilité du passage de la faune.

8.5.12. La route 329

La route 329 croise les tracés des écocorridors potentiels en deux endroits entre les municipalités de Lachute et de Gore (emplacements 12 et 13 sur la figure 8.2). Des collisions concernant les trois classes animales ont été rapportées, bien qu'elles concernent principalement les cerfs de Virginie. La proximité de peuplements écoforestiers et de milieux humides suggère que des espèces semi-aquatiques, arboricoles et semi-arboricoles sont impliquées dans les collisions. Les terres de ces secteurs sont de tenure privée. Plusieurs résidences et terres agricoles se trouvent de part et d'autre de la route 329, particulièrement dans le secteur situé plus au sud (emplacement 12). L'installation d'un passage faunique supérieur ou inférieur avec des clôtures n'est donc pas une option à considérer. Ainsi, il serait conseillé d'installer des panneaux de signalisation pour indiquer la haute probabilité de passage de la faune et de vérifier si la limite de vitesse pourrait être réduite.

Tableau 8.1 Synthèse des mesures de réduction des collisions routières avec la faune applicables aux zones d'intervention identifiées entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides

Zones d'intervention		Classes animales concernées	Espèces visées	Mesures de réduction des collisions routières avec la faune		Actions complémentaires
Routes et municipalités	Numéros d'emplacement			Passages fauniques	Mesures complémentaires	
Chemin d'Oka (route 344) (Oka)	1	« Cerf de Virginie » « Autre animal » « Orignal, ours ou caribou »	Cerfs de Virginie Orignaux Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles Espèces aviaires	Pont vert Passerelle faunique	Végétalisation des extrémités Clôtures à grande faune Clôtures à petite faune Clôtures à micromammifères	Demande d'autorisation aux propriétaires fonciers pour clôturer sur des terrains privés si nécessaire
Autoroute 50 (Grenville-sur-la-Rouge, Brownsburg, Lachute et Mirabel)	Voir figure A.1 de l'annexe 5	« Cerf de Virginie » « Orignal, ours ou caribou »	Cerfs de Virginie Orignaux	Passerelles fauniques* Tunnels mixtes** Passage inférieur pour la grande faune**	Clôtures à grande faune*** Panneaux de signalisation Réduction de la limite de vitesse	Demande aux propriétaires fonciers d'installer un passage faunique en partie sur leur propriété ou acquisition des terres, d'une servitude de conservation ou d'un don écologique
	2 et voir figure A.1 de l'annexe 5	« Autre animal »	Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	Aménagement de berges naturelles Tablette en porte-à-faux	Clôtures à petite faune Clôtures à micromammifères	-
Autoroute 15 et route 117 (Prévost)	3	« Cerf de Virginie » « Autre animal » « Orignal, ours ou caribou »	Cerfs de Virginie Orignaux Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	Tablette en porte-à-faux Aménagement de berges naturelles	Clôtures à petite faune Panneau de signalisation Réduction de la limite de vitesse	Installation de quatre ponceaux

Tableau 8.1 Synthèse des mesures de réduction des collisions routières avec la faune applicables aux zones d'intervention identifiées entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides (suite)

Zones d'intervention		Classes animales concernées	Espèces visées	Mesures de réduction des collisions routières avec la faune		Actions complémentaires
Routes et municipalités	Numéros d'emplacement			Passages fauniques	Mesures complémentaires	
Route 117 nord (Saint-Faustin-Lac-Carré)	4	« Cerf de Virginie » « Autre animal »	Cerfs de Virginie Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	Passerelle faunique Tablette en porte-à-faux Aménagement de berges naturelles	Végétalisation des extrémités Clôtures à grande faune Clôtures à petite faune Clôtures à micromammifères	Acquisition de terres ou obtention d'un don écologique
Chemin Pierre-Péladeau (route 370) (Sainte-Adèle)	5	« Cerf de Virginie » « Autre animal »	Cerfs de Virginie Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	Tunnel mixte Aménagement de berges naturelles	Clôtures à grande faune Clôtures à petite faune Clôtures à micromammifères	Étude de suivi de l'utilisation du portique par les cerfs de Virginie et possibles travaux de réfaction de la structure
Boulevard Rolland-Cloutier (route 329) (Sainte-Agathe-des-Monts et Lanthier)	6	« Cerf de Virginie » « Autre animal » « Orignal, ours ou caribou »	Cerfs de Virginie Orignaux Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	Aménagement de berges naturelles Tunnel mixte	Clôtures à grande faune Clôtures à petite faune Clôtures à micromammifères	Possibles travaux de réfaction de la route pour installer un portique
Route 117 nord, boulevard du Curé-Labelle et chemin du Moulin (Labelle)	7	« Cerf de Virginie » « Autre animal »	Cerfs de Virginie Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	-	Panneau de signalisation Réduction de la limite de vitesse	-

Tableau 8.1 Synthèse des mesures de réduction des collisions routières avec la faune applicables aux zones d'intervention identifiées entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides (suite)

Zones d'intervention		Classes animales concernées	Espèces visées	Mesures de réduction des collisions routières avec la faune		Actions complémentaires
Routes et municipalités	Numéros d'emplacement			Passages fauniques	Mesures complémentaires	
Route 323 nord (Amherst)	8	« Cerf de Virginie » « Autre animal » « Orignal, ours ou caribou »	Cerfs de Virginie Orignaux Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	Pont vert ou passerelle faunique	Clôtures à grande faune Clôtures à petite faune Clôtures à micromammifères	Acquisition de terres ou obtention d'un don écologique
Montée Montcalm (route 364) (Montcalm)	9	« Cerf de Virginie » « Orignal, ours ou caribou »	Cerfs de Virginie Orignaux	Tunnel mixte	Clôtures à grande faune Panneau de signalisation Réduction de la limite de vitesse	Installation d'un portique
Route principale et chemin de la Rivière Perdue (Wentworth-Nord)	10	« Cerf de Virginie » « Autre animal » « Orignal, ours ou caribou »	Cerfs de Virginie Orignaux Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	-	Panneau de signalisation Réduction de la limite de vitesse	-
Route du Nord (route 327) (Brownsburg)	11	« Cerf de Virginie » « Orignal, ours ou caribou »	Cerfs de Virginie Orignaux	-	Panneau de signalisation	-
Route 329 (Lachute et Gore)	12	« Cerf de Virginie »	Cerfs de Virginie Orignaux Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	-	Panneau de signalisation Réduction de la limite de vitesse	-

Tableau 8.1 Synthèse des mesures de réduction des collisions routières avec la faune applicables aux zones d'intervention identifiées entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides (suite)

Zones d'intervention		Classes animales concernées	Espèces visées	Mesures de réduction des collisions routières avec la faune		Actions complémentaires
Routes et municipalités	Numéros d'emplacement			Passages fauniques	Mesures complémentaires	
Route 329 (Lachute et Gore)	13	« Cerf de Virginie » « Autre animal » « Orignal, ours ou caribou »	Cerfs de Virginie Orignaux Espèces semi-aquatiques Espèces semi-arboricoles Espèces arboricoles	-	Panneau de signalisation Réduction de la limite de vitesse	-

Légende

* : Risque financier

** : Aménagement déjà terminé

*** : Installation dépendante de l'aménagement d'une passerelle faunique

8.6. L’analyse globale

Sur un total de 13 zones d’intervention, seules quatre zones offrent la possibilité de pouvoir éventuellement installer des passages fauniques supérieurs, soit des ponts verts ou des passerelles fauniques, qui permettront aux espèces des trois classes animales de traverser la route de façon sécuritaire. Ces zones se trouvent sur le chemin d’Oka, l’autoroute 50, la route 117 nord et la route 323 nord. Ces structures étant dispendieuses, il serait préférable d’installer en premier la passerelle faunique sur le chemin d’Oka. Considérant que la passerelle serait construite à un endroit où chaque côté de la route est bordé par des terres publiques, il sera sans doute plus simple de porter ce projet à terme. Si des études de suivi sur le nombre de collisions routières avec la faune démontrent qu'il y a eu une baisse de collisions, cela pourrait encourager les gestionnaires à entreprendre les démarches pour construire des passages fauniques supérieurs ailleurs dans les Laurentides, même s’il était plus long et plus compliqué d’y arriver. En effet, l’acquisition de terres demande un investissement financier important alors que la construction d'un passage faunique supérieur est dispendieuse et que l’obtention d'une servitude de conservation ou d'un don écologique peut demander plusieurs rencontres avec les propriétaires fonciers.

Six zones d’intervention permettent l’aménagement de passages fauniques inférieurs, soit sous la forme d'un passage inférieur pour la grande faune, d'un tunnel mixte, d’un aménagement de berges naturelles ou par l’installation d'une tablette en porte-à-faux dans un ponceau. Ces zones sont situées sur l’autoroute 50, au secteur constitué de l’autoroute 15 et de la route 117, la route 117 nord, le chemin Pierre-Péladeau, le boulevard Rolland-Cloutier et la montée Montcalm. En fonction de l’ampleur des travaux, soit si une structure routière doit être installée sous la route ou si elle est déjà présente et demande seulement à être modifiée ou bien si les berges à végétaliser sont déjà colonisées par les végétaux, l’investissement financier sera plus ou moins important. Ainsi, il est conseillé d’installer ou d’aménager les passages inférieurs qui sont les moins coûteux en premier pour tenter de réduire le nombre de collisions routières rapidement.

Cinq zones d’intervention se trouvent en des lieux où l’aménagement de passages fauniques n'est pas possible (le secteur constitué de la route 117 nord, boulevard du Curé-Labelle et chemin du Moulin, le secteur constitué de la route principale et du chemin de la Rivière perdue, la route du Nord et deux secteurs de la route 329). Pour ces zones, l’installation de panneaux de signalisation et parfois d'une réduction de la limite maximale de vitesse permise sur les routes sont les seules options envisageables

pour tenter de réduire les collisions routières avec la faune. L'investissement financier pour de telles mesures étant peu élevé, il serait prioritaire de tenter de convaincre les instances responsables de procéder à leur mise en place. Une action rapide viendra favoriser les chances de réduire les collisions routières avec la faune.

Globalement, l'analyse démontre qu'il est possible d'augmenter la connectivité dans les Laurentides et de réduire les collisions routières avec la faune à l'aide de passages fauniques et de mesures complémentaires si les caractéristiques biophysiques, le contexte urbanistique et les espèces présentes sont pris en considération. Les embuches à surmonter concernent plutôt l'obtention de financement pour réaliser les installations, les aménagements et l'acquisition de parcelles de terres, en plus de la collaboration de propriétaires fonciers quand une servitude de conservation ou un don écologique doivent être obtenus. Pour réduire les frais associés aux installations et aux aménagements, il faudrait profiter des réfections ponctuelles de routes pour insérer de tels projets.

8.7. Les limites associées aux choix des zones potentielles à aménager et des mesures de réduction des collisions routières avec la faune à privilégier

L'identification des zones potentielles d'intervention a été réalisée à l'œil, ce qui fait en sorte que les résultats sont influencés par la subjectivité de l'observateur. Il se pourrait en effet que certaines zones où il n'a pas été jugé que le nombre de collisions routières était suffisant sur les routes au croisement avec un éco-corridor potentiel aient pu être un bon choix de lieu d'intervention. Comme mentionné au chapitre 4, une panoplie de critères influencent les probabilités que surviennent des collisions routières avec la faune à un certain endroit. Ainsi, il se pourrait que l'utilisation d'un passage faunique soit plus fréquente si ce dernier était placé ailleurs à l'intérieur de l'éco-corridor, ce qui ferait en sorte que cet endroit soit la zone d'intervention qui aurait dû être identifiée. L'absence de données d'inventaire terrain des déplacements de la faune sur le territoire a toutefois contraint d'identifier les zones d'intervention potentielles à l'œil sur la carte de la figure 8.1 en se fiant au nombre de collisions routières observables. Cette façon de faire présente toutefois une contrainte supplémentaire. En effet, les données sur les collisions sont probablement incomplètes puisque plusieurs collisions ou manœuvres d'évitement associées à la présence de la petite et de la moyenne faune sur les routes ne sont pas déclarées. Ainsi, il se pourrait que des zones présentant un haut risque ou un haut taux de collisions routières n'aient pas été observées sur la carte et donc qu'elles n'aient pas été sélectionnées.

En ce qui concerne les données géoréférencées utilisées pour identifier les peuplements forestiers, les milieux humides, les structures routières et la tenure des terres, il se pourrait qu'elles ne soient pas à jour ou qu'elles soient incomplètes. Ainsi, il faut considérer l'éventualité que certaines zones non retenues pour y installer des passages fauniques auraient pu répondre correctement aux critères choisis pour être sélectionnées.

Même en possédant les données qui indiquent quelle structure routière se trouve à quel endroit, les caractéristiques de ces structures telles que la taille et la quantité d'eau qui y circule sont inconnues. Il se pourrait donc que les structures ne soient pas adaptées pour offrir un passage adéquat aux espèces visées. Il faudrait faire des validations et des analyses de l'état des lieux, des inventaires de terrain ou effectuer une demande d'informations aux instances compétentes pour recueillir ces informations et ainsi pouvoir confirmer ou infirmer le choix de lieu et le choix de la mesure de réduction des collisions routières avec la faune.

