

Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris (Réseau Chirops)

Résultats des inventaires de 2000 à 2020



Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par le Service de la conservation de la biodiversité et des milieux humides (SCBMH) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Dépôt légal – 2024
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-96818-4 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2024

Équipe de réalisation

Rédaction

Nathalie Desrosiers, biologiste, M. Sc.

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), Service de la conservation de la biodiversité et des milieux humides (SCBMH)

Richard Berthiaume, biologiste, Ph. D.

Consultant

Révision

Valérie Simard, technicienne de la faune.

MELCCFP, SCBMH (au moment de la rédaction)

Anouk Simard, biologiste, Ph. D.

MELCCFP, SCBMH

Anne-Marie Gosselin, biologiste
Chef d'équipe — Division de la biodiversité

MELCCFP, SCBMH

Ariane Massé, biologiste, Ph. D.

MELCCFP, SCBMH

Christine Dumouchel, biologiste, M. Env.

MELCCFP, SCBMH

Remerciements

Le Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris (Réseau Chirops) existe grâce à l'initiative de trois organismes qui se sont associés pour réaliser ce projet. Nous tenons à remercier Jacques Jutras (auparavant au Ministère), Michel Delorme (auparavant au Biodôme de Montréal) et Julie McDuff (WSP, auparavant Envirotel 3000) d'avoir joint leurs efforts. Nous remercions Claire Vasseur du Biodôme pour la coordination du Réseau pendant les 10 premières années ainsi que Julie McDuff qui réalise, depuis la création du Réseau, les analyses des sonagrammes.

La réalisation des inventaires durant toutes ces années a fait appel à de nombreux bénévoles ainsi qu'à des techniciens de la faune ou des biologistes des directions régionales de la gestion de la faune et de la Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune du Ministère. Nous tenons à les remercier pour leur implication soutenue au fil du temps. Nous tenons également à souligner la collaboration annuelle du zoo de Saint-Félicien.

Nous tenons à remercier Anne-Marie Béland, pour la réalisation des différentes cartes, ainsi qu'Anouk Simard, Valérie Simard, Ariane Massé, Anne-Marie Gosselin et Christine Dumouchel pour la révision du document et leurs précieux conseils ainsi qu'à Antoine Nappi pour son soutien.

Référence à citer

DESROSIERS, N. et R. BERTHIAUME (2024). *Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris (Réseau Chirops) – Résultats des inventaires de 2000 à 2020*, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune, Service de la conservation de la biodiversité et des milieux humides, gouvernement du Québec, Québec, 70 p. + annexes.

Résumé

Les populations de chauves-souris insectivores sont en déclin depuis plusieurs décennies et, depuis 2010, la propagation du syndrome du museau blanc (SMB) au Québec a provoqué une chute radicale des populations résidentes. Au Québec, la gestion et la conservation de ces espèces relèvent du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) qui, entre autres, récolte des données par l'entremise du Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris (Réseau Chirops). Ce réseau fournit des tendances sur les populations à l'échelle régionale et provinciale permettant de faire ressortir les changements qui sont survenus dans le temps à la suite de l'apparition du SMB. Les résultats indiquent un déclin important et généralisé des populations appartenant au complexe *Myotis* spp., alors que les niveaux d'activité de la grande chauve-souris brune n'ont pas diminué depuis l'apparition du SMB. Pour les espèces migratrices, les niveaux d'activité enregistrés entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du SMB varient selon les espèces et les régions considérées. Pour la chauve-souris argentée, les niveaux d'activité semblent à la hausse dans la majorité des régions, alors qu'ils sont demeurés stables pour la chauve-souris cendrée. Les faibles niveaux d'activité répertoriés pour la pipistrelle de l'Est ne permettent pas de confirmer de tendances tandis que ceux de la chauve-souris rousse semblent à la hausse dans quelques régions. Les données démontrent également que des changements à l'échelle de la composition des communautés des chauves-souris sont survenus au courant des dernières années à la suite de l'apparition du SMB.

Table des matières

Introduction	1
Méthodologie	3
Identification des espèces de chauves-souris	3
Analyse des données	6
Résultats	7
Tendances de l'activité des chauves-souris dans l'ensemble du Québec	7
Comparaison de l'activité des chauves-souris entre les régions du Québec	9
Complexe <i>Myotis</i> spp.	9
Grande chauve-souris brune	9
Chauve-souris argentée	10
Chauve-souris cendrée	10
Chauve-souris rousse	10
Pipistrelle de l'Est	10
Résultats des routes d'écoute par région	12
Région du Bas-Saint-Laurent (01)	12
Région du Saguenay–Lac-Saint-Jean (02)	15
Région de la Capitale-Nationale (03)	18
Région de la Mauricie (04)	21
Région de l'Estrie (05)	24
Région de l'Outaouais (07)	27
Région de l'Abitibi (8a)	30
Région du Témiscamingue (8b)	33
Région de la Côte-Nord (09)	36
Région du Nord-du-Québec (10)	39
Région de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (11)	42
Région de la Chaudière-Appalaches (12)	45
Région de Laval (13)	48
Région de Lanaudière (14)	51
Région des Laurentides (15)	54
Région de la Montérégie (16)	57
Discussion	61
État et tendances des populations	61
Pipistrelle de l'Est et chauve-souris rousse	61
<i>Myotis</i> spp.	61

Grande chauve-souris brune et chauve-souris argentée	62
Chauve-souris cendrée	63
Variabilité interannuelle et effort d'échantillonnage	64
Pistes d'amélioration	65
Respect des dates et des périodes	65
Analyse de sonagrammes	65
Conclusion	66
Références	67
Annexe 1 Résultats des régressions linéaires entre les nombres moyens de passages pour les espèces et les complexes d'espèces de chauves-souris en fonction de l'année aux échelles provinciale et régionale pour les 20 ans d'inventaires acoustiques (2000-2019)	71
Annexe 2 Résultats des analyses de variance de l'activité des espèces et complexe d'espèces de chauves-souris comparant les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome du museau blanc pour les 20 années d'inventaires acoustiques (2000-2019)	74

Liste des figures

Figure 1. Localisation des 16 routes d'écoute du Réseau Chirops.	2
Figure 2. Évolution de la détection du syndrome du museau blanc au Québec. L'année de la première détection du syndrome dans chacune des régions a été extrapolée à l'ensemble de sa superficie, bien que les détections soient circonscrites à des secteurs précis.	5
Figure 3. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2000 à 2020 pour l'ensemble du Québec. Le nombre de régions où des inventaires ont été réalisés est indiqué en dessous de chacune des années. La plage grise débutant en 2010 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans au moins une région du Québec.	8
Figure 4. Données d'activité pour : a) le complexe des <i>Myotis</i> spp.; b) la grande chauve-souris brune; c) la chauve-souris argentée; d) la chauve-souris cendrée; e) la chauve-souris rousse; et f) la pipistrelle de l'Est pour les différentes régions avant et après la détection du syndrome (2010), toutes années confondues. Les barres bleues représentent les données avant syndrome et les barres orangées, après syndrome. Les régions sont identifiées en utilisant leurs codes numériques : 1 Bas-Saint-Laurent; 2 Saguenay–Lac-Saint-Jean; 3 Capitale-Nationale; 4 Mauricie; 5 Estrie; 7 Outaouais; 8a Abitibi; 8b Témiscamingue; 9 Côte-Nord; 10 Nord-du-Québec; 11 Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine; 12 Chaudière-Appalaches; 13 Laval; 14 Lanaudière; 15 Laurentides.	11
Figure 5. Localisation de la route d'écoute Rimouski dans la région du Bas-Saint-Laurent.	13
Figure 6. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2020 pour la région du Bas-Saint-Laurent. La plage grise débutant en 2014 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.	14

Figure 7.	Localisation de la route d'écoute de Saint-Félicien dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean _____	16
Figure 8.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2020 pour dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. La plage grise débutant en 2012 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région. _____	17
Figure 9.	Localisation de la route d'écoute de Charlevoix dans la région de la Capitale-Nationale. _____	19
Figure 10.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2020 pour la région de la Capitale-Nationale. La plage grise débutant en 2012 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région. _____	20
Figure 11.	Localisation de la route d'écoute du Lac-des-Piles dans la région de la Mauricie. _____	22
Figure 12.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2000 à 2020 pour la région de la Mauricie. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région. _____	23
Figure 13.	Localisation de la route d'écoute de Sherbrooke dans la région de l'Estrie. _____	25
Figure 14.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2000 à 2020 pour la région de l'Estrie. La plage grise débutant en 2010 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région. _____	26
Figure 15.	Localisation de la route d'écoute de Quyon dans la région de l'Outaouais. _____	28
Figure 16.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2003 à 2020 pour la région de l'Outaouais. La plage grise débutant en 2010 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région. _____	29
Figure 17.	Localisation de la route d'écoute de Mont-Brun dans la région de l'Abitibi. _____	31
Figure 18.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2003 à 2020 pour la région de l'Abitibi. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région. _____	32
Figure 19.	Localisation de la route d'écoute de Laverlochère dans la région du Témiscamingue. _____	34
Figure 20.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2003 à 2019 pour la région du Témiscamingue. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région. _____	35
Figure 21.	Localisation de la route d'écoute du lac Labrie dans la région de la Côte-Nord. ____	37
Figure 22.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2020 pour la région de la Côte-Nord. La plage grise débutant en 2015 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région. _____	38
Figure 23.	Localisation de la route d'écoute du lac Bourbeau dans la région du Nord-du-Québec. _____	40
Figure 24.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2003 à 2020 pour la région du Nord-du-Québec. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région. _____	41

Figure 25.	Localisation de la route d'écoute de la Tourelle dans la région de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine.	43
Figure 26.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2019 pour la région de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine. La plage grise débutant en 2015 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.	44
Figure 27.	Localisation de la route d'écoute du lac Trois-Saumons dans la région de la Chaudière-Appalaches.	46
Figure 28.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2019 pour la région de la Chaudière-Appalaches. La plage grise débutant en 2012 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.	47
Figure 29.	Localisation de la route d'écoute de Laval dans la région de Laval.	49
Figure 30.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2000 à 2020 pour la région de Laval. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.	50
Figure 31.	Localisation de la route d'écoute de Hamilton dans la région de Lanaudière.	52
Figure 32.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2006 à 2020 pour la région de Lanaudière. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.	53
Figure 33.	Localisation de la route d'écoute de Notre-Dame-du-Laus dans la région des Laurentides.	55
Figure 34.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2004 à 2020 pour la région des Laurentides. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.	56
Figure 35.	Localisation de la route d'écoute de Brossard dans la région de la Montérégie.	58
Figure 36.	Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2012 à 2020 pour la région de la Montérégie. La plage grise indique la présence du syndrome qui a été détecté en 2010 dans la région.	59