Une limite se trouve également dans le choix des mesures de réduction des collisions routières avec la faune concernant le nombre de passages fauniques à installer dans une zone d'intervention identifiée. Ce nombre serait sujet à changement en fonction de la superficie des domaines vitaux, de la mobilité et des interactions sociales entre les individus des espèces cibles. De plus, la nature de la zone d'intervention aurait également un impact sur le nombre nécessaire de structures pour assurer la connectivité. Un plus grand nombre de passages fauniques devraient être installés dans les zones plus naturelles, composées de forêts ou de zones humides, et les zones agricoles traditionnelles pour encourager les animaux à les utiliser. Par contre, un nombre plus faible de structures peut être suffisant dans les zones urbanisées et les zones agricoles à exploitation intensive. Aucune étude n'a encore permis de déterminer comment utiliser ces facteurs pour calculer le nombre de passages fauniques à installer (Iuell et al., 2007). Dans le cas présent, ce nombre a été déterminé en fonction de l'espace et des structures routières disponibles dans les zones d'intervention identifiées. Il se pourrait donc qu'il y ait trop peu de passages fauniques pour assurer une connectivité suffisante entre les milieux naturels et pour réduire le nombre de collisions routières avec la faune.

En ce qui concerne la réduction de la limite de vitesse maximale permise aux automobilistes, il faut noter qu'il est difficile au niveau légal et administratif, ainsi qu'au niveau de l'application de la loi, de faire réduire la vitesse sur une autoroute (Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des

transports du Québec [MTMDET], 2018). Il se pourrait donc qu'il soit impossible d'instaurer une telle mesure de réduction des collisions routières avec la faune aux endroits identifiés.

9. RECOMMANDATIONS

Les chapitres 7 et 8 ont présenté respectivement l'interprétation des données sur les collisions routières avec la faune et le choix de zones potentielles pour aménager des passages fauniques ainsi que le type de structure retenu pour des zones sélectionnées. Toutefois, tel qu'il a été précisé précédemment, ce travail a été effectué sous la contrainte de certaines limites. Les recommandations suivantes ont été émises dans le but de remédier à ces limites et de pouvoir éventuellement ajuster l'emplacement des passages fauniques à installer ou le type de structure approprié si nécessaire. De plus, des recommandations supplémentaires concernant les enjeux reliés à l'aménagement de passages fauniques et les suivis à effectuer pour en évaluer l'efficacité à long terme sont précisées.

9.1. Les moyens d'optimiser l'analyse des données sur les collisions routières

Les données sur les collisions routières avec la faune sont importantes pour décider des lieux où aménager des passages fauniques et pour choisir la structure appropriée. Plus ces données permettent d'acquérir de l'information sur les espèces présentes et leurs habitudes de déplacements, plus le choix des lieux d'aménagement et du type de structure sera optimisé. Les données offertes par le MTMDET permettent d'avoir un portrait général de la situation sur les collisions routières avec la faune dans les Laurentides. Toutefois, certaines informations sont manquantes pour permettre de connaître les espèces impliquées dans les collisions et la fréquence à laquelle elles le sont. Ainsi, il serait recommandé de faire part aux instances qui récupèrent directement les informations concernant les collisions routières auprès des usagers de la route, comme la Sureté du Québec ou les compagnies d'assurance, de prendre en note plus d'informations importantes telles que l'espèce impliquée, l'heure et la date de la collision. Si les usagers ne sont pas capables d'identifier l'espèce en question, l'identification du groupe, soit mammifère, amphibien, reptile ou oiseau, serait une précision importante à fournir. En effet, tel qu'il a été vu au chapitre 2, les passages fauniques destinés à chacun de ces groupes peuvent varier en termes de structure ou d'aménagement. Des informations plus précises sur les espèces impliquées dans les collisions pourront alors permettre d'effectuer des choix plus adaptés à leurs besoins et ainsi d'augmenter la fréquence d'utilisation des passages fauniques.

L'aide de la population pour préciser les informations concernant les collisions routières avec la faune pourrait également être sollicitée lorsque les automobilistes effectuent des manœuvres d'évitement réussies qui n'entrainent aucun dommage matériel ou humain. Les informations transmises au MTMDET

concerneraient alors autant les collisions que les intrusions sur les routes. Cet apport de renseignements ferait en sorte de dessiner un portrait plus juste des espèces pour lesquelles des passages fauniques doivent être aménagés. Pour optimiser les probabilités que les citoyens communiquent ces renseignements au MTMDET, une campagne d'informations pourrait être lancée pour les informer d'un site Internet ou d'un numéro de téléphone où ils peuvent faire des déclarations. De plus, cette campagne pourrait les renseigner sur la page Stop-Carcasses Laurentides de la plateforme iNaturalist. Cette plateforme peut servir à recueillir des données concernant les carcasses aperçues sur le bord des routes dans le but de connaître les lieux avec un haut taux de collisions routières avec la faune ainsi que les espèces impliquées (iNaturalist, s. d.; K. Marineau, commentaire écrit, 23 juin 2018).

9.2. Les moyens de maximiser l'utilisation des passages fauniques par la faune

Avant d'installer ou d'aménager des passages fauniques aux endroits indiqués au chapitre 8, il serait important de faire des inventaires de terrain pour confirmer les espèces présentes sur le territoire. Cela permettra d'établir si le choix des passages fauniques est approprié ou s'il faudrait plutôt opter pour un autre type de structure. Les inventaires de terrain devraient également indiquer la densité des populations des espèces, spécialement celles de la grande faune, puisque ces dernières sont habituellement responsables des collisions routières engendrant le plus de dommages humains ou financiers. Une connaissance de la densité des populations permettra d'aider à déterminer à quels emplacements indiqués à la figure 8.5 il est le plus probable que des collisions routières continuent de survenir. Ainsi, cela permettra également de déterminer les endroits où il est plus important d'agir et d'investir.

Tout en inventoriant les espèces présentes sur le territoire des Laurentides entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka, il faudrait également confirmer leurs corridors de déplacements. En effet, les résultats présentés au chapitre 8 sont entre autres basés sur les tracés d'écocorridors potentiels obtenus par Madison en 2014. Toutefois, ce dernier a produit une cartographie des écocorridors uniquement grâce à des simulations effectuées par ordinateur. Pour affirmer avec certitude que les tracés sont fidèles aux déplacements réels de la faune, des inventaires réalisés à l'aide de balises télémétriques ou par du pistage sont nécessaires, tel qu'indiqué par ACA (2014) dans son protocole (voir le sous-chapitre 5.1.1). De plus, les inventaires de validation des corridors de déplacements des espèces devraient faire en sorte de déterminer si les endroits où ces dernières ont le plus tendance à traverser la route sont bien ceux indiqués sur les diverses cartes du chapitre 8. Advenant le cas que les espèces semblent plutôt traverser plus fréquemment à un endroit éloigné de l'emplacement prévu pour installer un passage

faunique, il faudrait tenter de rapprocher l'installation près de cet endroit si le contexte urbanistique et les milieux naturels environnants le permettent. L'important est de se rappeler que des clôtures sont nécessaires pour optimiser l'utilisation des passages fauniques et ainsi réduire les collisions routières avec la faune (Clevenger et al., 2001). Il faut donc s'assurer de posséder un espace suffisant pour installer ces clôtures de part et d'autre du passage faunique. Le but est d'éviter que les animaux marchent jusqu'au bout de la clôture pour y traverser la route, d'où l'importance de connaître l'étendue de l'habitat des espèces sur le territoire (Huijser et al., 2009).

9.3. Les moyens de réduire les coûts associés à l'aménagement des passages fauniques

Certains aménagements de passages fauniques conseillés au chapitre 8 impliquent de devoir procéder à l'installation de structures telles que des portiques. Afin de réduire les coûts associés à ces aménagements, il est recommandé de tenter de les intégrer à des travaux de réfection de la route déjà planifiés. (Huijser et al., 2009) De plus, les passages fauniques devraient être construits en tentant de les adapter à plusieurs espèces comme il a été conseillé de le faire au cours du chapitre 8. Cette façon de faire, recommandée par ACA (2014), permettra de réduire le nombre éventuel de nouvelles installations et donc les coûts associés.

9.4. Les suivis à effectuer à la suite de l'aménagement de passages fauniques

Des suivis à l'aide de caméras à déclenchement automatique ou grâce à du pistage devront idéalement être entrepris pour évaluer si les espèces présentes sur le territoire utilisent bel et bien les passages fauniques pour traverser les routes et effectuer leurs déplacements. Ces suivis devront s'échelonner sur plusieurs années considérant que les animaux ont besoin d'une période d'adaptation pour s'accoutumer aux passages fauniques et à les emprunter. (Clevenger, 2012) En ce qui concerne les ongulés par exemple, la période d'adaptation prend habituellement au moins trois ans (Jaeger et Fahrig, 2004). Par ailleurs, ces suivis devraient être faits de sorte à ne pas se limiter qu'à l'évaluation de l'utilisation des passages fauniques par la faune. En effet, le but du projet d'ÉCL d'aménager des écocorridors entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka est de réduire les collisions routières avec la faune et d'assurer la connectivité dans les Laurentides dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques. Globalement, cela fait en sorte d'améliorer la sécurité publique et de promouvoir la conservation des espèces. Ceci dit, il faudrait donc faire des suivis qui permettent d'évaluer la valeur des passages fauniques en termes de conservation et de performance sur le plan écologique. (Clevenger, 2012) Ainsi, des études pourraient être menées auprès de certaines espèces auxquelles les passages fauniques sont dédiés pour s'assurer que le flux génétique est bien maintenu entre les populations. De plus, l'évolution de la densité

des populations pourrait faire l'objet de suivis pour s'assurer que les effectifs sont maintenus ou en augmentation. De tels travaux permettraient de déterminer si d'autres actions sont nécessaires pour adapter l'aménagement des passages fauniques aux préférences de la faune ou pour les compléter.

En plus des suivis de l'utilisation des passages fauniques, des études visant à comparer le nombre de collisions routières survenues avant et après l'installation de ces passages devraient être réalisées. Le but est de déterminer si le nombre de traversées par les passages fauniques peut être corrélé à une baisse du total de collisions routières avec la faune. En effet, la fréquence d'utilisation des passages fauniques peut s'expliquer par une augmentation de la densité des populations ou une forte accoutumance de la faune à ces structures. Cela ne veut pas dire pour autant que moins d'animaux traversent les routes à des endroits dépourvus de passages fauniques. Ainsi, il serait recommandé de s'assurer que le nombre de collisions routières est bel et bien en déclin lorsque des passages fauniques sont installés et utilisés et que la densité des populations reste la même ou est en augmentation pour juger de l'efficacité réelle des aménagements. Outre la comptabilisation des collisions routières avec la faune effectuée par le MTMDET en communication avec la Sureté du Québec et des compagnies d'assurance, il serait également recommandé d'envoyer des équipes de patrouille circuler sur les abords des routes pour prendre des données sur les collisions. Cela permettrait de pallier le manque de données concernant la petite et la moyenne faune puisque les collisions où elle est impliquée ne sont pas toujours déclarées. Cette prise de données devrait toutefois se faire idéalement en matinée et en soirée puisque le nombre de collisions peut varier avec le moment de la journée en fonction des espèces (Jaeger et al., 2017).

Des suivis seront nécessaires pour s'assurer que la qualité des habitats ne se dégrade pas dans les secteurs des passages fauniques et des zones clôturées ou qu'aucun changement apporté aux milieux environnants n'entraine de modifications aux corridors de déplacements. Cela permettra de déterminer que ces installations se trouvent dans des milieux attrayants pour la faune. Le but est d'éviter que les animaux colonisent de nouveaux territoires qui leur conviennent mieux et où aucune mesure de réduction des collisions routières n'est présente. La réalisation d'un tel scénario pourrait faire en sorte que les passages fauniques installés deviennent désuets et que le nombre de collisions augmente à de nouveaux endroits. (AECOM, 2011) De plus, considérant que l'installation de clôtures pourrait empêcher les déplacements de certaines espèces pour lesquelles les passages fauniques ne sont pas adaptés, il serait important de réaliser des inventaires pour prévenir leur déclin (Jaeger et Fahrig, 2004). Si une réduction des densités

des populations est observée chez certaines espèces, des changements devraient être apportés aux passages fauniques installés pour accommoder ces dernières.

9.5. Les suivis à effectuer à la suite d'une réduction de la vitesse maximale permise pour les automobilistes

Des inventaires de suivi des densités de populations des espèces devraient être effectués en parallèle des suivis concernant l'évolution du nombre de collisions routières avec la faune également dans les zones où la limite de vitesse maximale permise pour les automobilistes a été réduite. Cela permettra de connaître l'efficacité de cette mesure pour augmenter la connectivité et réduire le nombre de collisions. Dans l'éventualité où la réduction de vitesse n'a pas eu l'effet escompté, d'autres mesures devraient être mises en place. Considérant que la mise en place de passages fauniques a déjà été écartée au chapitre 8 pour les zones concernées, une réduction du trafic routier serait donc une option à considérer comme mesure complémentaire de la réduction de vitesse. En effet, un trafic moins dense et une vitesse moins élevée imposée aux automobilistes permettent de réduire les besoins d'installer des clôtures ou des passages fauniques (Jaeger et Fahrig, 2004). Il serait alors recommandé au MTMDET de construire de nouvelles routes qui permettraient aux automobilistes d'emprunter des trajets différents pour se rendre à leur destination. Le trafic pourrait ainsi être réparti sur plusieurs axes routiers et même dans des zones différentes, ce qui permettrait d'en réduire la densité sur les routes existantes. Toutefois, il est recommandé au ministère ne pas entreprendre la construction de nouvelles routes sans avoir à sa disposition des résultats d'inventaires qui indiquent les corridors de déplacements de la faune et les espèces présentes sur le territoire. Cette précaution permettra d'éviter de déplacer les lieux à haut potentiel accidentogène à de nouveaux endroits. De plus, cela pourrait permettre d'intégrer des passages fauniques à la construction des routes si nécessaire.

9.6. La sensibilisation et l'éducation de la population

Une campagne d'information visant à sensibiliser et éduquer les citoyens sur la problématique des collisions routières avec la faune et des répercussions sur la conservation de la biodiversité ainsi que la sécurité publique pourrait être lancée. Cela pourrait les motiver à devenir plus vigilants sur la route et ainsi permettre de réduire le nombre de collisions routières avec la faune (Clevenger et al., 2001). Toutefois, il est recommandé de ne pas miser uniquement sur cette initiative. En effet, des études démontrent qu'il est plus efficace de mettre en place des mesures de réduction des collisions routières qui visent directement la faune (comme des passages fauniques et des clôtures) que de compter sur des mesures

qui visent à changer les comportements des usagers de la route (Forman et al., 2003). Cette option doit donc être considérée seulement comme un complément à l'installation de passages fauniques et clôtures. Par ailleurs, la sensibilisation et l'éducation de la population envers les passages fauniques et le comportement des animaux à leur égard pourraient également être réalisées en l'informant de ne pas utiliser les passages fauniques pour son usage personnel (Clevenger, 2012). Cela ne s'applique pas en ce qui concerne les tunnels mixtes dont la vocation est supposée être vouée autant à l'humain qu'à la faune. Par contre, considérant l'investissement financier important que représentent les passerelles fauniques par exemple, il serait important que la population offre sa collaboration et n'utilise pas elle-même ces structures. La faune pourrait être rebutée à utiliser un passage faunique si le dérangement humain est trop important (SETRA, 2006).

Au-delà du comportement des citoyens sur les routes et envers les installations pour réduire les collisions routières avec la faune, un travail de sensibilisation et d'éducation pourrait être réalisé pour enrayer l'habitude de la population de nourrir les animaux sauvages. Cette habitude fait en sorte d'encourager les animaux à visiter les lieux de nourrissage en plus grand nombre et à une plus grande fréquence. Une hausse du nombre de passages de la faune sur les routes est ainsi observée à certains endroits dans les Laurentides, ce qui pourrait ainsi contribuer à y augmenter les occurrences de collisions routières. (K. Marineau, conversation, 26 janvier 2018)

9.7. Les façons de revoir le développement territorial

La situation actuelle dans laquelle il est tenté d'aménager des écocorridors à l'aide de passages fauniques entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka demande à ce que les aménagements soient réalisés en des lieux déjà urbanisés. Ainsi, cela limite les options quant au choix concernant le type de structure à favoriser pour installer des passages fauniques et les mesures complémentaires de réduction des collisions routières avec la faune. L'éventualité qu'un tel problème se représente lorsqu'il sera nécessaire d'agrandir les villes ou de coloniser de nouvelles parcelles de terres dans les Laurentides pour pourvoir aux besoins de la population grandissante est probable. Pour pallier cela, il serait recommandé de consulter les aménagistes et les urbanistes pour les amener à tenir compte de la problématique entourant les collisions routières avec la faune et la connectivité sur le territoire dans leur planification territoriale (ACA, 2014). De cette façon, des passages fauniques pourront être intégrés dans les plans d'aménagement ainsi que l'espace nécessaire pour installer des clôtures. Cette mesure sera

d’autant plus efficace pour assurer l’utilisation des passages fauniques par la faune si les inventaires de terrain destinés à confirmer les corridors de déplacement des animaux sont déjà réalisés.

CONCLUSION

La fragmentation des territoires est un phénomène en constante progression considérant l'étalement urbain et l'augmentation de la démographie. Cela entraine inévitablement un agrandissement des réseaux routiers qui ont entre autres pour conséquence de créer des barrières aux déplacements de la faune. Ce phénomène affecte la viabilité des populations en participant à la dégradation de la qualité des habitats et en réduisant le flux génétique. Les animaux qui traversent les axes routiers pour se déplacer augmentent les possibilités d'engendrer des collisions routières. En plus de nuire au maintien de la biodiversité en causant souvent le décès de l'animal, les collisions routières avec la faune portent atteinte à la sécurité des usagers de la route. Ces derniers doivent également assumer le coût des dommages matériels causés à leur véhicule.

Le projet d'aménagement d'écocorridors entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides à l'aide de passages fauniques et de mesures complémentaires par ÉCL vise à assurer le maintien de la connectivité et à réduire le nombre de collisions routières avec la faune. Ce projet d'envergure pourra être réalisé si les décideurs prennent en compte les caractéristiques biophysiques, le contexte urbanistique et les groupes d'espèces présentes aux alentours des axes routiers se situant dans les 13 zones d'intervention ciblées à l'intérieur des écocorridors.

Le nombre de collisions routières avec la faune pourrait être réduit dans certaines zones par la construction de passages fauniques supérieurs et l'installation de clôtures. Considérant qu'ils peuvent subvenir aux besoins d'une multitude d'espèces en fonction de leur aménagement, ces passages seraient à prioriser pour réduire les collisions routières avec la grande faune. Celles-ci sont souvent à l'origine du décès des passagers des véhicules ou des dommages matériels les plus importants. La construction de passages fauniques supérieurs demandera un investissement financier de taille, mais il serait possible de le protéger à long terme en effectuant les constructions sur des terres publiques ou appartenant à des instances dont le but est de faire de la conservation. Des passages fauniques inférieurs pourraient également être aménagés dans d'autres zones d'intervention à l'aide de structures routières existantes dans le réseau routier ou bien en entamant des travaux de réfection. En fonction du type de passage installé ou aménagé, il peut être utilisé par la petite, la moyenne ou la grande faune. Les passages fauniques inférieurs qui conviennent à la grande faune permettent d'offrir une solution de rechange à plus bas prix que les passages fauniques supérieurs, mais sont généralement moins utilisés. Quant aux zones d'intervention où il n'est pas possible d'installer ou d'aménager des passages fauniques, des mesures

complémentaires de réduction des collisions routières avec la faune peuvent être mises en place. L'ajout de panneaux de signalisation et une réduction de la vitesse maximale permise pour les automobilistes sont des options à considérer dans de telles situations.

Certaines contraintes ont affecté l'analyse des données sur les collisions routières avec la faune survenues dans les Laurentides ainsi que l'identification des zones d'intervention et des mesures de réduction des collisions routières avec la faune. En effet, la classification des données sur les collisions routières par classe animale a fait en sorte d'engendrer une perte d'informations. Il n'était donc pas possible de savoir exactement quelle espèce était impliquée dans une collision attribuée à la classe « autre animal ». Or, ce détail est important lorsque vient le temps d'identifier la structure à installer ou à aménager, en plus du lieu exact où elle devrait se trouver à l'intérieur de la zone d'intervention. De plus, les données sur les collisions routières avec la faune sont probablement incomplètes considérant que seules les collisions déclarées au MTMDET ou aux compagnies d'assurance sont colligées. Cela signifie que les collisions qui n'ont pas engendré de dommages matériels ou humains ou qui se sont soldées par une manœuvre d'évitement réussie n'ont pas été prises en compte dans l'identification des zones d'intervention. Il se pourrait donc que des zones non identifiées soient un lieu avec un haut potentiel accidentogène nuisible autant pour la connectivité que pour la sécurité des usagers de la route.

Il a été recommandé de récolter plus d'informations concernant les données sur les collisions routières avec la faune pour optimiser l'efficacité des mesures mises en place pour les réduire. Pour abaisser les coûts associés à ces mesures, il a été conseillé d'intégrer leur installation au développement du réseau routier. De plus, il a été recommandé de mener des campagnes de sensibilisation et d'éducation auprès des citoyens pour les informer de pas utiliser les passages fauniques pour leur usage personnel, de respecter les panneaux de signalisation et de ne pas nourrir la faune sauvage. Les dernières recommandations se sont penchées sur les études de suivi à entamer à la suite de l'installation de passages fauniques pour entre autres pouvoir juger de leur taux d'utilisation par la faune et des manières d'entreprendre le développement territorial en limitant les impacts négatifs sur la biodiversité présente.

La conservation de la connectivité dans les Laurentides est un sujet difficile à traiter à cause de l'urbanisation de certaines régions dans lesquelles la fragmentation des habitats est en augmentation. Cela réduit les possibilités de relier certains fragments de milieux naturels entre eux en respectant les corridors de déplacements de la faune. Pour remédier à cela, il serait intéressant pour ÉCL d'aller au-delà

de son projet d'assurer la connectivité et une réduction des collisions routières avec la faune par l'aménagement de passages fauniques dans des écocorridors prédéfinis en tentant plutôt de conseiller les responsables du développement territorial afin de minimiser l'étalement urbain à l'intérieur de ces écocorridors. Cela permettrait de promouvoir la connectivité écologique à l'étape de la planification du projet de développement et d'ainsi augmenter les probabilités qu'elle soit maintenue.

RÉFÉRENCES

AECOM. (2011). *Bilan du suivi environnemental du projet d'amélioration de la route 175 à quatre voies divisées : efficacité des aménagements pour la grande faune* (Rapport 05-20352). Repéré à https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/projets-infrastructures/projets/reseau-routier/projets-routiers/capitale-nationale/Axe-routier-73-175/Documents/Documentation/Suivi_Environnemental/Bilan_suivi_environnemental.pdf

Amsallem, J., Deshayes, M. et Bonnevialle, M. (2010). Analyse comparative de méthodes d'élaboration de trames vertes et bleues nationales et régionales. *Sciences, Eaux et Territoires*, (3), 40-45. Repéré à https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2010-3-page-40.htm

Arsenault, J. et Hovington, É. (2013). Des passages à faune sous la route 175. Repéré à https://www.sepaq.com/parcs-quebec/blogue/article.dot?id=ce22d374-28ce-4cfe-8441-0c0f41bd2207

Ayram, C. A. C., Mendoza, M. E., Etter, A. et Salicrup, D. R. P. (2016). Habitat connectivity in biodiversity conservation: A review of recent studies and applications. *Progress in Physical Geography, 40*(1), 7-37. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/281408475_Habitat_connectivity_in_biodiversity_conservation_A_review_of_recent_studies_and_applications

Bennett, A. (2003). *Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation* (2e éd.). Repéré à https://testportals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/FR-021.pdf

Bergès, L., Roche, P. et Avon, C. (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*, (3), 34-39. Repéré à http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles/pdf/06_article_0.pdf

Boucher, P. (2013). *Une stratégie de conservation axée sur la connectivité pour les Laurentides au Québec* (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec). Repéré à https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2013/Boucher_PO__2013-07-14_.pdf

Bouffard, M. (2008). *Les corridors biologiques et leur prise en compte dans les projets routiers* (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec). Repéré à http://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/7068

Branchu, P., Badin, A., Bechet, B., Eisenlohr, L., Le Priol, T., Marseille, F. et Trielli, E. (2013). Pollution d'origine routière et environnement de proximité. *Vertigo, 15*. Repéré à https://vertigo.revues.org/12775

Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., …, Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature, 486*, 59-67. Repéré à https://www.ceaa.gc.ca/050/documents/p63919/97184E.pdf

Chapin III, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., …, Díaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature, 405*, 234-242. Repéré à https://www.mrgscience.com/uploads/2/0/7/9/20796234/consequence_of_change_article.pdf

Clevenger, A. P. (2012). Leçons tirées de l'étude des passages fauniques enjambant une autoroute dans le parc national de Banff. *Le Naturaliste canadien, 136*(2), 35-41. Repéré à https://www.erudit.org/fr/revues/natcan/2012-v136-n2-natcan092/1009104ar.pdf

Clevenger, A. P., Chruszcz, B. et Gunson, K. E. (2001). Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. Wildlife Society Bulletin, 29(2), 646–653. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/261825812_Highway_Mitigation_Fencing_Reduces_Wildlife-Vehicle_Collisions

Collette-Hachey, C. (2015). *Cartographie de réseau écologique de conservation en collaboration avec Éco-corridors laurentiens*. [Document interne, format PDF]. Sainte-Thérèse, Québec.