Liste des tableaux

Tableau 1. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans tout le Québec pour les 20 années d'inventaires acoustiques (2000-2019). Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	9
Tableau 2. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome en 2014 dans la région du Bas-Saint-Laurent. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	15
Tableau 3. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome en 2012 dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	18
Tableau 4. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome en 2012 dans la région de la Capitale-Nationale. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	21
Tableau 5. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de la Mauricie en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	24
Tableau 6. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de l'Estrie en 2010. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	27
Tableau 7. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de l'Outaouais en 2010. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	30
Tableau 8. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de l'Abitibi en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	33
Tableau 9. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région du Témiscamingue en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	36
Tableau 10. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de la Côte-Nord en 2015. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	39
Tableau 11. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région du Nord-du-Québec en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	42

Tableau 12. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine en 2015. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	45
Tableau 13. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de la Chaudière-Appalaches en 2012. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	48
Tableau 14. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de Laval en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	51
Tableau 15. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de Lanaudière en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	54
Tableau 16. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région des Laurentides en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.	57
Tableau 17. Nombre moyen de passages par parcours dans la région de la Montérégie. Les résultats ne considèrent pas les données de 2020.	60

Introduction

Durant les années 1990, un déclin mondial des populations de chauves-souris insectivores était observé en raison de la perte d'habitat, de l'utilisation des pesticides, de la perte des sites de maternité et du dérangement durant l'hibernation. À cette époque, il n'y avait aucun programme de suivi des populations permettant d'évaluer la tendance de ces espèces au Québec. C'est ainsi qu'en 2000 le Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris (Réseau Chirops) a été mis en place afin d'acquérir des connaissances sur les chauves-souris présentes dans la province, de documenter leur répartition et d'évaluer les tendances des populations à long terme. Le Réseau a débuté avec 3 routes d'écoute dans autant de régions administratives et il s'est graduellement élargi pour couvrir 14 régions à partir de 2006. Une quinzième région s'est ajoutée en 2012 (Montérégie) pour compléter le Réseau et obtenir une meilleure couverture du Québec. La région de l'Abitibi-Témiscamingue est la seule à avoir deux routes d'écoute sur son territoire. Le Réseau Chirops est actuellement constitué de 16 routes d'écoute réparties sur l'ensemble du territoire québécois (figure 1).

Le suivi par inventaire acoustique consiste à capter l'activité nocturne des chauves-souris en enregistrant les cris d'écholocation émis en vol. Cette activité, exprimée en nombre de passages par espèce, fournit de l'information sur la présence et la diversité des chauves-souris et permet d'évaluer les tendances interannuelles des populations. Ces données permettent d'obtenir un indice d'abondance relative des populations, mais ne permettent pas d'estimer le nombre d'individus durant les inventaires.

Jusqu'en 2009, les résultats du Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris étaient publiés annuellement dans un bulletin titré *Chirops*. Par la suite, un manque de ressources a retardé les analyses des cris enregistrés et, par conséquent, la publication annuelle des résultats. Malgré le retard dans l'analyse des cris, les inventaires acoustiques ont continué d'être réalisés annuellement dans presque toutes les régions en mesure de confirmer une tendance de l'activité des chauves-souris sur 20 ans. Les résultats préliminaires du Réseau Chirops pour la période 2000-2009 ont fait l'objet d'une première publication en 2012 (Jutras et coll., 2012). En 2019, Faure-Lacroix et coll. ont publié une analyse plus approfondie des tendances des populations de chauves-souris de 2000 à 2015 en examinant l'effet du syndrome du museau blanc et des conditions climatiques sur les changements annuels d'activité.

Le Réseau Chirops permet d'évaluer les tendances des huit espèces de chauves-souris en situation précaire (les huit espèces selon l'évaluation des rangs de précarité de 2019), de documenter les menaces et de déceler des déclinés (Faure-Lacroix et coll., 2020). Par ailleurs, les inventaires du Réseau Chirops font partie des actions prioritaires du Plan de rétablissement de trois espèces de chauves-souris résidentes du Québec : la petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est (Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec [ERCHQ], 2019) et du Plan de rétablissement de la chauve-souris rousse (ERCHQ, 2021). En plus de documenter l'état des populations, il vise à mesurer l'efficacité des mesures d'atténuation ou de protection mises en place pour limiter les menaces. La valeur des données recueillies par ces inventaires est d'autant plus importante depuis l'apparition au Québec du syndrome du museau blanc en 2010 qui a causé un important taux de mortalité dans les populations de petites chauves-souris brunes, de chauves-souris nordiques et de pipistrelles de l'Est. Grâce au Réseau Chirops, le Québec est l'une des seules juridictions à posséder des données sur les activités des chauves-souris avant l'apparition du syndrome, permettant de documenter le déclin des effectifs dans les différentes régions administratives.

Ce document présente les tendances des populations de chauves-souris observées pendant les 20 premières années du Réseau Chirops et fait ressortir les changements survenus depuis la propagation du syndrome sur le territoire québécois. Les résultats sont présentés pour l'ensemble du Québec ainsi que pour chacune des routes d'écoute réparties dans 15 régions administratives. Les analyses tiennent compte des dates de détection du syndrome propres à chaque région et ne considèrent pas d'autres menaces. Une évaluation générale du Réseau Chirops est également réalisée en tenant compte des résultats des analyses effectuées de la fréquence des inventaires afin de vérifier l'effet d'une réduction de la fréquence d'échantillonnage ainsi que des éléments à bonifier pour améliorer et poursuivre le programme de suivi.



Figure 1. Localisation des 16 routes d'écoute du Réseau Chirops.

Méthodologie

Le Réseau Chirops est constitué de 16 routes d'écoute de 20 km chacune. Le choix de l'emplacement des routes a été déterminé de façon à traverser une grande variété d'habitats : zones forestières (feuillus, conifères, denses, clairsemées, âgées, jeunes, etc.), milieux ouverts, cours d'eau, étangs, marais et lacs. Les inventaires devaient être réalisés entre le 15 juin et le 31 juillet, au cours de soirées chaudes (température supérieure à 20 °C), sans précipitation et lorsque le vent est inférieur à 5 km/h. Les chauves-souris présentes le long du parcours sont inventoriées en enregistrant les cris d'écholocation à l'aide d'un détecteur d'ultrasons (Anabat, Titley Scientific, Lawnton, Australie).

L'inventaire débute de 15 à 30 minutes après le coucher du soleil. Une équipe de deux ou trois personnes circulent en véhicule à 20 km/h le long de la route. L'Anabat est tenu à l'extérieur du véhicule par la fenêtre ouverte derrière le conducteur. Il est pointé vers le haut et l'avant du véhicule avec une inclinaison de 45°. Lorsqu'un cri de chauve-souris est détecté, le véhicule est immobilisé et les cris sont enregistrés pendant une minute. Une recherche visuelle de la ou des chauves-souris est faite à l'aide d'une lumière et la localisation GPS de l'observation est notée. Le véhicule se remet par la suite en mouvement pour poursuivre la détection de nouveaux cris. La prochaine détection de cris doit être située à au moins 100 m de la précédente afin d'éviter d'enregistrer les mêmes chauves-souris. Lorsque de nouveaux cris sont détectés à l'intérieur des 100 m, ils ne sont pas considérés. Une fois que l'ensemble du parcours est inventorié, le véhicule retourne au point de départ pour faire une deuxième fois la route dans le même sens. Les deux parcours de la route (2 fois 20 km pour un total de 40 km) constituent une sortie d'inventaire. Les sorties d'inventaires sont ainsi effectuées de deux à quatre fois par année pour chacune des routes. D'autres renseignements sur la méthodologie pour la réalisation des inventaires acoustiques sont disponibles dans le protocole du Réseau Chirops (ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs [MFFP], 2013). Une nouvelle version du protocole réalisé en 2020, puis mis à jour en 2023, apporte des précisions sur le nombre de sorties d'inventaire à réaliser et les dates d'inventaire en fonction des régions afin d'assurer la standardisation des données entre les régions et les années (ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs [MELCCFP], 2023).

Identification des espèces de chauves-souris

Les cris d'écholocation enregistrés doivent être analysés pour déterminer les espèces inventoriées. L'identification est réalisée en passant les cris enregistrés dans un logiciel d'analyse sonore (Analook^{MC}) permettant de visualiser les cris sous forme de sonagrammes (représentation graphique des cris). En analysant les différentes caractéristiques des sonagrammes (fréquence, durée, forme des cris), il est possible d'identifier les espèces. L'ensemble des analyses des sonagrammes recueillis par le Réseau Chirops a été réalisé par la même spécialiste de la firme WSP (auparavant Envirotel 3000), permettant de standardiser les critères d'identification.

Les cris d'écholocation des chauves-souris sont propres à chaque espèce. Cependant, dans certains cas, l'analyse des sonagrammes ne permet pas d'identifier avec certitude l'espèce en raison de la variabilité des cris qui diffèrent selon les comportements en vol et l'habitat (ouvert ou fermé). Ces variables causent des chevauchements dans les fréquences et les durées des signaux d'écholocation. Lorsque cela survient, les signaux sont alors regroupés en complexe d'espèces. Cela est entre autres le cas pour les chauves-souris du genre *Myotis* (petite chauve-souris brune [*Myotis lucifugus*], chauve-souris nordique [*Myotis septentrionalis*] et chauve-souris pygmée de l'Est [*Myotis leibii*]) qui sont regroupées dans le complexe *Myotis* spp. Les cris de la grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*) et de la chauve-souris argentée (*Lasiorycteris noctivagans*) peuvent également présenter des similitudes et être difficiles à différencier (Betts, 1998).

En raison de cette similitude et du fait qu'il y a une partie d'interprétation durant les analyses (identification réalisée en se basant sur la forme générale du sonagramme), certaines études regroupent la grande chauve-souris brune et la chauve-souris argentée en complexe afin de minimiser les risques d'erreur d'interprétation entre les spécialistes, alors que d'autres études ne les regroupent pas (Simonis et coll.,

2020; Bombaci et coll., 2021). Afin d'éviter des erreurs d'interprétation, Betts (1998) suggère d'éviter de vouloir à tout prix identifier tous les cris et de classer ceux qui se ressemblent comme « indéterminés ». Dans le cadre du Réseau Chirops, bien qu'il puisse y avoir des incertitudes dans l'interprétation des cris entre ces deux espèces, les degrés d'incertitude demeurent les mêmes au cours des années du suivi, puisque les analyses ont toujours été réalisées par le même spécialiste. De plus, les cris ne pouvant être attribués à une espèce précise ont été classés comme « indéterminés » (McDuff, comm. pers.), comme recommandé par Betts (1998). Afin d'être en mesure de distinguer les tendances de populations respectives de ces deux espèces au Québec et dans les régions inventoriées, les résultats du Réseau Chirops sont présentés en considérant les deux espèces séparément et combinées.

Dans le but de déterminer des changements dans l'activité des chauves-souris dus à la propagation du syndrome du museau blanc, les dates de détection de ce dernier pour chaque région ont été attribuées en fonction de l'apparition précise du syndrome dans la région donnée. Ainsi, en fonction de cette date, les données annuelles ont été classifiées comme « avant » ou « après » la détection du syndrome (figure 2).

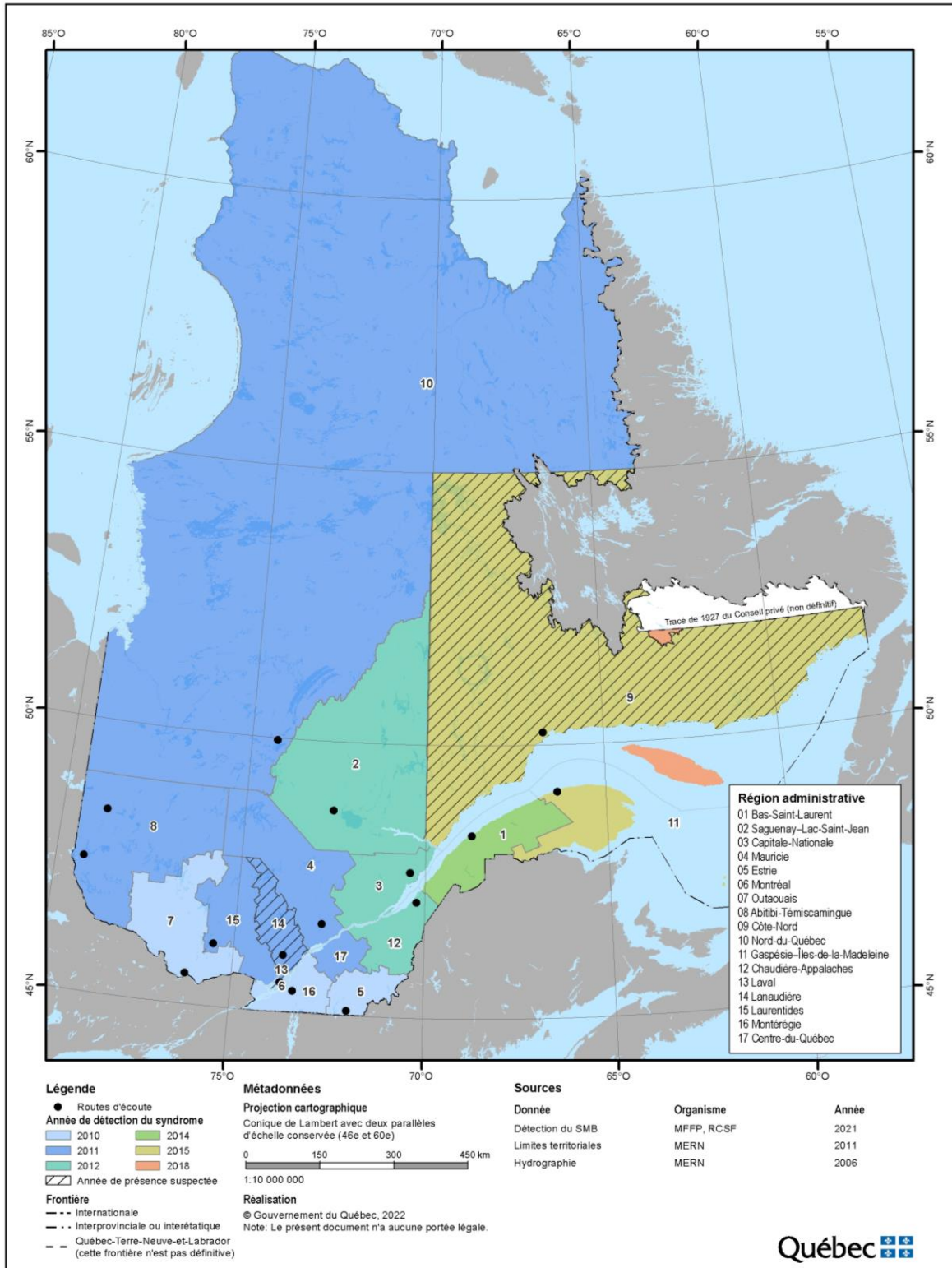


Figure 2. Évolution de la détection du syndrome du museau blanc au Québec. L'année de la première détection du syndrome dans chacune des régions a été extrapolée à l'ensemble de sa superficie, bien que les détections soient circonscrites à des secteurs précis.

Analyse des données

Les données d'activité (nombre moyen de passages) pour les espèces ainsi que pour le complexe *Myotis* spp. et celui de la grande chauve-souris brune et de la chauve-souris argentée ont été utilisées pour réaliser les analyses de tendance. Les données des inventaires réalisés en dehors de la période prescrite (15 juin au 31 juillet) par le protocole ont été exclues des analyses. Pour cette raison, certaines régions affichent des années pour lesquelles il n'y a pas de données malgré la réalisation des inventaires. Les analyses ont été effectuées en considérant les données des espèces de chauves-souris pour l'ensemble du Québec, puis pour chacune des régions administratives. Dans le cadre des analyses, les années d'inventaire sont considérées comme des répliques.

L'activité des chauves-souris est représentée par le nombre moyen de passages détectés durant les inventaires. Un passage est une séquence d'au moins 3 signaux d'écholocation comprise dans un intervalle de temps de 15 secondes d'enregistrement. Les données d'activité détectées par sortie ont été combinées pour obtenir une seule valeur par région par année (moyenne du nombre de passages par parcours par région par année). L'utilisation d'une moyenne pour chacune des régions en vue des analyses est essentielle, puisque le nombre de sorties d'inventaire varie entre les régions et en fonction des années. Pour les analyses à l'échelle du Québec, les données d'activité moyenne ont été calculées en fonction du nombre de parcours réalisé chaque année.

Des régressions linéaires simples pour chacune des espèces en utilisant la moyenne provinciale en fonction des années ont d'abord été réalisées pour l'ensemble du Québec afin de détecter les tendances des populations des espèces ainsi que pour le complexe *Myotis* spp. (annexe 1). Par la suite, des analyses de variance ont été réalisées pour déterminer s'il y avait des différences significatives entre les périodes d'avant et d'après l'année de détection du syndrome chez les espèces ou les complexes de chauves-souris (annexe 2). Les analyses pour l'ensemble du Québec ont considéré l'année 2010 pour la détection du syndrome, alors que celles pour les régions ont été réalisées en fonction de l'année de détection propre à chacune d'elles. Le nombre de degrés de liberté pour les analyses de variance varie selon le nombre d'années d'inventaire réalisé dans chacune des régions. Les données d'inventaire de 2020 n'ont pas été prises en compte dans le cadre des analyses statistiques, puisqu'elles n'étaient pas disponibles au moment des analyses, mais elles ont été incluses dans les figures. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel SAS 9,4 (2016), et un seuil significatif de 5 % a été appliqué.

Résultats

Tendances de l'activité des chauves-souris dans l'ensemble du Québec

Les données du Réseau Chirops pour l'ensemble du Québec constituent la moyenne d'activité annuelle détectée pour toutes les routes d'écoute pour les 20 années d'inventaire (2000-2019). Les résultats sont présentés pour chacune des espèces de chauves-souris et pour le complexe *Myotis* spp. afin de faire ressortir les tendances à l'échelle de la province. Les résultats pour le complexe grande chauve-souris brune et chauve-souris argentée sont seulement présentés dans les tableaux de résultats d'analyses en considérant les deux espèces au sein d'un même complexe et séparément.

À l'échelle provinciale, les analyses de régression présentées à l'annexe 1 indiquent que les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. sont significativement à la baisse ($y = -0,51x + 1033,50$; $p = 0,0005$; $r^2 = 0,49$), alors que ceux de la chauve-souris argentée ($y = 0,56x - 1130,51$; $p < 0,0001$; $r^2 = 0,72$), du complexe grande chauve-souris brune et chauve-souris argentée ($y = 0,71x - 1412,67$; $p < 0,0001$; $r^2 = 0,62$), de la chauve-souris rousse ($y = 0,06x - 126,96$; $p = 0,0152$; $r^2 = 0,28$) et de l'ensemble des chauves-souris ($y = 0,44x - 870,73$; $p = 0,0277$; $r^2 = 0,24$) augmentent significativement. Aucune relation temporelle n'a été détectée pour la grande chauve-souris brune ($p = 0,1559$), la chauve-souris cendrée ($p = 0,0984$) et la pipistrelle de l'Est ($p = 0,0707$) (annexe 1).

En général, les schémas d'activité présentent des variations interannuelles et diffèrent entre les espèces (figure 3). La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome (2010) ne montre pas de différence significative à l'échelle de la province ($F_{1,19} = 2,14$; $p = 0,1611$), mais révèle des changements dans les schémas d'activité des espèces (tableau 1).

Les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. ont significativement chuté ($F_{1,19} = 57,67$; $p < 0,0001$) depuis la détection du syndrome. L'analyse à l'échelle du Québec démontre que l'activité moyenne du complexe *Myotis* spp. a subi une baisse radicale, passant de $9,4 \pm 0,8$ à $2,1 \pm 0,4$ passages par parcours entre les deux périodes (tableau 1). Cette baisse d'activité moyenne à l'échelle du Québec survient dès la première année de détection du syndrome (2010). L'activité moyenne annuelle maximale du complexe *Myotis* spp. entre les deux périodes est passée de 13,2 passages par parcours en 2009 à 4,5 passages par parcours pour l'année 2012 (figure 3).

Les analyses des données pour le complexe grande chauve-souris brune et chauve-souris argentée démontrent une augmentation significative de l'activité ($F_{1,19} = 31,02$; $p < 0,0001$). Il demeure plus prudent de considérer ces deux espèces en complexe en raison des difficultés à distinguer les cris des deux espèces. Cependant, lorsqu'elles sont considérées séparément, il n'y a pas de différence significative entre les deux périodes pour la grande chauve-souris brune ($F_{1,19} = 3,98$; $p = 0,0614$), alors que l'activité moyenne de la chauve-souris argentée a significativement augmenté ($F_{1,19} = 32,27$; $p < 0,0001$). Avant 2010, l'activité moyenne de la chauve-souris argentée est relativement constante, alors qu'elle augmente significativement après 2010, passant en moyenne de $1,1 \pm 0,2$ à $7,3 \pm 1,2$ passages par parcours. L'activité annuelle maximale détectée avant l'apparition du syndrome est de 2,1 passages par parcours en 2008, alors que le nombre maximal de passages atteint 12,6 passages par parcours en 2017. À l'échelle du Québec, l'activité moyenne de la grande chauve-souris brune était en baisse durant la période d'avant le syndrome. L'activité moyenne annuelle maximale de 11,5 passages par parcours enregistrée en 2000 a chuté pour atteindre son plus bas niveau (2,7 passages par parcours) en 2010. Bien qu'une augmentation du niveau d'activité semble survenir à partir de 2011, les analyses ne démontrent pas de différence significative du niveau d'activité moyen entre la période d'avant ($5,4 \pm 0,7$ passages par parcours) et d'après le syndrome ($7,6 \pm 0,8$ passages par parcours) (tableau 1).