Corridor appalachien (ACA). (2014). *Protocole d'identification des corridors et passages fauniques*. Repéré à http://www.corridorappalachien.ca/wp-content/uploads/2016/09/protocole_corridors_fauniques_aut10.pdf

Corridor appalachien (ACA). (s. d.). Notre mission. Repéré à http://www.corridorappalachien.ca/notre-organisme/

Daily, G. C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P. M., Mooney, H. A., Pejchar, L., Ricketts, T. H., Salzman, J. et Shallenberger, R. (2009). Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment, 7*(1), 21-28. Repéré à https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1890/080025

Diaz, S., Fargione, J., Chapin III, F. S. et Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLOS Biology, 4*(8), 1300-1305. Repéré à http://journals.plos.org/plosbiology/article/file?id=10.1371/journal.pbio.0040277&type=printable

Dudley, N. et Rao, M. (2008). *Assessing and creating linkages within and beyond protected areas: A quick guide for protected area practitioners*. Repéré à https://www.wildlandsnetwork.org/sites/default/files/CreatingLinkagesQG-Web-1.pdf

Eastwood, A., Brooker, R., Irvine, R. J., Artz, R. R. E., Norton, L. R., Bullock, J. M., …, Pakeman, R. J. (2016). Does nature conservation enhance ecosystem services delivery? *Ecosystem services, 17*, 152-162. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/289366515_Does_nature_conservation_enhance_ecosystem_services_delivery

Éco-corridors laurentiens (ÉCL). (2016). Vision régionale pour la protection des milieux naturels. Repéré à http://www.ecocorridorslaurentiens.org/vision-r-gionale

El Jai, B. et Pruneau, D. (2015). Favoriser la restauration de la biodiversité en milieu urbain : les facteurs de réussite dans le cadre de quatre projets de restauration. *VertigO, 15*(3), 1-20. Repéré à https://www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2015-v15-n3-vertigo02438/1035880ar.pdf

Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire. (2005). *Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire*. (Rapport technique). Repéré à https://www.millenniumassessment.org/documents/document.447.aspx.pdf

Fahrig, L. et Rytwinski, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: An empirical review and synthesis. *Ecology and Society, 14*(1). Repéré à http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art21/

Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonnette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., …Winter, T. C. (2003). *Road ecology: Science and solutions*. Washington, D. C. : Island Press

Gouvernement du Canada. (2018). Parc national des Hautes-Terres-du-Cap-Breton: perte et fragmentation d'habitat. Repéré à https://www.pc.gc.ca/fr/pn-np/ns/cbreton/decouvrir-discover/environ/eco/sensible-sensitive/fragmentation

Grand dictionnaire terminologique [GDT]. (2011). Fiche terminologique « don écologique ». Repéré à http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26511685

Grand dictionnaire terminologique [GDT]. (2015). Fiche terminologique « biodiversité ». Repéré à http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26506449

Grand dictionnaire terminologique [GDT]. (2011). Fiche terminologique « service écosystémique ». Repéré à http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26540328

Gratton, L. (2012). Corridor appalachien : 10 ans de conservation. *Le Naturaliste canadien, 136*(3), 40-48. Repéré à https://www.erudit.org/fr/revues/natcan/2012-v136-n3-natcan0106/1009239ar/

Google Maps. (2018). Repéré à https://www.google.ca/maps

Guéveneux-Julien, C. (2017). *Eco-Corridors: Finding out how and where animals move to re-establish connectivity in the Laurentians*. [Document interne, format PDF].

Healy, A. et Gunson, K. E. (2014). *Reducing wildlife collisions: what is working in northeastern Ontario*. Repéré à http://conf.tac-atc.ca/english/annualconference/tac2014/s-29/healy.pdf

Hébert-Marcoux, S. (2009*). Les écosystèmes riverains, les bandes riveraines et les corridors écologiques : regard sur la capacité des bandes riveraines définies selon la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables du Québec de maintenir la fonction de corridor écologique* (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec). Repéré à https://www.usherbrooke.ca/biologie/fileadmin/sites/biologie/documents/Programmes_d_etudes/Ecologie_internationale/Hebert-Marcoux_Sarah-Emilie_ECL_741_essai_version_finale.pdf

Huijser, M., Duffield, J., Clevenger, A., Ament, R. et McGowen, P. (2009). Cost–benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the United States and Canada: A decision support tool. *Ecology and Society, 14*(2). Repéré à https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art15/

iNaturalist. (s. d.) Stop carcasses Laurentides. Repéré à https://inaturalist.ca/projects/stop-carcasses-laurentides

Institut de la statistique du Québec (ISQ). (2015a). *Bulletin statistique régional : Édition 2015 – Laurentides*. Repéré à http://www.bdso.gouv.qc.ca/docs-ken/multimedia/PB01608FR_RA15_2015A00F00.pdf

Institut de la statistique du Québec (ISQ). (2015b). Profils statistiques par région et MRC géographiques. Repéré à http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/region_00/region_00.htm

Iuell, B., Bekker, H. G. J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., …, Hlaváč, V. (2007). *Faune et trafic : manuel européen d'identification des conflits et de conception de solutions* (Rapport COST 341). Repéré à http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/faune_et_trafic.pdf

Jaeger, J. A. G., Bélanger-Smith, K., Gaitan, J., Plante, J., Bowman, J. et Clevenger, A. P. (2017). *Suivi de l'utilisation et de l'efficacité des passages à faune le long de la route 175 pour les petits et les moyens mammifères* (Rapport final de projet de recherche). Repéré à https://spectrum.library.concordia.ca/983124/1/Suivi%20des%20passages%20faunique%20petits%20et%20moyens%20mamm.%20route%20175%20-%20Jaeger%20et%20coll.%2011%20oct.%202017.pdf

Jaeger, J. A. G. et Fahrig, L. (2004). Effects of road fencing on population persistance. *Conservation biology, 18*(6), 1651-1657. Repéré à http://www.landscape-connectivity.de/English/Publications/publications-Dateien/documents/Jaeger_Fahrig%202004%20Cons%20Biol.pdf

Kremen, C. (2005). Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology letters, 8*, 468-479. Repéré à https://pdfs.semanticscholar.org/2fb0/be288c9e03a8703e2f4341a48fe3edb91fa7.pdf?_ga=2.120534155.2010430550.1529959452-1220747594.1529959452

Limoges, B. (2009). Biodiversité, services écologiques et bien-être humain. *Le Naturaliste canadien, 133*(2), 15-19. Repéré à https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/Services_ecologiques.pdf

Marangelo, P. et Farrell, L. (2016). Reducing wildlife mortality on roads in Vermont: Documenting wildlife movement near bridges and culverts to improve related conservation investments. Repéré à https://tnc.app.box.com/s/wtg029dm1r13lczmx7y8isyz59jamwvw

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). (2013). La Base de données géographiques et administratives à l'échelle de 1/1 000 000. Repéré à https://mern.gouv.qc.ca/territoire/portrait/portrait-donnees-mille.jsp

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). (2015). *Plan d'affectation du territoire public – Laurentides.* Repéré à http://mern.gouv.qc.ca/publications/territoire/planification/cartes_Laurentides/PATP/PATP_Laurentides_2015-11.pdf

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). (2017). Géoboutique Québec. Repéré à http://geoboutique.mern.gouv.qc.ca/edel/pages/recherche/critereRechercheEdel.faces

Ministère des Affaires municipales et Occupation du territoire (MAMOT). (2010a). Organisation territoriale – Laurentides (Région 15). Repéré à https://www.mamot.gouv.qc.ca/organisation-municipale/organisation-territoriale/regions-administratives/laurentides/

Ministère des Affaires municipales et Occupation du territoire (MAMOT). (2010b). Répertoires des municipalités - Laurentides. Repéré à https://www.mamot.gouv.qc.ca/recherche-avancee/fiche/?tx_mamrotrepertoire_pi1%5Btype%5D=region&tx_mamrotrepertoire_pi1%5Bcode%5D=15&tx_mamrotrepertoire_pi1%5Border%5D=asc_code_mun

Ministère des Affaires municipales et Occupation du territoire (MAMOT). (2017). *Région administrative 15 : Laurentides*. Repéré à https://www.mamot.gouv.qc.ca/pub/organisation_municipale/cartotheque/Region_15.pdf

Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec (MTMDET). (2018). Modification d'une limite de vitesse sur le réseau routier municipal. Repéré à https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/securite-signalisation/securite/Pages/modification-limite-vitesse.aspx

Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec (MTMDET). (2018). Structures sur le réseau routier – Transports Québec. Repéré à https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/structure-gsq

Ministry of Agriculture, Food and the Environment. (2016). *Documents for the mitigation of habitat fragmentation caused by transport infrastructure: Technical prescriptions for wildlife crossing and fence design* (2e éd.). Repéré à http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/technical_prescriptions_wildlife_crossing_tcm7-437077.pdf

MRC des Pays-d'en-Haut. (s. d.). Terres publiques. Repéré à http://lespaysdenhaut.com/services-aux-citoyens/amenagement-du-territoire/terres-publiques/

Roch, L. (2015). *Algonquin to the Adirondacks (A2A): Using circuit theory to measure landscape connectivity* (Mémoire de maîtrise, Université Concordia, Montréal, Québec). Repéré à https://spectrum.library.concordia.ca/979711/1/Roch_Msc_S2015.pdf

Rogic, A., Tessier, N. et Lapointe, F. (2014). *Identification des canidés du Parc national du Mont-Tremblant et de sa périphérie à l'aide de marqueurs microsatellites*. (Rapport technique). Repéré à https://www.sepaq.com/dotAsset/c38823b9-9f53-49c4-ab0d-557f663cc654.pdf

Rytwinski, T., van der Ree, R., Cunnington, G. M., Fahrig, F., Findlay, C. S., Houlahan,. J., …, van der Grift, E. A. (2015). Experimental study designs to improve the evaluation of road mitigation measures for wildlife. *Journal of Environmental Management, 154*, 48-64. Repéré à https://carleton.ca/glel/wp-content/uploads/Rytwinski_et_al-2015-Experimental-study-designs-to-improve-the-evaluation.pdf

Santos, S. M., Lourenço, R., Mira, A. et Beja, P. (2013). Relative effects of road risk, habitat suitability, and connectivity on wildlife roadkills: The case of tawny owls (*Strix aluco*). *PLOS ONE. 8*(11). Repéré à http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0079967

Service d'études techniques des routes et des autoroutes (SETRA). (2006). *Routes et passages à faune – 40 ans d'évolution*. Repéré à http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/routes_et_passages_faune.pdf

Shilling, F., Cramer, P., Farrell, L. et Reining, C. (2012). *Vermont Transportation & habitat connectivity guidance document*. Repéré à http://stayingconnectedinitiative.org/assets/vtrans_transport_habitat_connectivity_guidance_final_dec2012.pdf

Simpson, N. O., Stewart, K. M., Schroeder, C., Cox, M., Huebner, K. et Wasley, T. (2016). Overpasses and underpasses: Effectiveness of crossing structures for migratory ungulates: Crossing Structures and migratory ungulates. *The Journal of Wildlife Management, 80*(8), 1370-1378. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/305889441_Overpasses_and_underpasses_Effectiveness_of_crossing_structures_for_migratory_ungulates_Crossing_Structures_and_Migratory_Ungulates?enrichId=rgreq-bc6b423fb9a14f615030c09cf6d3bc49-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMwNTg4OTQ0MTtBUzo2MzMyNjQwNzkzOTY4NjZAMTUyNzk5MzMzMDk1OQ%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf

Société des Établissements de Plein Air du Québec (SÉPAQ). (2018). Parc national d'Oka. Repéré à https://www.sepaq.com/pq/oka/

Statistique Canada. (2016). Profil du recensement, recensement de 2016 : Laurentides [région économique], Québec et Québec [province]. Repéré à http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?B1=All&Code1=2455&Code2=24&Data=Count&Geo1=ER&Geo2=PR&Lang=F&SearchPR=01&SearchText=Laurentides&SearchType=Begins&TABID=1

Staying Connected Initiative (SCI). (2018). About. Repéré à http://stayingconnectedinitiative.org/about/

The Nature Conservancy (TNC). (2018). About us. Repéré à https://www.nature.org/about-us/vision-mission/index.htm?intc=nature.tnav.about

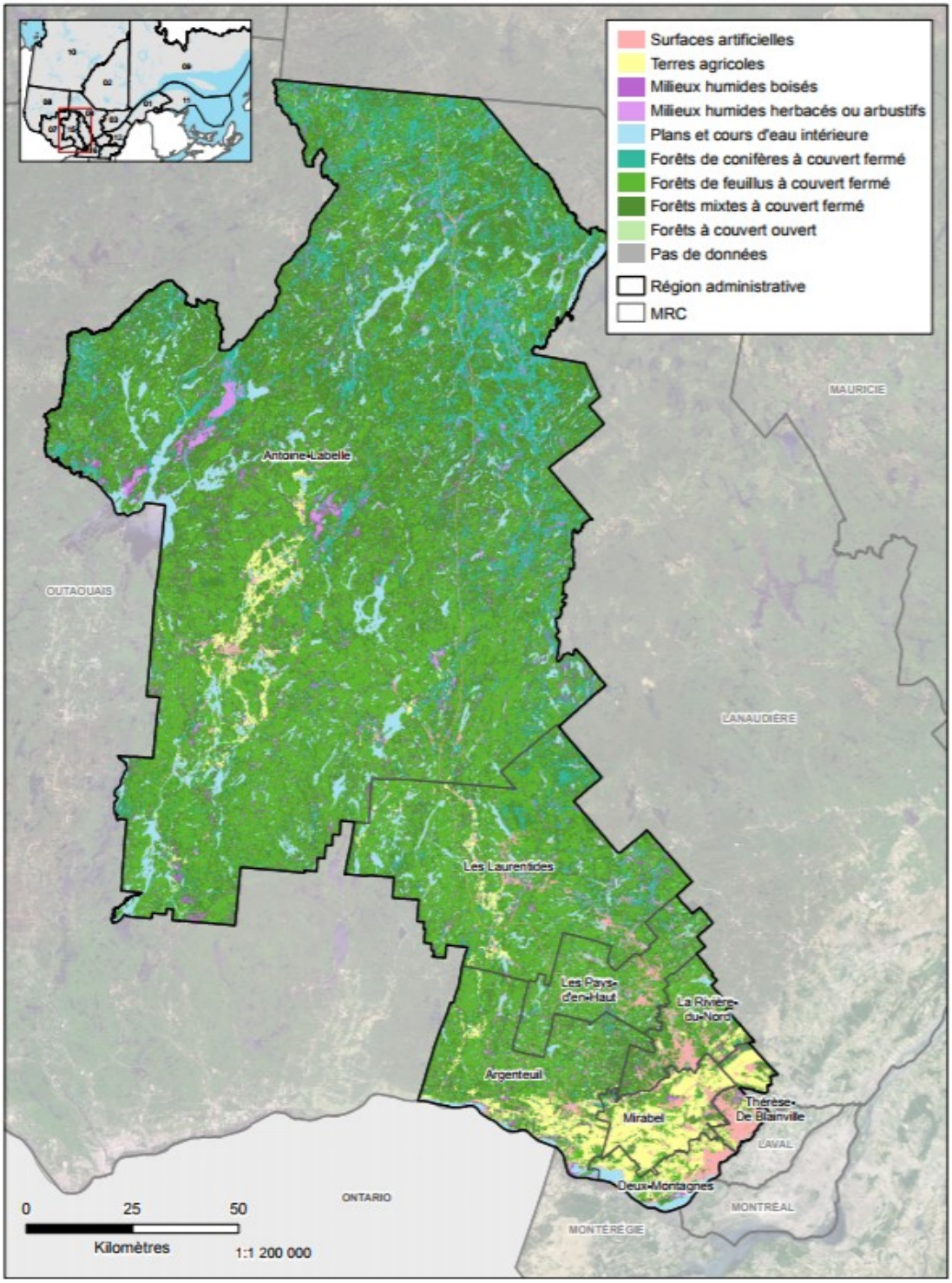
Tremblay, R., Mohand-Said, F. et Laliberté, M. (2013). *Identification des priorités de conservation dans le territoire des Laurentides* [Document interne, fichier PDF].