Les niveaux d'activité de la chauve-souris rousse ($F_{1,19} = 5,17$; $p = 0,0354$) et de la pipistrelle de l'Est ($F_{1,19} = 9,39$; $p = 0,0067$) ont significativement augmenté depuis la détection du syndrome. L'activité

moyenne de la chauve-souris rousse passe de $0,3 \pm 0,1$ passage par parcours avant l'apparition du syndrome à $1,0 \pm 0,3$ passages par parcours pour la période d'après. Bien que les analyses démontrent une tendance à la hausse de l'activité, cette augmentation demeure faible et est principalement due pour la pipistrelle de l'Est au fait qu'aucune activité de cette espèce n'a été enregistrée avant l'année 2009. Les analyses entre les deux périodes démontrent que l'activité moyenne est passée de $0,01 \pm 0,01$ avant le syndrome à $0,4 \pm 0,13$ passage par parcours après 2010 (tableau 1).

Pour la chauve-souris cendrée, aucune différence significative n'a été détectée ($F_{1,19} = 1,67$; $p = 0,2122$) entre les deux périodes. L'activité détectée demeure stable avec une moyenne de $7,8 \pm 0,7$ passages par parcours avant l'apparition du syndrome et de $9,3 \pm 0,9$ passages par parcours pour la période d'après. L'activité moyenne annuelle maximale enregistrée est de 14,0 passages par parcours en 2017 (figure 3).

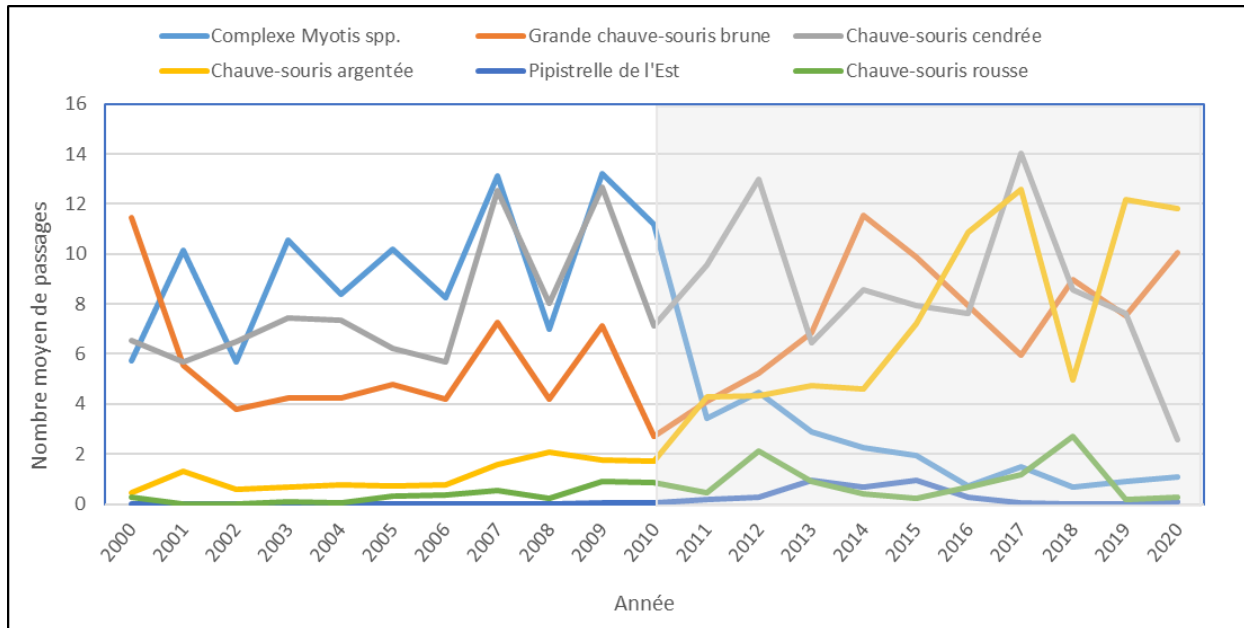


Figure 3. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2000 à 2020 pour l'ensemble du Québec. Le nombre de régions où des inventaires ont été réalisés est indiqué en dessous de chacune des années. La plage grise débutant en 2010 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans au moins une région du Québec.

Tableau 1. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans tout le Québec pour les 20 années d’inventaires acoustiques (2000-2019). Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2010	Après 2010	F _{1,15}	P*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	9,4 ±0,8	2,1 ±0,4	57,67	0,0001
Complexe grande brune/argentée	6,5 ±0,7	14,9 ±1,4	31,02	0,0001
Grande chauve-souris brune	5,4 ±0,7	7,6 ±0,8	3,98	0,0614
Chauve-souris cendrée	7,8 ±0,7	9,3 ±0,9	1,67	0,2122
Chauve-souris argentée	1,1 ±0,2	7,3 ±1,2	32,27	0,0001
Chauve-souris rousse	0,3 ±0,1	1,0 ±0,3	5,17	0,0354
Pipistrelle de l’Est	0,01 ±0,01	0,4 ±0,13	9,39	0,0067
Toutes les espèces	24,1 ±1,8	27,5 ±1,3	2,14	0,1611

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Comparaison de l’activité des chauves-souris entre les régions du Québec

Cette section présente les moyennes d’activité annuelle détectée pour les espèces de chauves-souris et le complexe *Myotis* spp. en fonction des différentes routes d’écoute (figure 4). Elle permet de comparer les niveaux d’activité entre les régions et de visualiser les changements qui sont survenus après la détection du syndrome à l’échelle du Québec (2010). Les données de la route d’écoute de la région de la Montérégie (16) ne sont pas présentées dans cette section, puisque cette dernière a débuté en 2012, soit après l’apparition du syndrome.

Complexe *Myotis* spp.

Les données montrent que les individus du complexe *Myotis* spp. étaient présents dans toutes les régions avant l’apparition du syndrome, mais qu’il existait de grandes variations entre celles-ci (figure 4a). À l’exception de la région de Laval (13) qui est localisée en milieu urbain, l’activité du complexe *Myotis* spp. avant l’apparition du syndrome était élevée. L’activité moyenne maximale était principalement enregistrée avant l’apparition du syndrome dans les régions des Laurentides (15), de la Mauricie (4), de Lanaudière (14) et de la Capitale-Nationale (3). À la suite de la détection du syndrome, l’activité du complexe *Myotis* spp. a subi des baisses importantes dans toutes les régions démontrant une diminution de l’effectif des populations.

Grande chauve-souris brune

L’activité de la grande chauve-souris brune est détectée à des niveaux très variables dans toutes les régions (figure 4b). Avant 2010, les régions de Laval (13), de l’Outaouais (7) et de Lanaudière (14) affichent les niveaux d’activité les plus élevés, alors que les régions de la Côte-Nord (9) et du Nord-du-Québec (10) présentent les niveaux les plus faibles. À la suite de la détection du syndrome, les niveaux d’activité de la grande chauve-souris brune ont changé dans certaines régions et la région de l’Outaouais (7) présente, pour cette période, le niveau d’activité le plus élevé du Réseau Chirops.

Chauve-souris argentée

Les données démontrent que les niveaux d'activité de la chauve-souris argentée étaient faibles (moins de cinq passages en moyenne par région) dans toutes les régions avant l'apparition du syndrome en 2010 (figure 4c). Les niveaux d'activité de cette espèce ont augmenté dans plusieurs régions après la détection du syndrome, mais de façon plus importante dans les régions de l'Outaouais (7), du Témiscamingue (8b) et de la Capitale-Nationale (3).

Chauve-souris cendrée

La chauve-souris cendrée a été détectée dans l'ensemble des régions et présente des niveaux d'activité très variables entre ces dernières (figure 4d). Avant 2010, les régions de l'Abitibi (8a), du Saguenay–Lac-Saint-Jean (2), du Témiscamingue (8b) et des Laurentides (15) présentent les niveaux d'activité les plus élevés. Après 2010, les niveaux d'activité de l'espèce affichent des baisses, à l'exception de certaines régions. L'activité de cette espèce a entre autres particulièrement augmenté dans la Capitale-Nationale (3) depuis l'apparition du syndrome.

Chauve-souris rousse

Les niveaux d'activité de la chauve-souris rousse sont très faibles dans l'ensemble des régions et le demeurent après la détection du syndrome, à l'exception de la région du Témiscamingue (8b) où le niveau d'activité est plus élevé (figure 4e).

Pipistrelle de l'Est

Généralement, l'activité de la pipistrelle de l'Est avant l'apparition du syndrome est faible ou nulle pour toutes les régions, mais après 2010, des changements sont notés en Outaouais (7) et, dans une plus forte mesure, dans la région du Témiscamingue (8b) (figure 4f). Aucune activité de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean (2), de la Côte-Nord (9), du Nord-du-Québec (10) et de Laval (13) aussi bien avant qu'après l'apparition du syndrome.

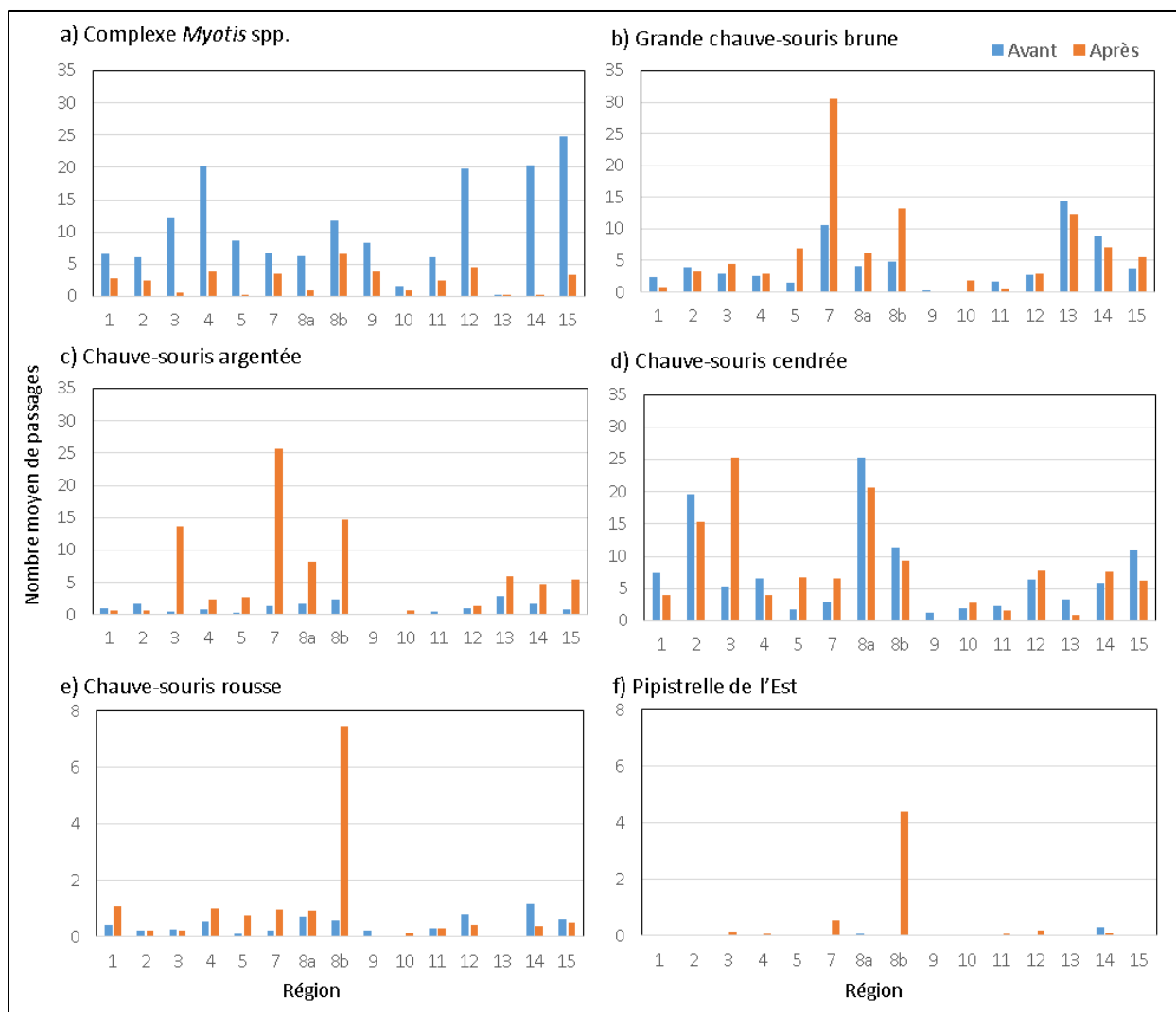


Figure 4. Données d'activité pour : a) le complexe des *Myotis* spp.; b) la grande chauve-souris brune; c) la chauve-souris argentée; d) la chauve-souris cendrée; e) la chauve-souris rousse; et f) la pipistrelle de l'Est pour les différentes régions avant et après la détection du syndrome (2010), toutes années confondues. Les barres bleues représentent les données avant syndrome et les barres orangées, après syndrome. Les régions sont identifiées en utilisant leurs codes numériques : 1 Bas-Saint-Laurent; 2 Saguenay–Lac-Saint-Jean; 3 Capitale-Nationale; 4 Mauricie; 5 Estrie; 7 Outaouais; 8a Abitibi; 8b Témiscamingue; 9 Côte-Nord; 10 Nord-du-Québec; 11 Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine; 12 Chaudière-Appalaches; 13 Laval; 14 Lanaudière; 15 Laurentides.

Résultats des routes d'écoute par région

Les résultats du Réseau Chirops sont présentés pour chacune des régions permettant ainsi de prendre connaissance des tendances des populations de chauves-souris à l'échelle régionale en tenant compte des années respectives de détection du syndrome. Les données constituent la moyenne d'activité annuelle détectée pour la route d'écoute de la région. Les données des inventaires réalisés en 2020 n'ont pas été utilisées pour les analyses statistiques, puisqu'elles n'étaient pas disponibles. Selon les cas, l'absence de données reflète l'absence d'inventaire pour l'année en question ou encore que les inventaires ont été réalisés en dehors de la période prescrite dans le protocole. La plage grise dans les figures indique l'année où le syndrome a été détecté dans la région en question. Pour alléger les graphiques, les espèces auxquelles se rattachent peu de données sont présentées seulement pour les années où de l'activité a été détectée. Les résultats des régressions linéaires pour les routes sont présentés à l'annexe 1.

Région du Bas-Saint-Laurent (01)

Les inventaires de la route d'écoute de Rimouski, située à Saint-Valérien-Le-Bic (figure 5), ont débuté en 2002, soit 12 années avant que le syndrome soit détecté dans cette région (2014). Il n'y a pas eu d'inventaire réalisé en 2003 et l'absence de données en 2007 résulte du fait que les inventaires ont été réalisés à la fin du mois d'août, soit en dehors de la période prescrite. Pour ces raisons, la route de cette région possède 10 années de données avant la détection du syndrome. Il n'y a pas eu d'inventaire acoustique en 2020.

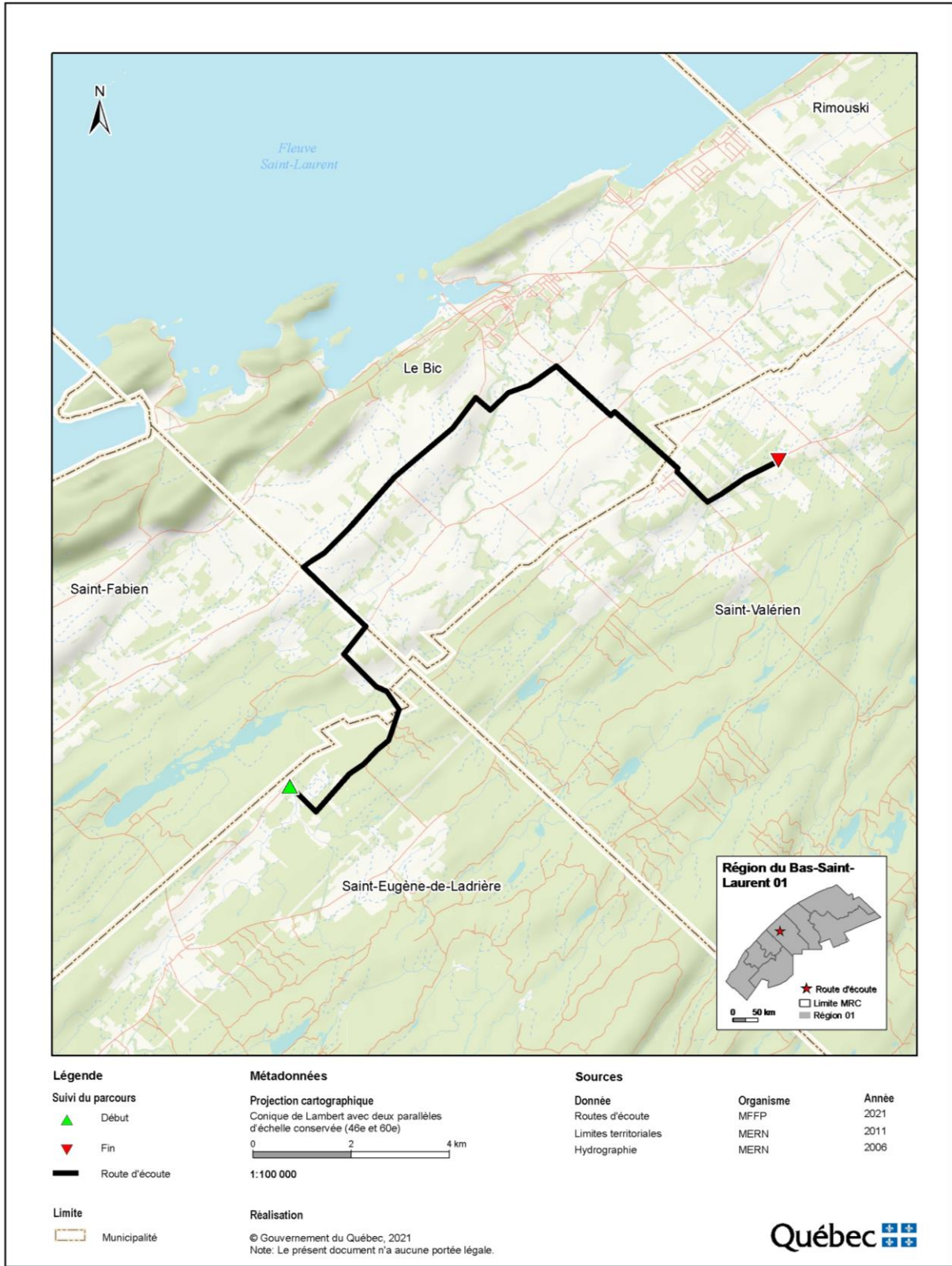


Figure 5. Localisation de la route d'écoute Rimouski dans la région du Bas-Saint-Laurent.

Toutes les espèces de chauves-souris sont détectées dans cette région, mais les niveaux d'activité varient substantiellement entre les années (figure 6). La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces indique une différence significative entre les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome dans cette région ($F_{1,15} = 12,54$; $p = 0,0033$). Le complexe *Myotis* spp. présente le niveau moyen d'activité le plus élevé avant le syndrome ($7,2 \pm 2,1$ passages/parcours), suivi de la chauve-souris cendrée ($6,4 \pm 1,1$ passages/parcours). Le pic d'activité détecté en 2012 révèle que le syndrome ne s'était pas encore manifesté chez les populations de *Myotis* spp. dans cette région. À la suite de la détection du syndrome, les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. ont significativement diminué ($F_{1,15} = 6,64$; $p = 0,0219$) et, depuis 2014, plus aucune activité n'a été enregistrée (tableau 2). Malgré certaines fluctuations, aucune différence significative n'a été détectée pour la grande chauve-souris brune ($F_{1,15} = 1,28$; $p = 0,2774$), la chauve-souris argentée ($F_{1,15} = 0,55$; $p = 0,4724$) et la chauve-souris rousse ($F_{1,15} = 2,16$; $p = 0,1639$) (figure 6 et tableau 2). Des niveaux d'activité chez cette dernière ont seulement été détectés de 2009 à 2013. L'activité de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée qu'une seule fois en 2012.

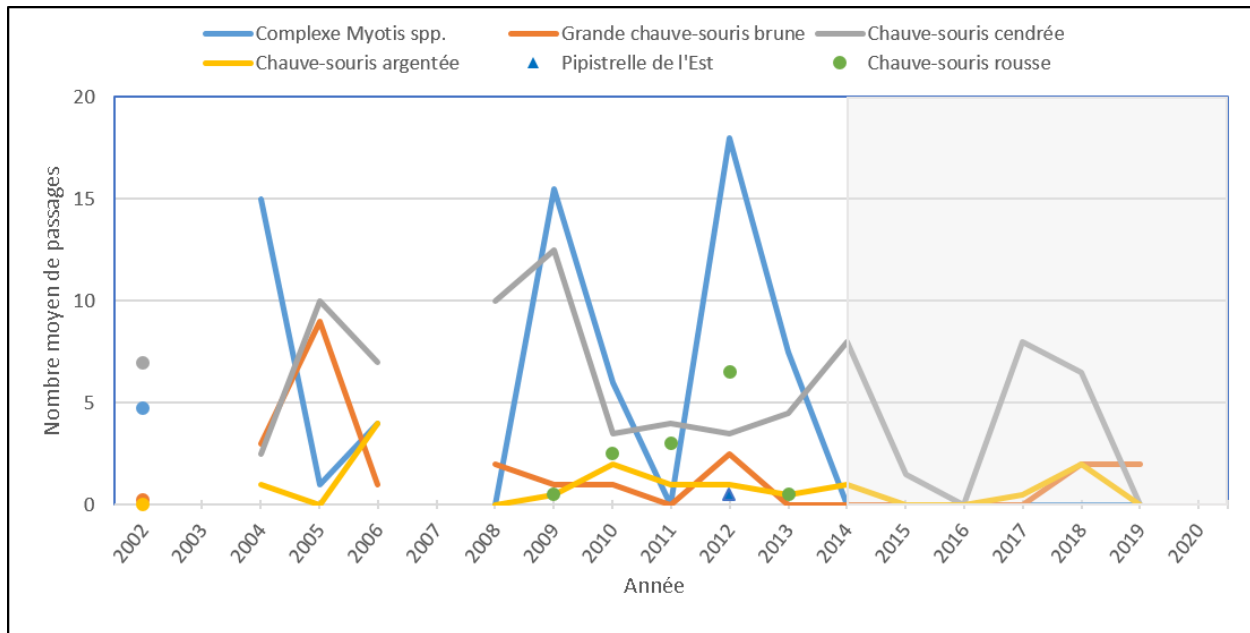


Figure 6. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2020 pour la région du Bas-Saint-Laurent. La plage grise débutant en 2014 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 2. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome en 2014 dans la région du Bas-Saint-Laurent. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2014	Après 2014	F _{1,15}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	7,2 ±2,1	0	6,64	0,0219
Complexe grande brune/argentée	2,9 ±0,8	1,25 ±0,6	2,09	0,1707
Grande chauve-souris brune	2,0 ±0,9	0,7 ±0,5	1,28	0,2774
Chauve-souris cendrée	6,5 ±1,1	4,0 ±1,6	1,72	0,2107
Chauve-souris argentée	1,0 ±0,4	0,6 ±0,3	0,55	0,4724
Chauve-souris rousse	1,3 ±0,7	0	2,16	0,1639
Pipistrelle de l'Est	0,1 ±0,1	0	0,58	0,4577
Toutes les espèces	17,9 ±2,5	5,3 ±1,9	12,54	0,0033

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région du Saguenay–Lac-Saint-Jean (02)

Les inventaires de la route d'écoute de Saint-Félicien (figure 7) ont débuté en 2002, soit 10 ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2012. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, y compris 2020 par le Zoo de Saint-Félicien.