Two Countries, One Forest. (2013). Au sujet de Deux pays, Une forêt. Repéré à https://programs.wcs.org/2c1forest/Au-sujet-de-Deux-pays-Une-for%C3%AAt.aspx#.WoOTtajiY2w

van der Ree, R., Smith, D. J. et Grilo, C. (2015). *Handbook of road ecology*. Repéré à https://ebookcentral.proquest.com/lib/usherbrookemgh-ebooks/detail.action?docID=1895495

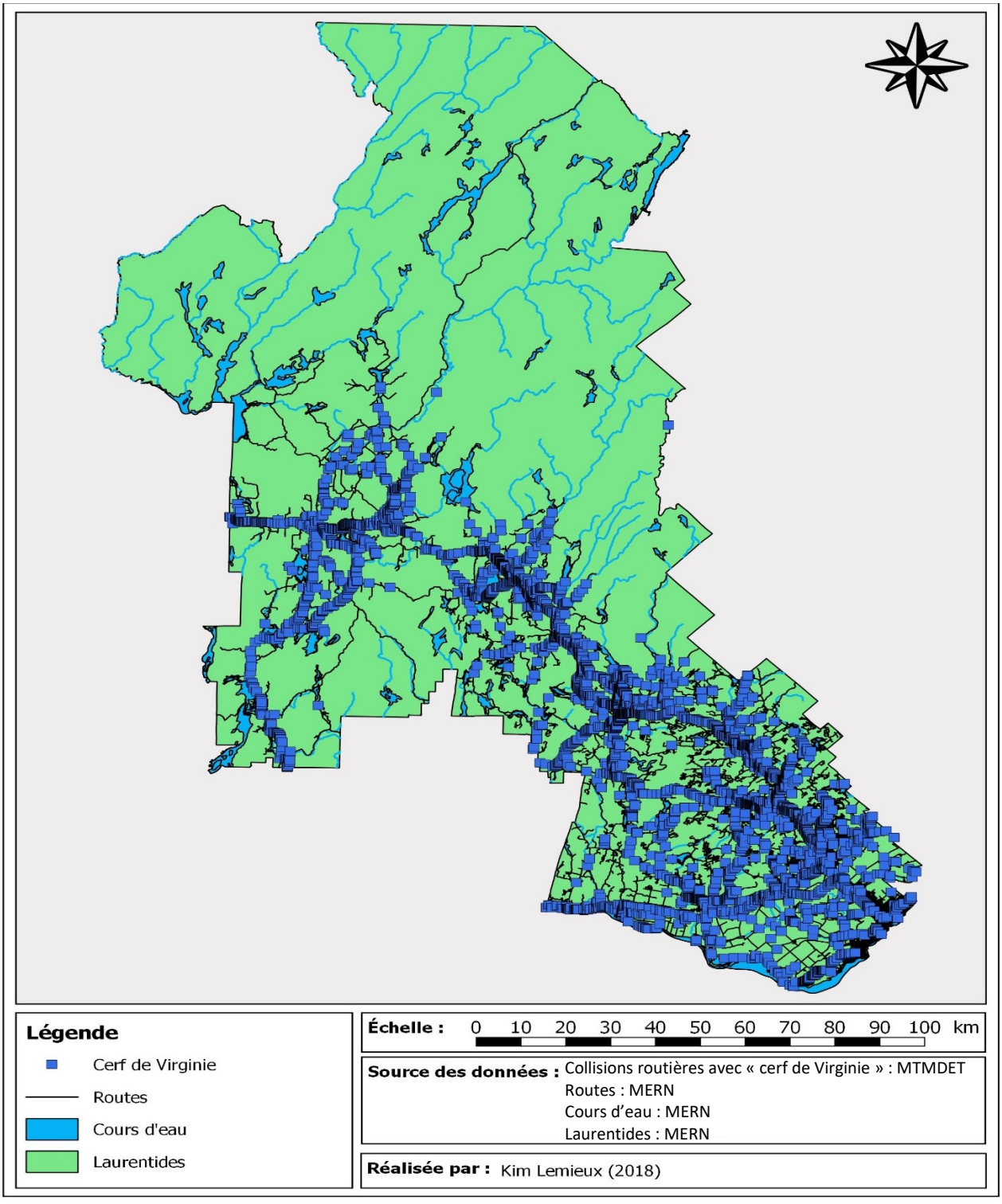
VINCI Autoroutes. (2016). *Retour d'expérience des aménagements et des suivis faunistiques sur le réseau VINCI Autoroutes : restauration des continuité écologiques sur autoroutes*. Repéré à http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/rapport_rex_fr-vinci_web.pdf

ANNEXE 1 – CARTOGRAPHIE DE LA COUVERTURE TERRESTRE DES LAURENTIDES EN 2005 (tiré de : Institut de la statistique du Québec, 2015a)

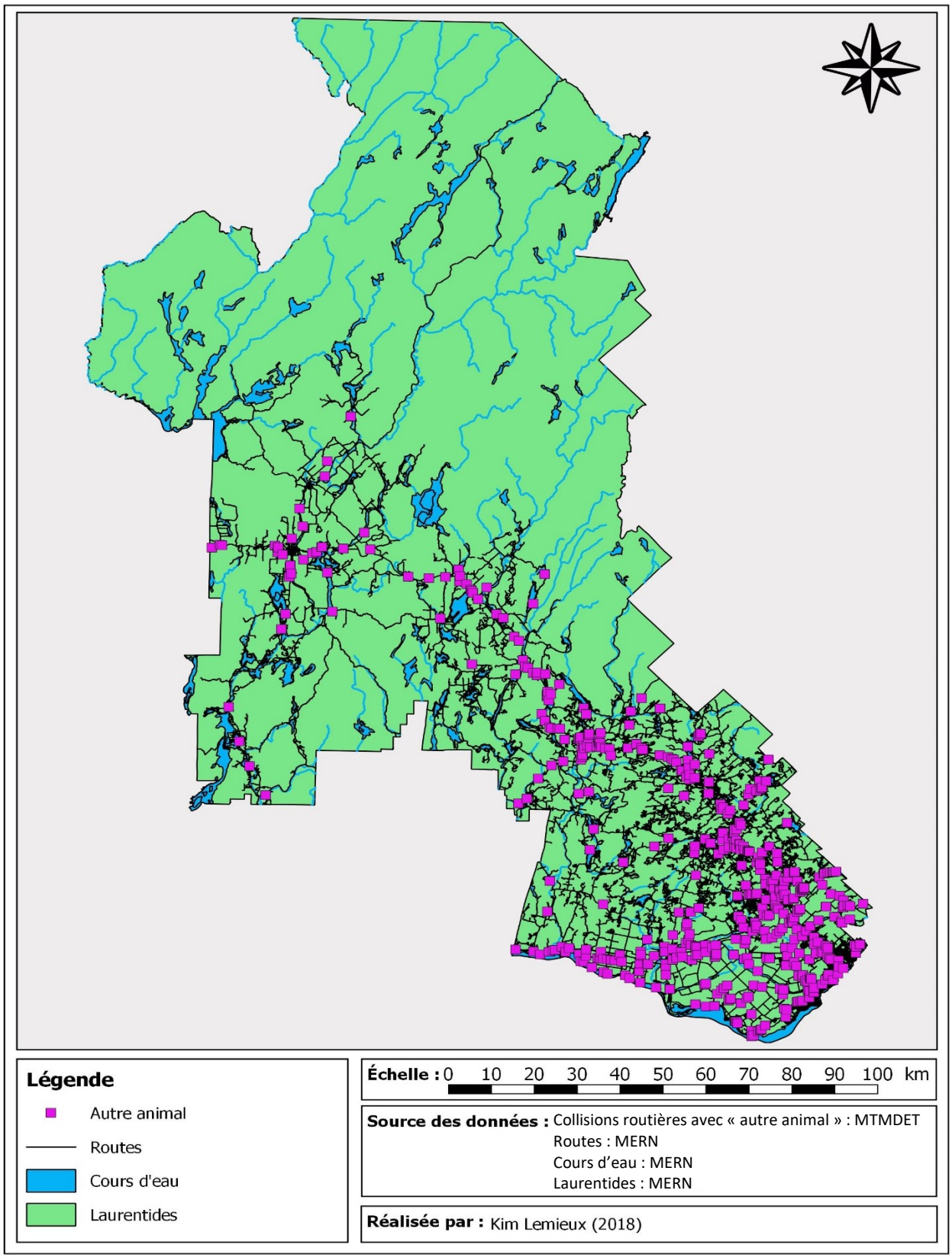


Couverture terrestre des Laurentides en 2005

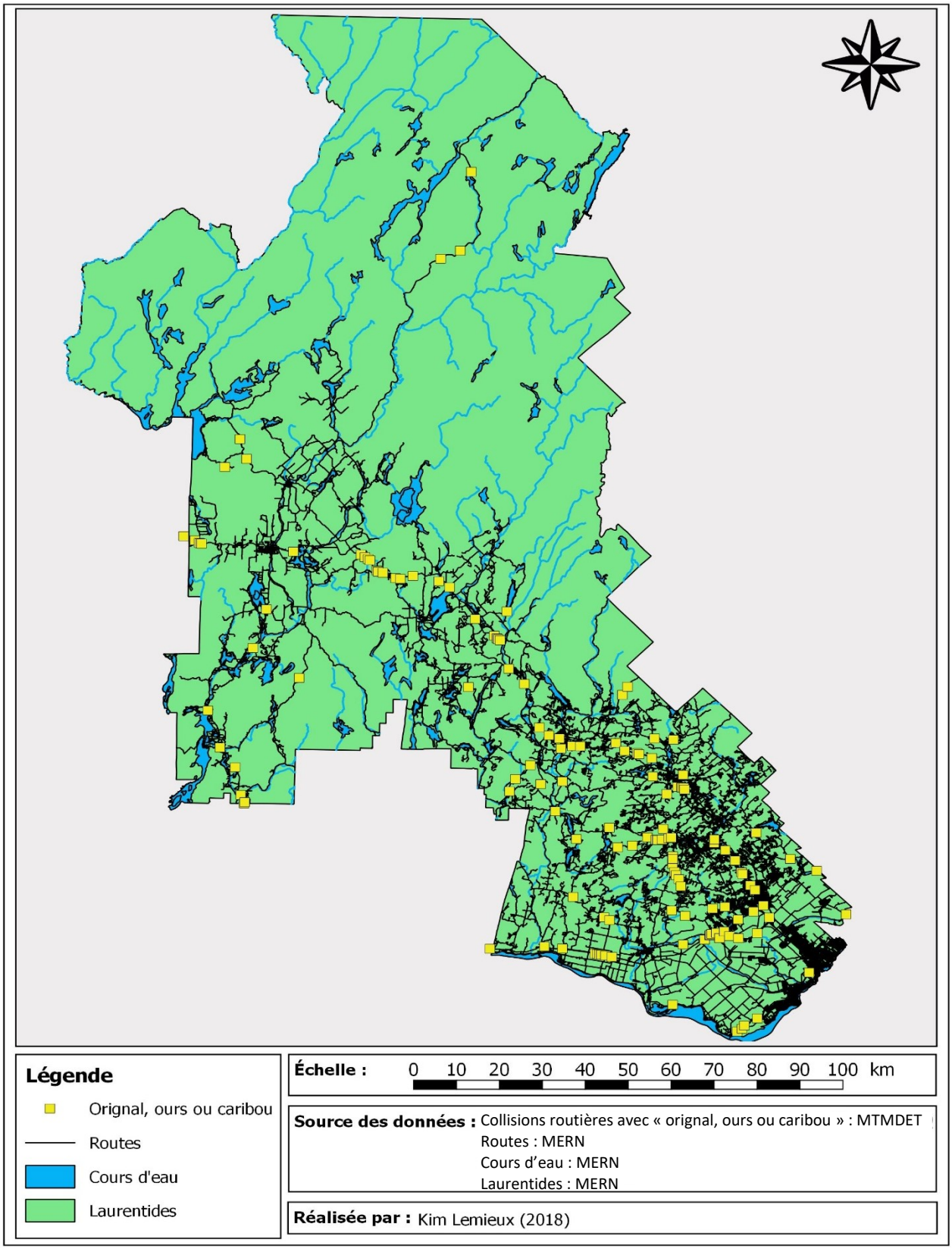
ANNEXE 2 – POSITION DES COLLISIONS ROUTIÈRES AVEC LA FAUNE PAR CLASSE ANIMALE SUR LE TERRITOIRE DES LAURENTIDES