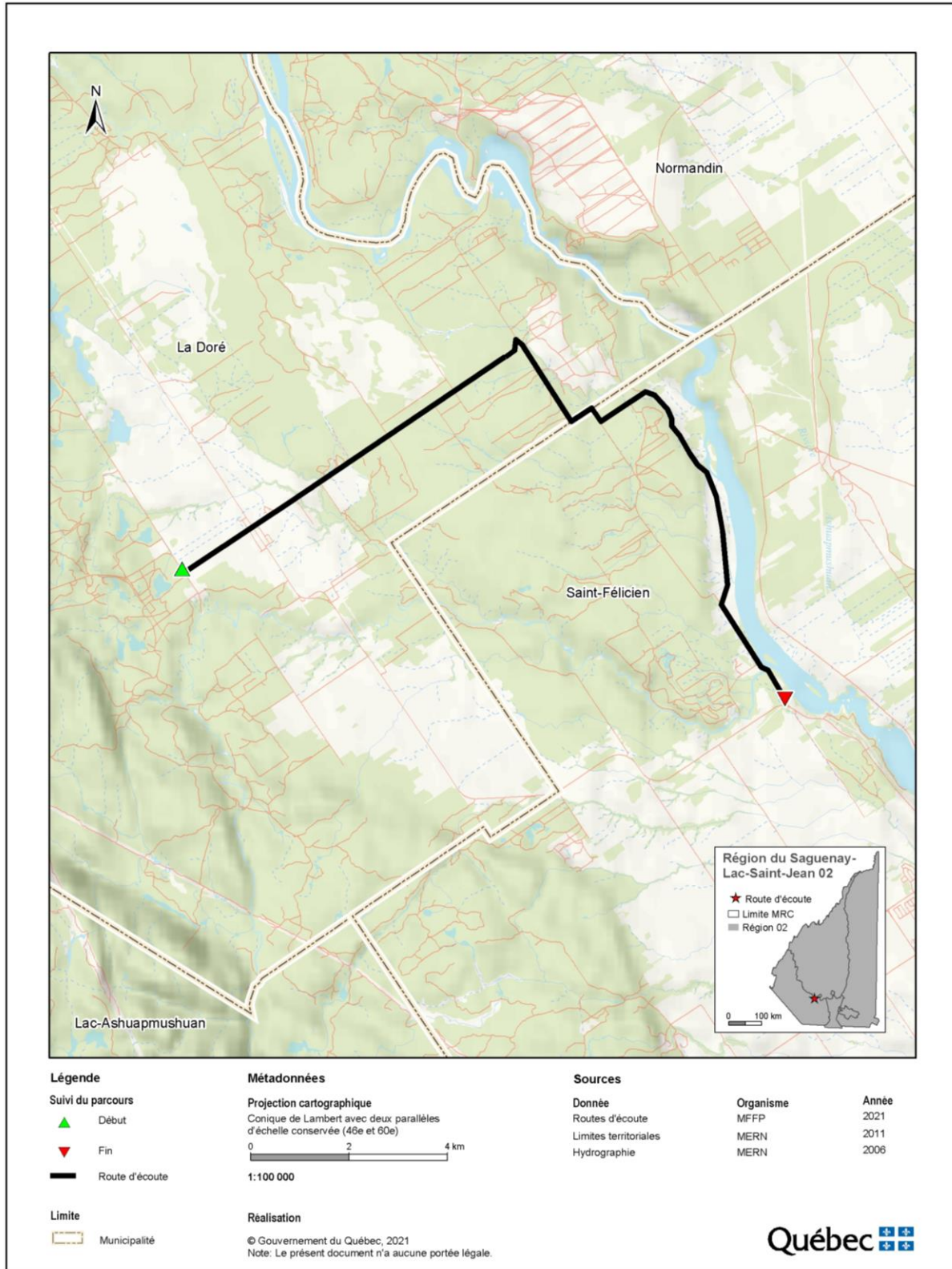


Figure 7. Localisation de la route d'écoute de Saint-Félicien dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces n'indique pas de différence significative entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome ($F_{1,17} = 0,09$; $p = 0,7625$). La chauve-souris cendrée présente les niveaux moyens d'activité les plus élevés dans cette région et, bien qu'il semble y avoir une diminution après 2012, aucune différence significative n'est détectée ($F_{1,17} = 0,17$; $p = 0,6881$) entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome dans cette région. Le complexe *Myotis* spp. et la chauve-souris argentée présentent des niveaux d'activité plus faibles que d'autres espèces. À la suite de la détection du syndrome en 2012, les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. ont significativement diminué ($F_{1,17} = 6,02$; $p = 0,0260$), alors que ceux de la chauve-souris argentée ont significativement augmenté ($F_{1,17} = 7,28$; $p = 0,0158$). La grande chauve-souris brune affiche des niveaux d'activité stables, puisqu'aucune différence significative n'est détectée pour cette dernière ($F_{1,17} = 0,01$; $p = 0,9315$). La chauve-souris rousse est caractérisée par de faibles niveaux d'activité en 2005, 2007, 2009, 2010 et 2012. La pipistrelle de l'Est est la seule espèce pour laquelle aucune activité n'a été détectée au cours des inventaires (figure 8 et tableau 3).

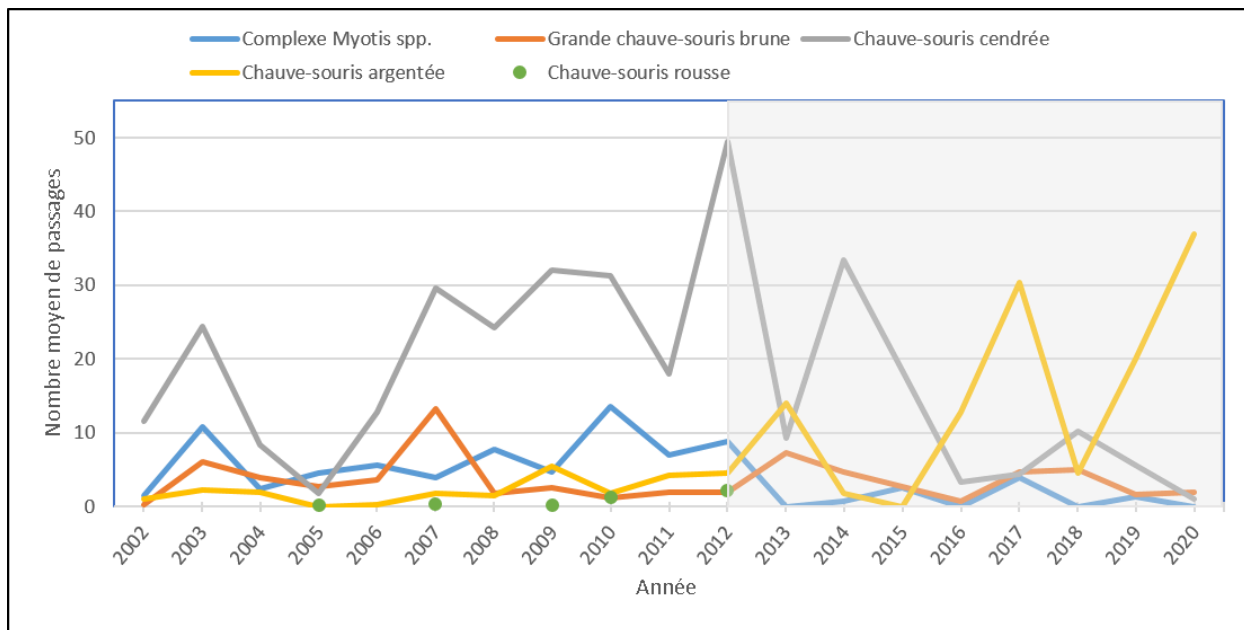


Figure 8. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2020 pour dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. La plage grise débutant en 2012 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 3. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome en 2012 dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2012	Après 2012	F _{1,17}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	6,2 ±1,2	2,2 ±1,1	6,02	0,0260
Complexe grande brune/argentée	5,8 ±1,3	14,6 ±3,8	5,82	0,0282
Grande chauve-souris brune	3,7 ±1,2	3,6 ±0,8	0,01	0,9315
Chauve-souris cendrée	19,4 ±3,3	16,8 ±5,9	0,17	0,6881
Chauve-souris argentée	2,0 ±0,5	11,0 ±3,7	7,28	0,0158
Chauve-souris rousse	0,2 ±0,1	0,3 ±0,3	0,07	0,8197
Pipistrelle de l'Est	0	0	---	---
Toutes les espèces	31,5 ±4,8	33,8 ±5,8	0,09	0,7625

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de la Capitale-Nationale (03)

Les inventaires de la route d'écoute de Charlevoix, située à Notre-Dame-des-Monts (figure 9), ont débuté en 2002, soit 10 ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2012. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, y compris 2020.