Positions des collision routières impliquant la classe animale « cerf de Virginie » survenues de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides

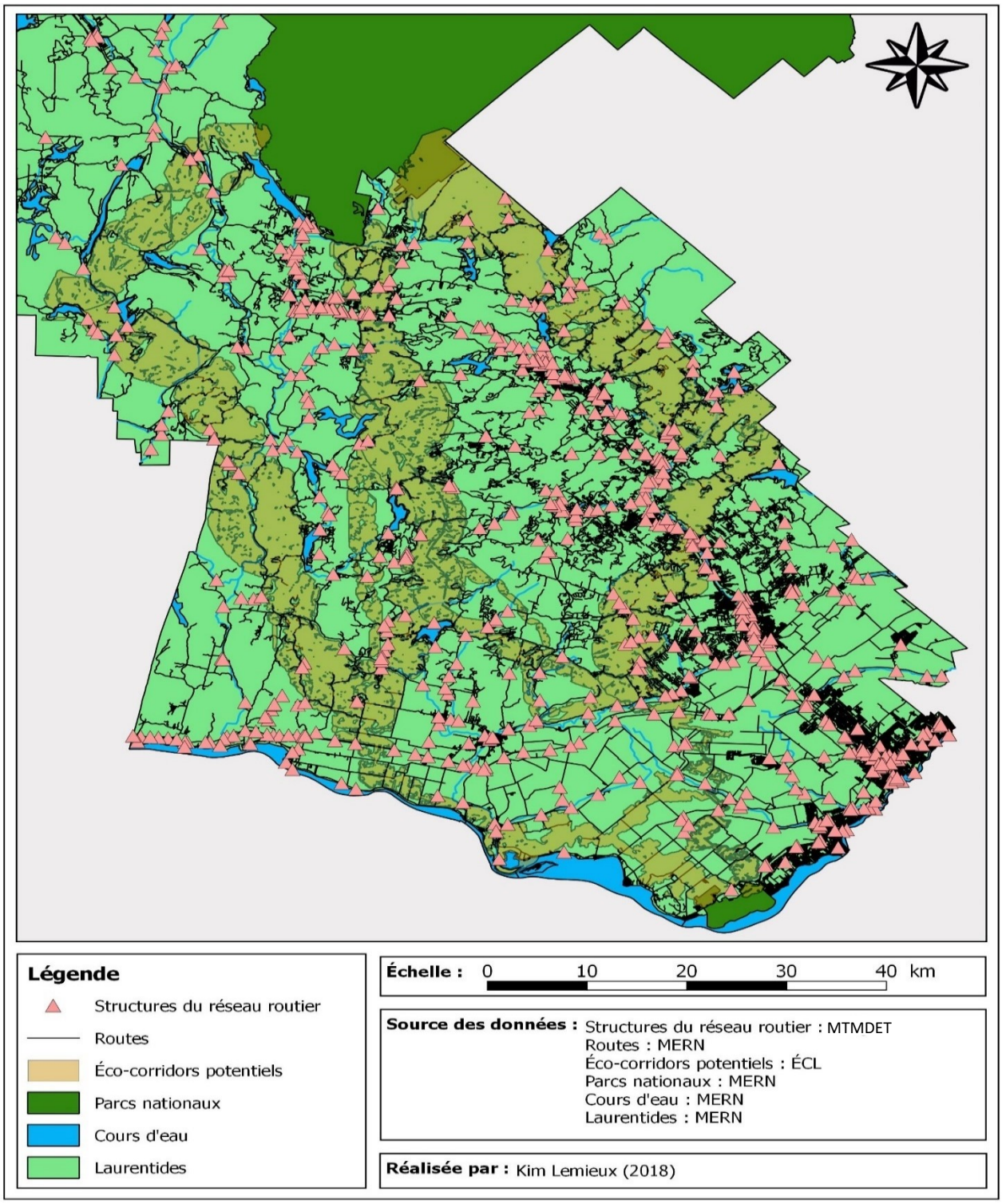


Positions des collision routières impliquant la classe animale « autre animal » survenues de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides



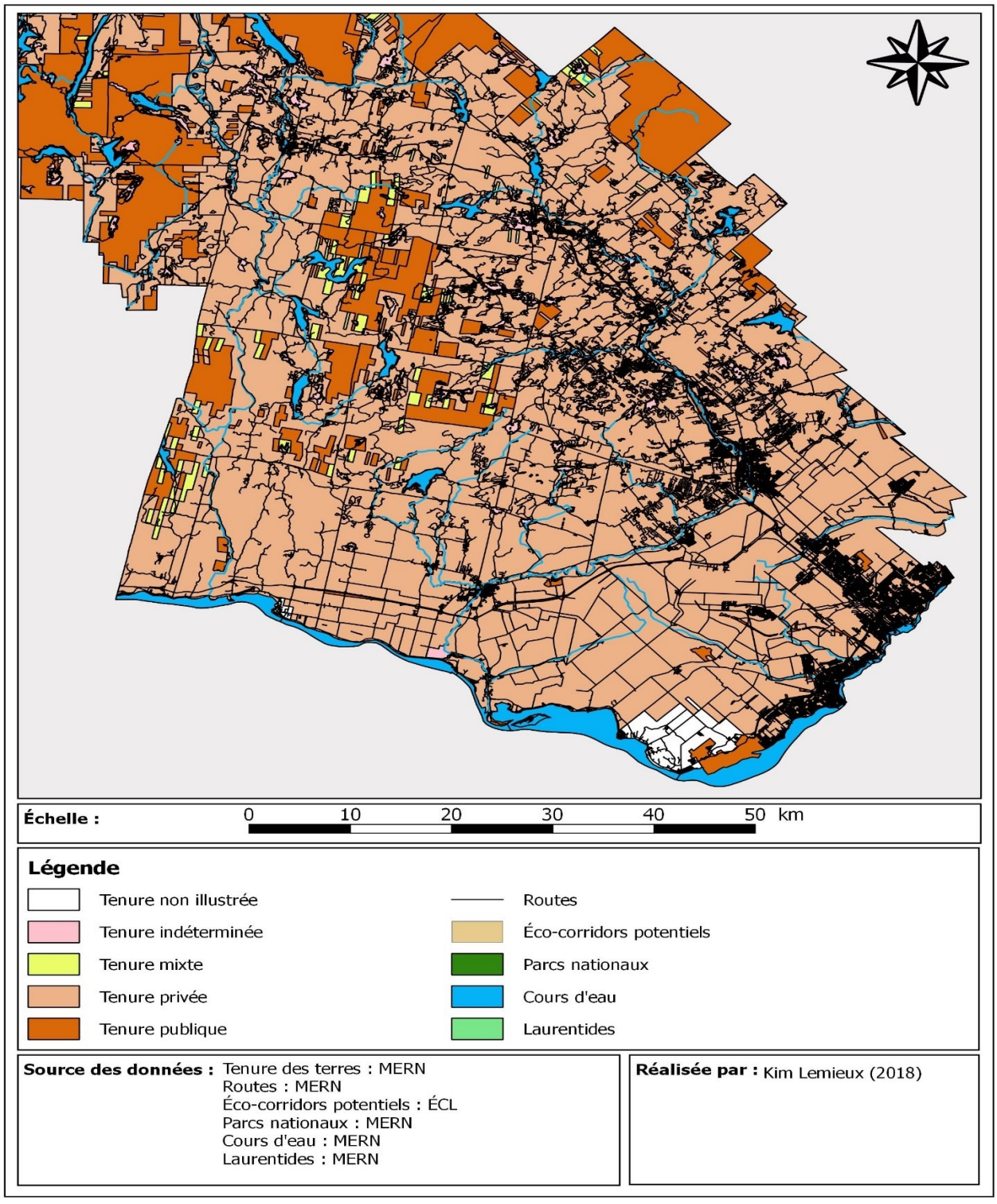
Positions des collision routières impliquant la classe animale « orignal, ours ou caribou » survenues de 2010 à 2017 sur le territoire des Laurentides

ANNEXE 3 – POSITION DES STRUCTURES ROUTIÈRES ENTRE LE PARC NATIONAL DU MONT-TREMBLANT ET LE PARC NATIONAL D'OKA DANS LES LAURENTIDES



Positions des structures sur le réseau routier (ponts, ponceaux et viaducs) entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka

ANNEXE 4 – TENURE DES TERRES ENTRE LE PARC NATIONAL DU MONT-TREMBLANT ET LE PARC NATIONAL D'OKA DANS LES LAURENTIDES



Tenure des terres entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides

ANNEXE 5 – POSITION DES ZONES OÙ DES PASSAGES FAUNIQUES PEUVENT ÊTRE AMÉNAGÉS

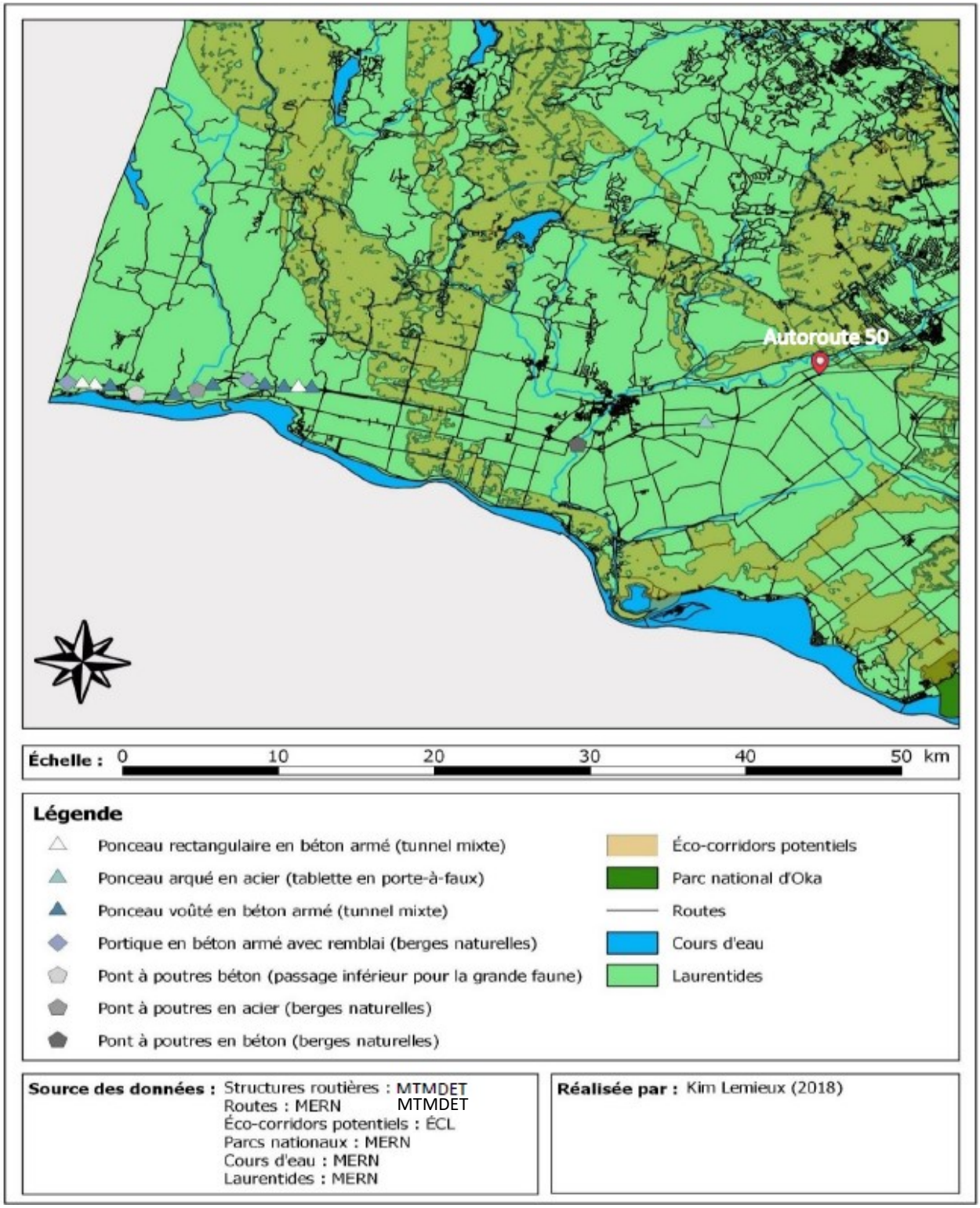


Figure A.1 Positions des structures routières sur l'autoroute 50 servant de passages fauniques ou pouvant être aménagées à cette fin