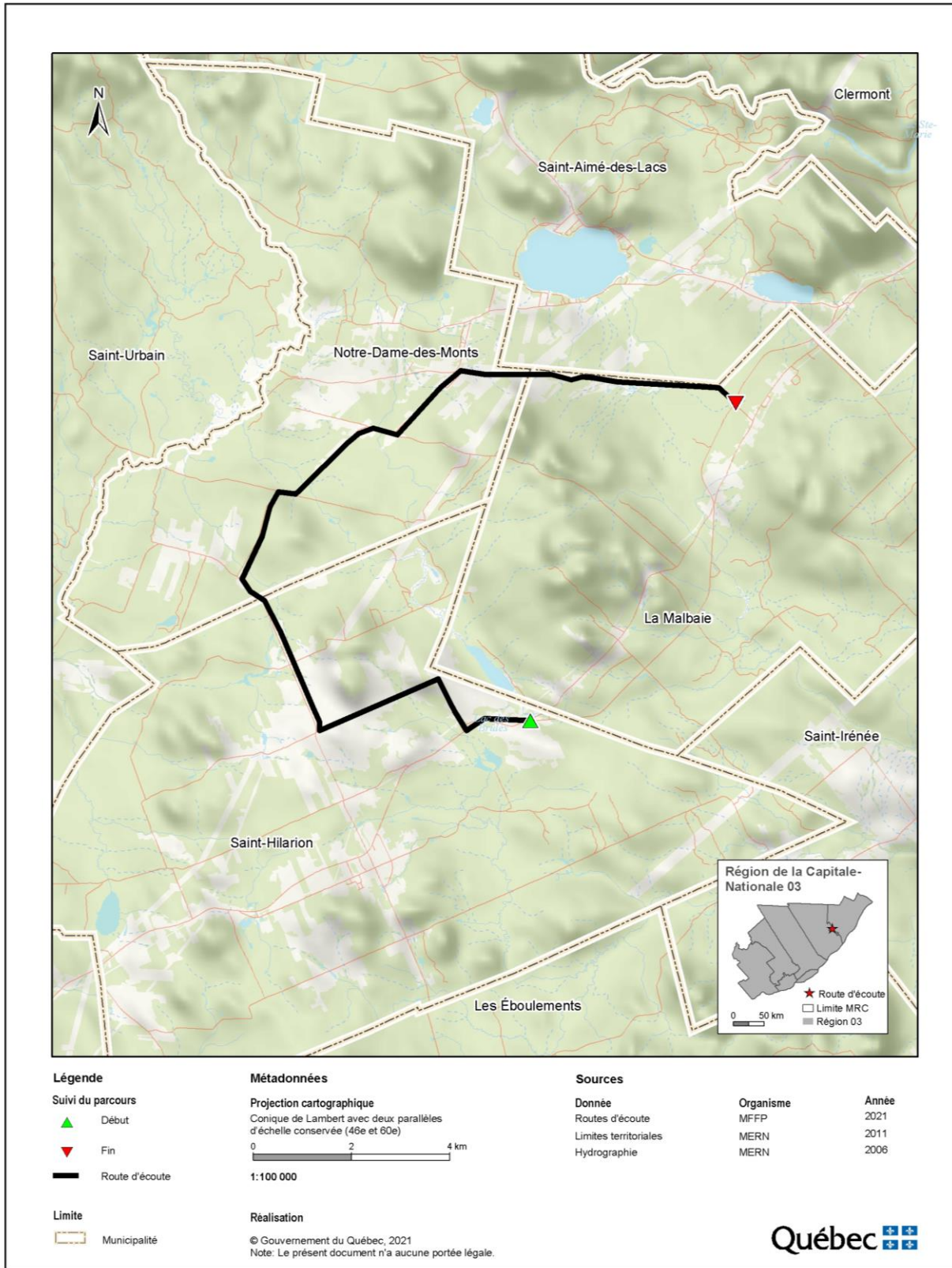


Figure 9. Localisation de la route d'écoute de Charlevoix dans la région de la Capitale-Nationale.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces indique une différence significative entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome dans cette région ($F_{1,17} = 21,56$; $p = 0,0003$) (tableau 4). Le complexe *Myotis* spp. affiche des niveaux d'activité fluctuants, mais généralement plus élevés que les autres espèces avant l'apparition du syndrome (figure 10). À la suite de la détection du syndrome en 2012, les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. ont diminué significativement ($F_{1,17} = 9,70$; $p = 0,0067$). Après 2015, aucune activité du complexe *Myotis* spp. n'a été détectée. Pour leur part, les niveaux d'activité de la chauve-souris argentée ($F_{1,17} = 13,65$; $p = 0,0020$) et de la chauve-souris cendrée ($F_{1,17} = 54,61$; $p < 0,0001$) ont augmenté entre les deux périodes. Malgré certaines fluctuations, aucune différence significative n'a été détectée pour la grande chauve-souris brune ($F_{1,17} = 0,72$; $p = 0,4102$) et la chauve-souris rousse ($F_{1,17} = 0,05$; $p = 0,8248$). L'activité de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée qu'une seule fois en 2012.

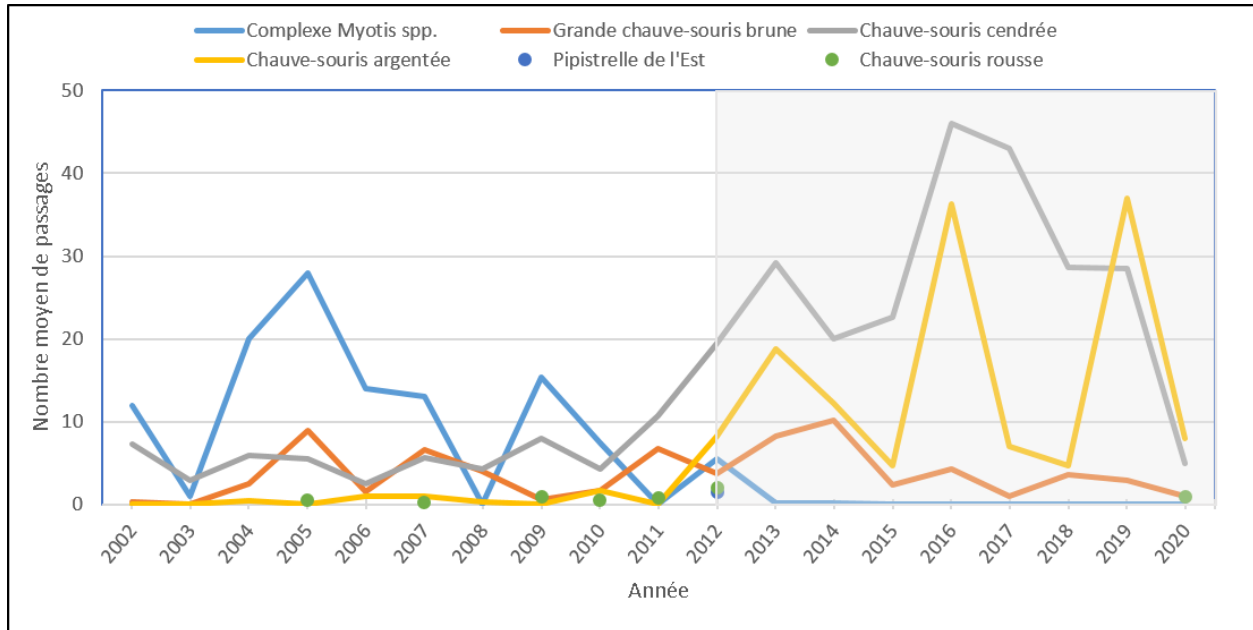


Figure 10. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2020 pour la région de la Capitale-Nationale. La plage grise débutant en 2012 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 4. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome en 2012 dans la région de la Capitale-Nationale. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2012	Après 2012	F _{1,17}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	11,1 ±2,9	0,8 ±0,7	9,70	0,0067
Complexe grande brune/argentée	3,8 ±1,0	20,7 ±4,9	13,73	0,0019
Grande chauve-souris brune	3,3 ±1,0	4,6 ±1,1	0,72	0,4102
Chauve-souris cendrée	5,7 ±0,8	29,7 ±3,5	54,61	0,0001
Chauve-souris argentée	0,5 ±0,2	16,1 ±4,8	13,65	0,0020
Chauve-souris rousse	0,3 ±0,1	0,3 ±0,3	0,05	0,8248
Pipistrelle de l'Est	0	0,2 ±0,2	1,27	0,2764
Toutes les espèces	20,9 ±3,5	53,2 ±6,5	21,56	0,0003

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de la Mauricie (04)

La route d'écoute du Lac-des-Piles, située près de Shawinigan (figure 11), fait partie des trois premières routes du réseau. Elle a été établie en 2000, soit 11 ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2011. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, y compris 2020.