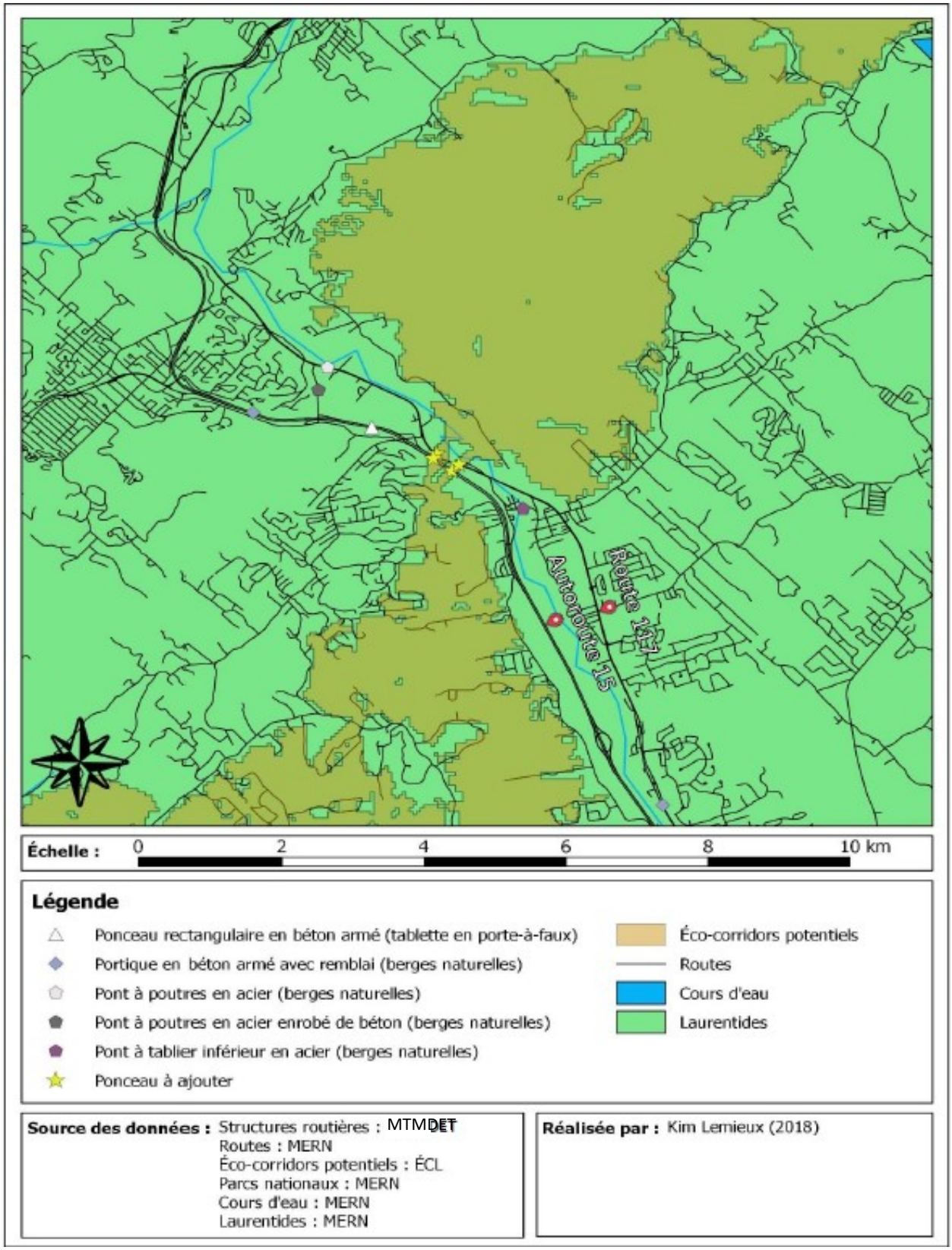


Figure A.2 Positions des structures routières sur l'autoroute 15 et la route 117 pouvant servir de passages fauniques

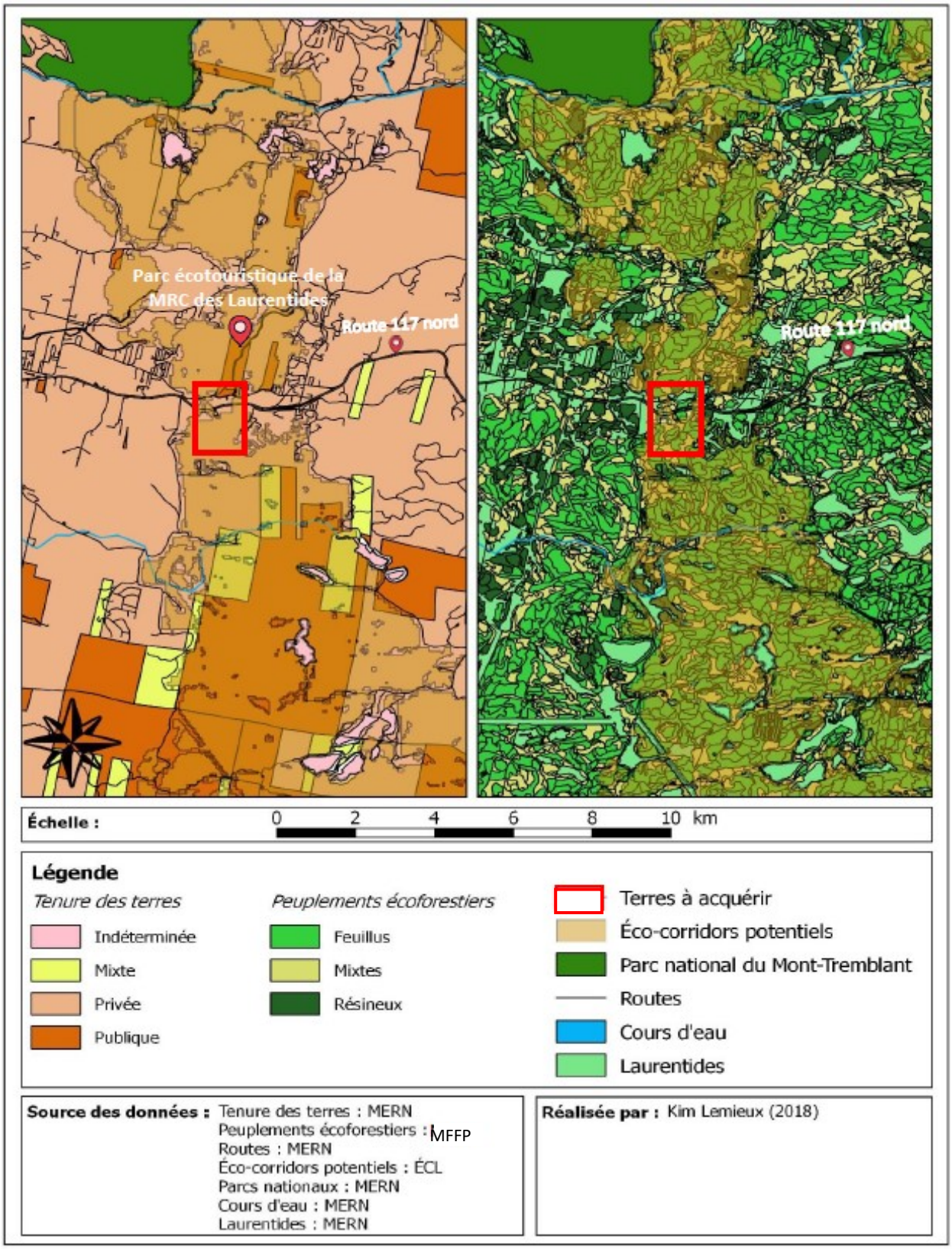


Figure A.3 Tenure des terres et peuplements écoforestiers dans un secteur de la route 117 nord entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides

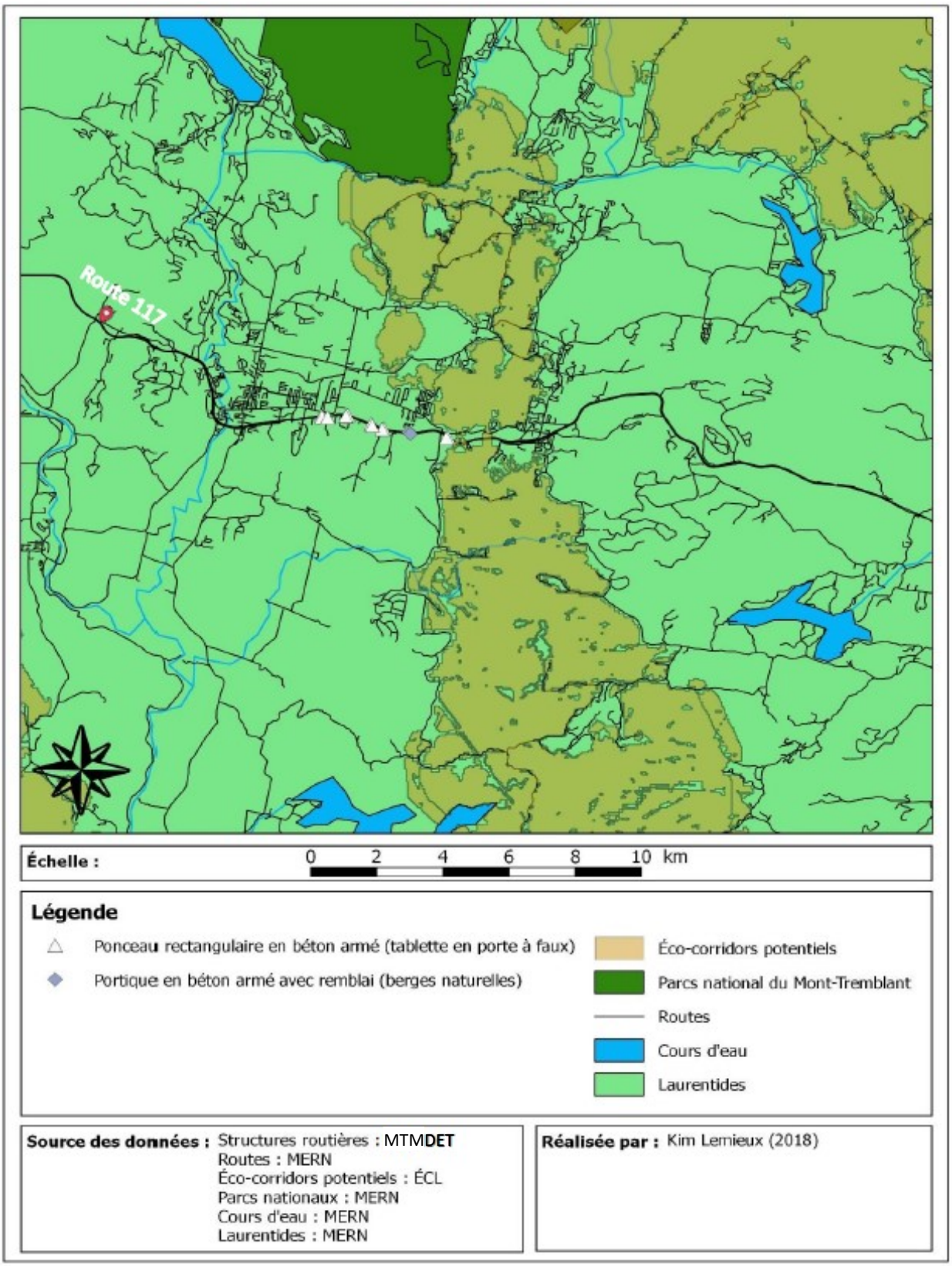


Figure A.4 Positions des structures routières sur la route 117 nord pouvant être aménagées comme des passages fauniques

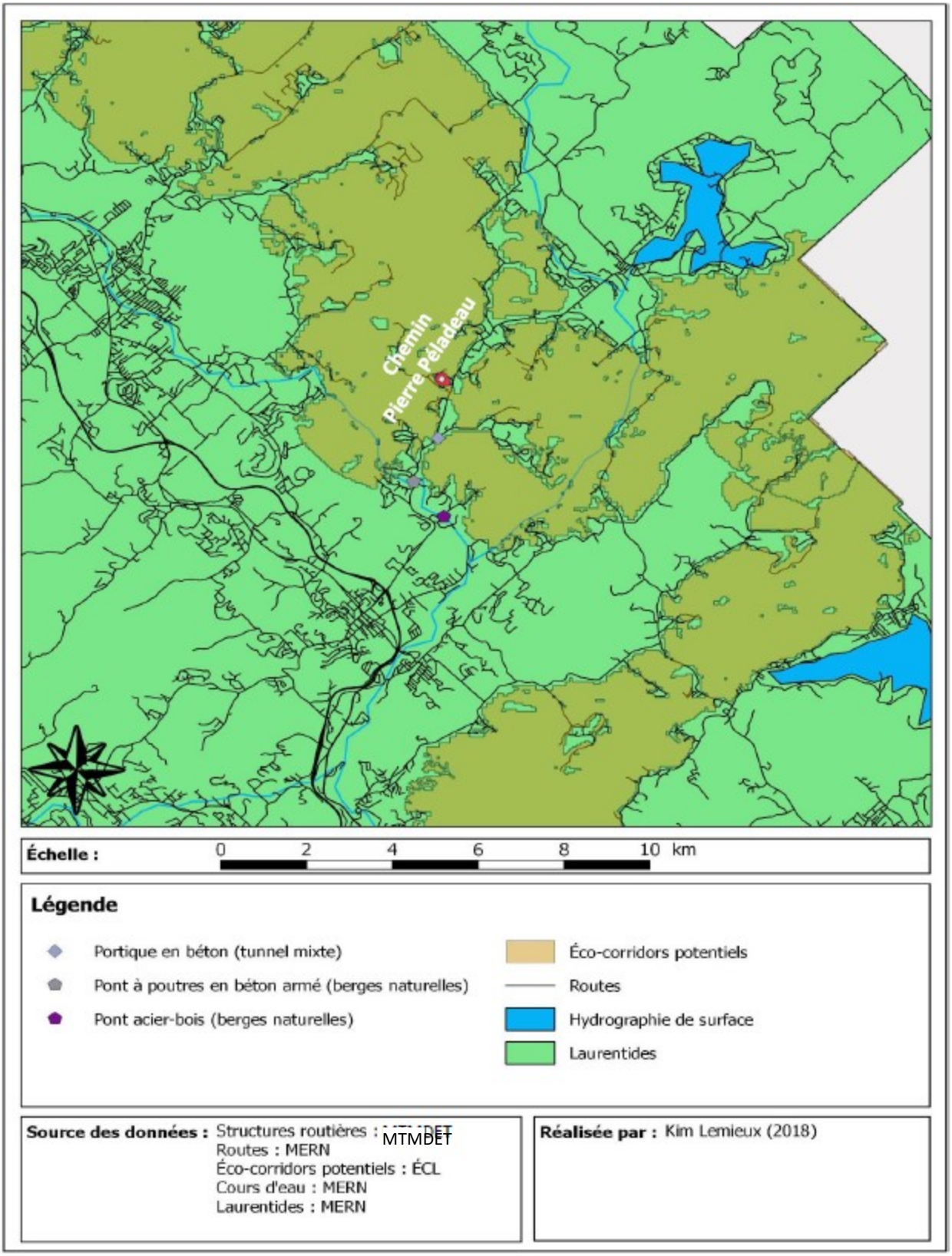


Figure A.5 Positions des structures routières sur le chemin Pierre Péladeau pouvant être aménagées comme des passages fauniques

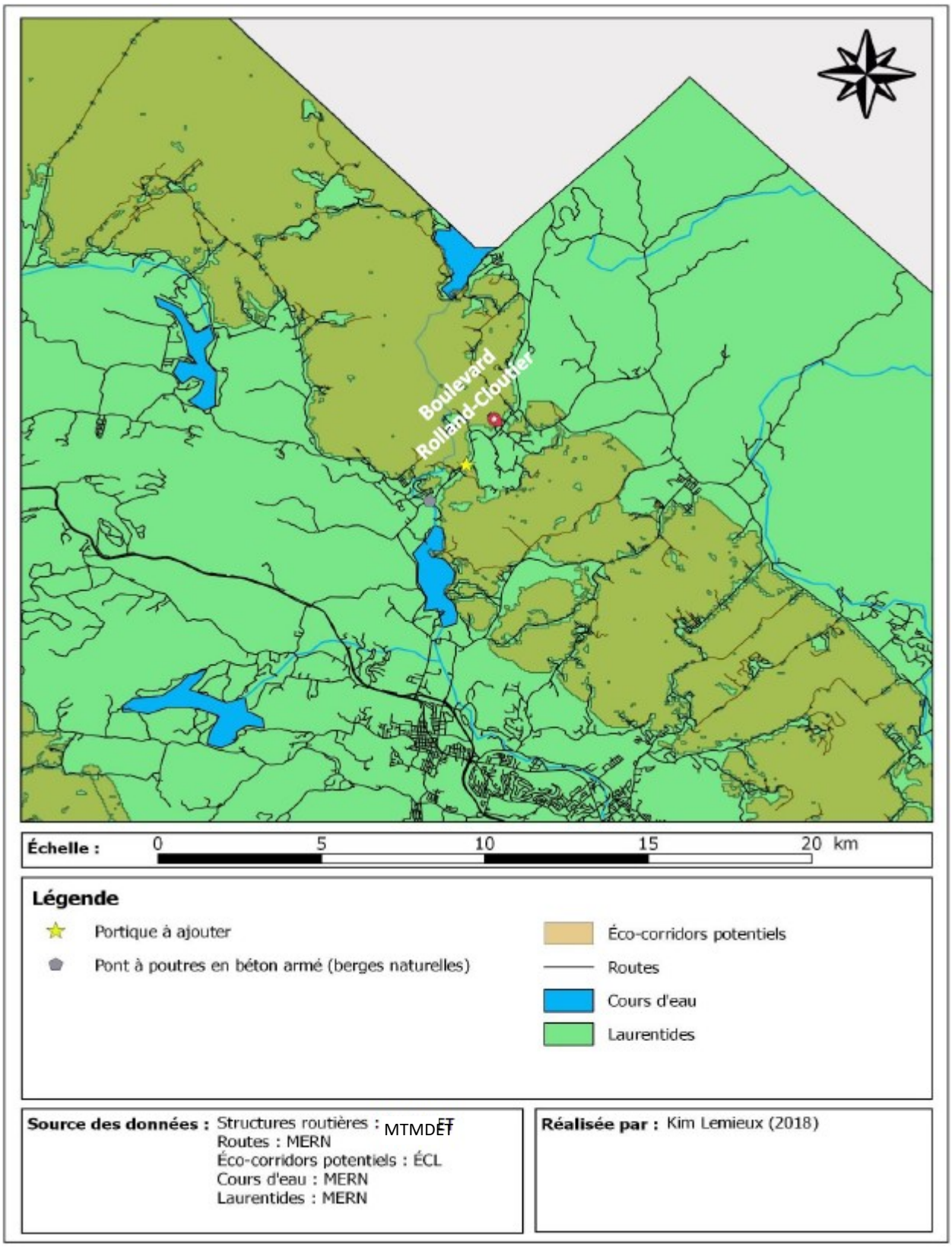


Figure A.6 Positions des structures routières sur le boulevard Rolland-Cloutier pouvant être aménagées comme des passages fauniques

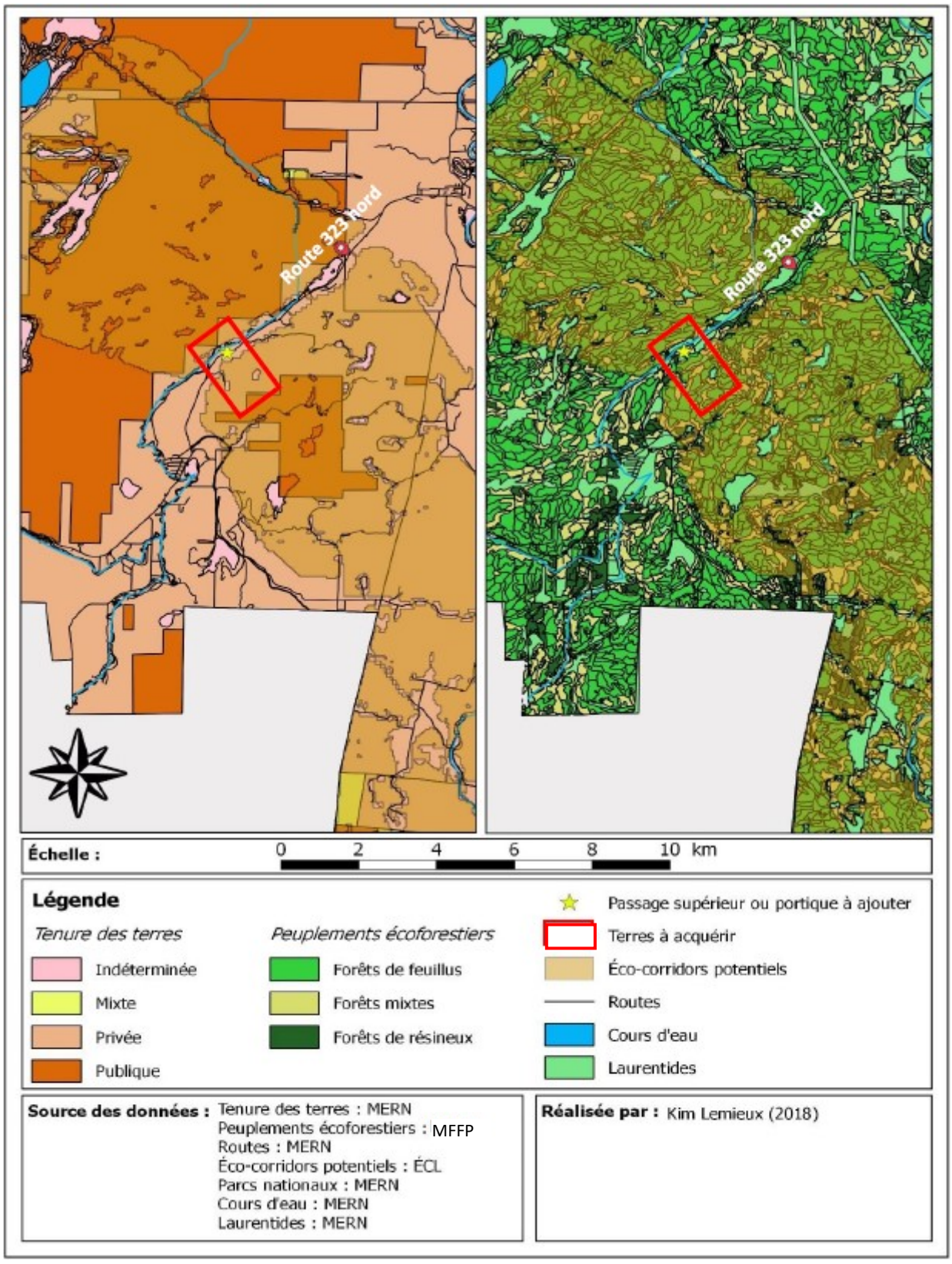


Figure A.7 Tenure des terres et des peuplements écoforestiers aux alentours de la route 323 nord entre le parc national du Mont-Tremblant et le parc national d'Oka dans les Laurentides

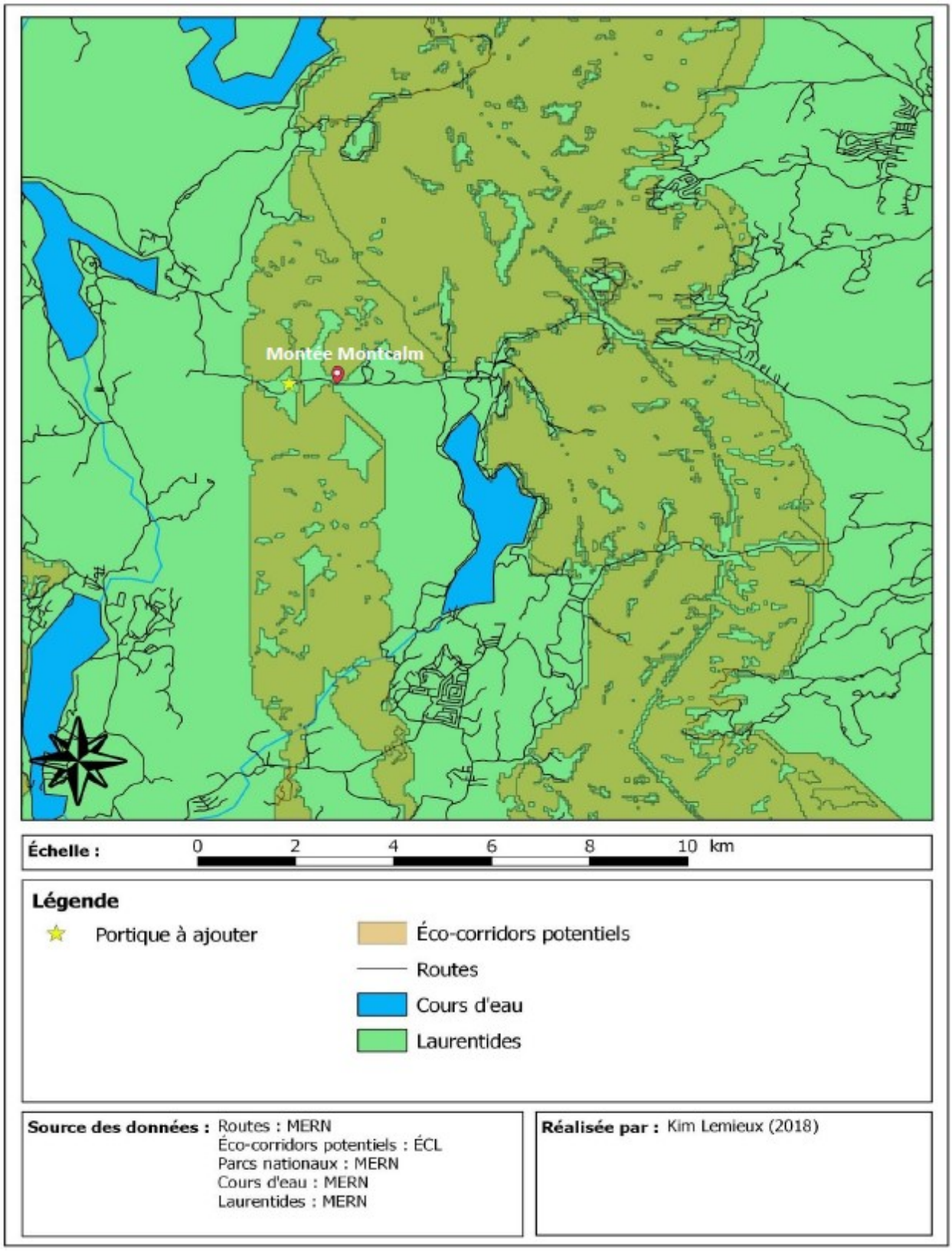


Figure A.8 Positions d'une structure routière à installer sur la montée Montcalm pouvant être aménagée comme passage faunique