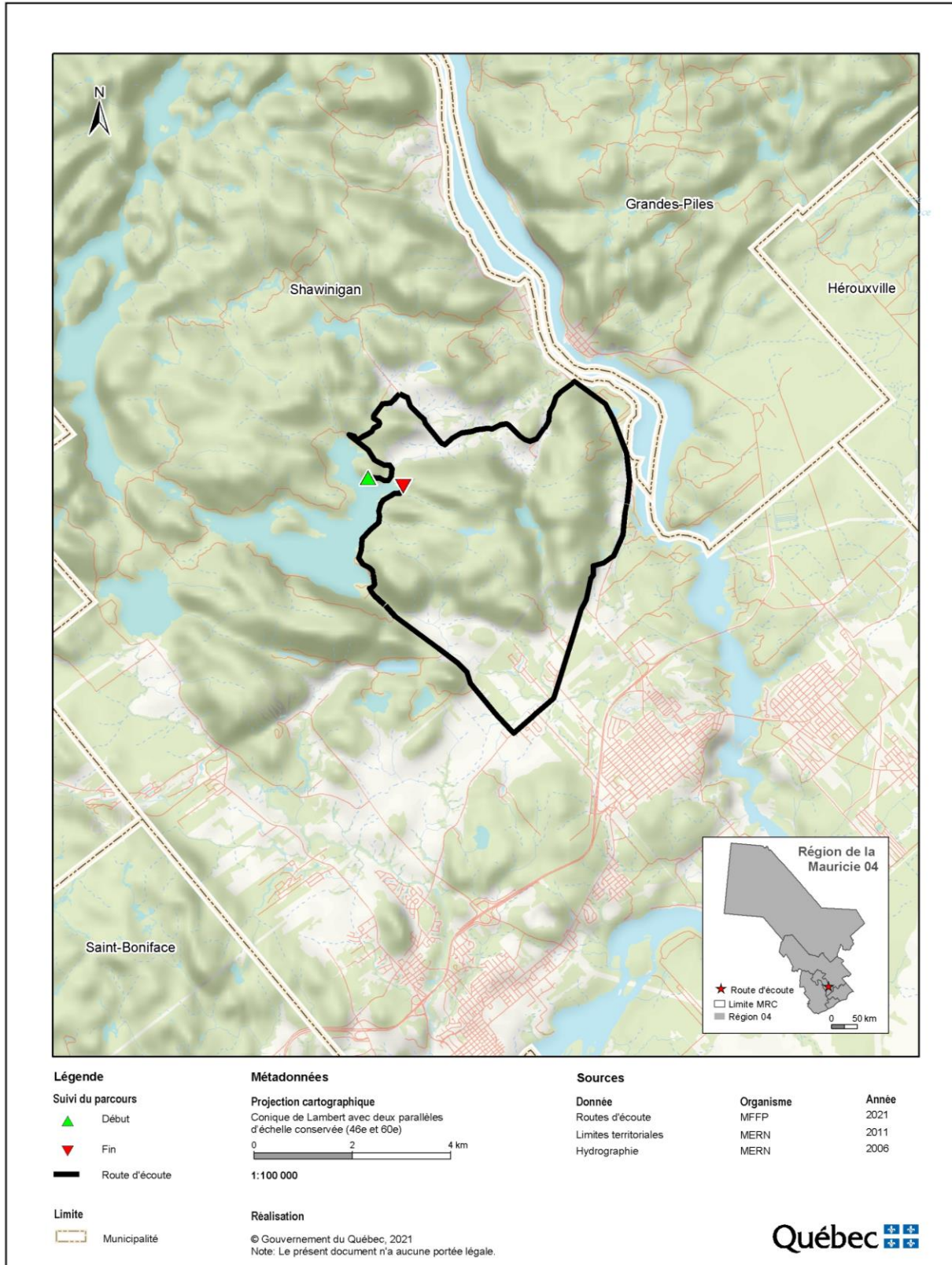


Figure 11. Localisation de la route d'écoute du Lac-des-Piles dans la région de la Mauricie.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces indique une différence significative entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome ($F_{1,19} = 10,67$; $p = 0,0043$) (tableau 5). Le complexe *Myotis* spp. qui présente le niveau moyen d'activité le plus élevé avant l'apparition du syndrome ($20,2 \pm 3,2$ passages/parcours) a significativement diminué ($F_{1,19} = 28,53$; $p < 0,0001$) à la suite de la détection en 2011 ($1,1 \pm 0,6$ passage/parcours) (figure 12). Pour la grande chauve-souris brune ($F_{1,19} = 0,17$; $p = 0,6831$), la chauve-souris argentée ($F_{1,19} = 2,15$; $p = 0,1599$), la chauve-souris cendrée ($F_{1,19} = 1,67$; $p = 0,2130$) et la chauve-souris rousse ($F_{1,19} = 1,02$; $p = 0,3260$), malgré certaines fluctuations, aucune différence significative n'a été détectée entre les deux périodes. L'activité de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée qu'une seule fois en 2016.

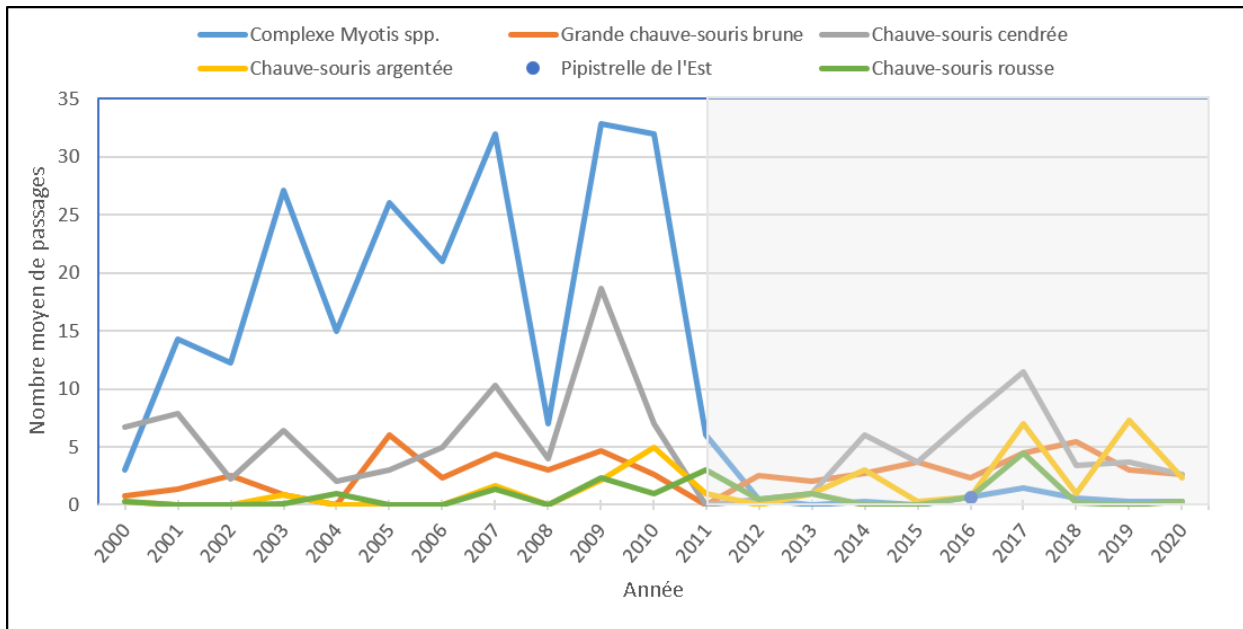


Figure 12. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2000 à 2020 pour la région de la Mauricie. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 5. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de la Mauricie en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2011	Après 2011	F _{1,19}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	20,2 ±3,2	1,1 ±0,6	28,53	0,0001
Complexe grande brune/argentée	3,5 ±0,8	5,3 ±1,2	1,64	0,2168
Grande chauve-souris brune	2,6 ±0,6	2,9 ±0,5	0,17	0,6831
Chauve-souris cendrée	6,7 ±1,4	4,2 ±1,2	1,67	0,2130
Chauve-souris argentée	0,9 ±0,5	2,4 ±1,0	2,15	0,1599
Chauve-souris rousse	0,6 ±0,2	1,1 ±0,5	1,02	0,3260
Pipistrelle de l'Est	0	0,1 ±0,1	1,24	0,2806
Toutes les espèces	30,9 ±4,9	11,7 ±2,5	10,67	0,0043

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de l'Estrie (05)

La route d'écoute de Sherbrooke, située à proximité de Coaticook (figure 13), fait partie des trois premières routes du réseau. Elle a été établie en 2000, soit 10 ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2010. L'absence de données en 2006 résulte du fait que les inventaires ont été réalisés à la fin du mois d'août et en septembre, soit en dehors de la période prescrite. En 2009, aucun inventaire acoustique n'a été réalisé. En réalité, cette région possède huit années de données avant la détection du syndrome. Un inventaire a été réalisé en 2020.

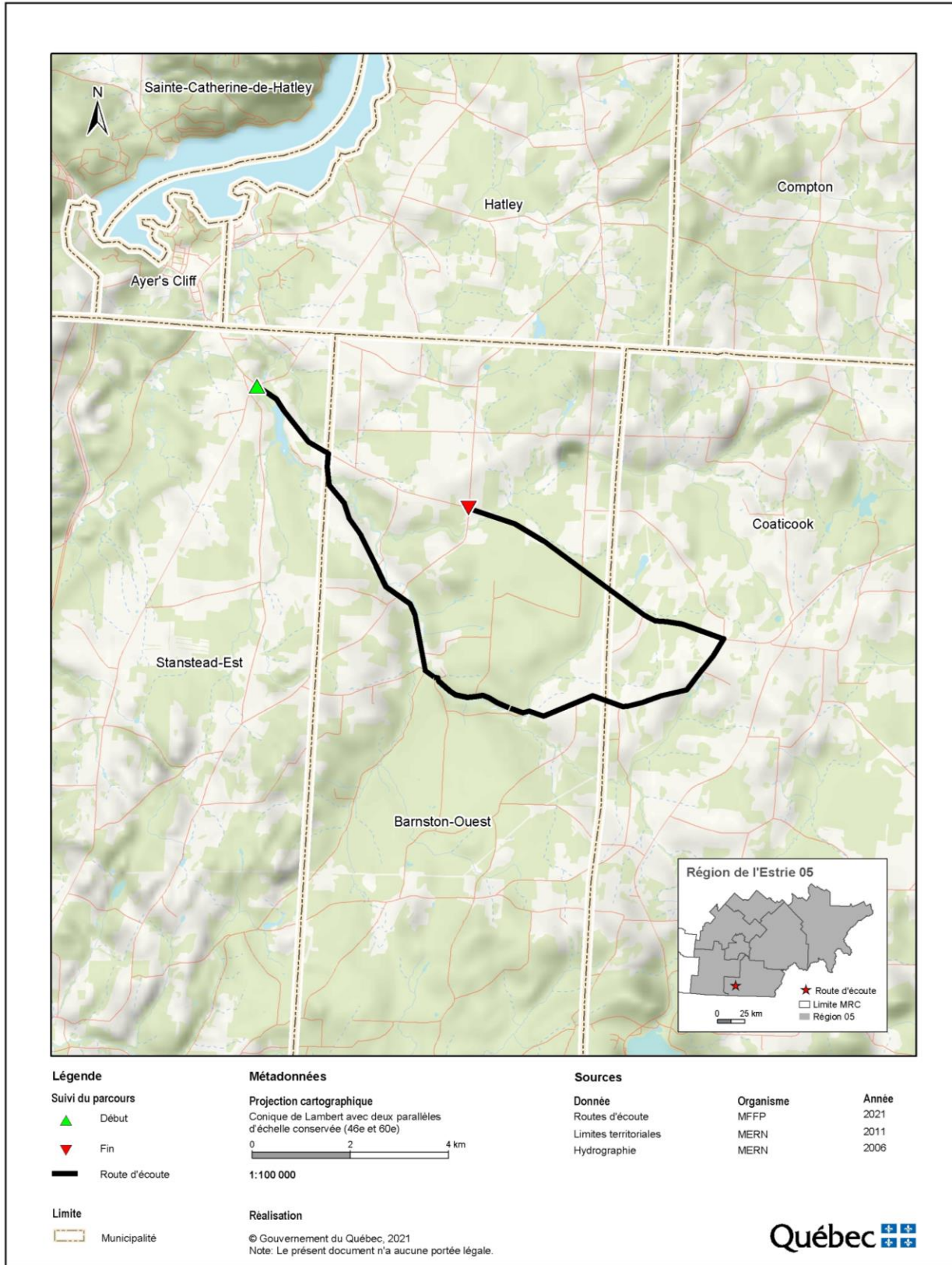


Figure 13. Localisation de la route d'écoute de Sherbrooke dans la région de l'Estrie.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces ne montre pas de différence significative entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome ($F_{1,17} = 0,24$; $p = 0,6313$) (tableau 6). Le complexe *Myotis* spp. affiche une diminution des niveaux d'activité durant la période d'avant l'apparition du syndrome, mais l'absence de données en 2006 et en 2009 ne permettent pas de déterminer s'il s'agissait de fluctuations des populations normales ou d'un réel déclin de l'effectif (figure 14). Les populations de chauves-souris de cette région ont changé depuis la détection du syndrome en 2010. Les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. ont diminué significativement ($F_{1,17} = 15,72$; $p = 0,0011$), alors que ceux de la chauve-souris argentée ($F_{1,17} = 30,21$; $p < 0,0001$) et de la grande chauve-souris brune ($F_{1,17} = 4,51$; $p = 0,0497$) ont augmenté. Bien que les niveaux d'activité de la chauve-souris cendrée affichent certaines variations avant et après l'apparition du syndrome, aucune différence significative n'a été détectée pour cette espèce ($F_{1,17} = 4,29$; $p = 0,0549$). L'activité de la chauve-souris rousse, détectée qu'une seule fois (2000) au courant de la période d'avant l'apparition du syndrome alors qu'elle l'est presque toutes les années depuis 2012, ne montre pas de différence significative ($F_{1,17} = 4,33$; $p = 0,0538$). Pour sa part, l'activité de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée qu'une seule fois en 2016.

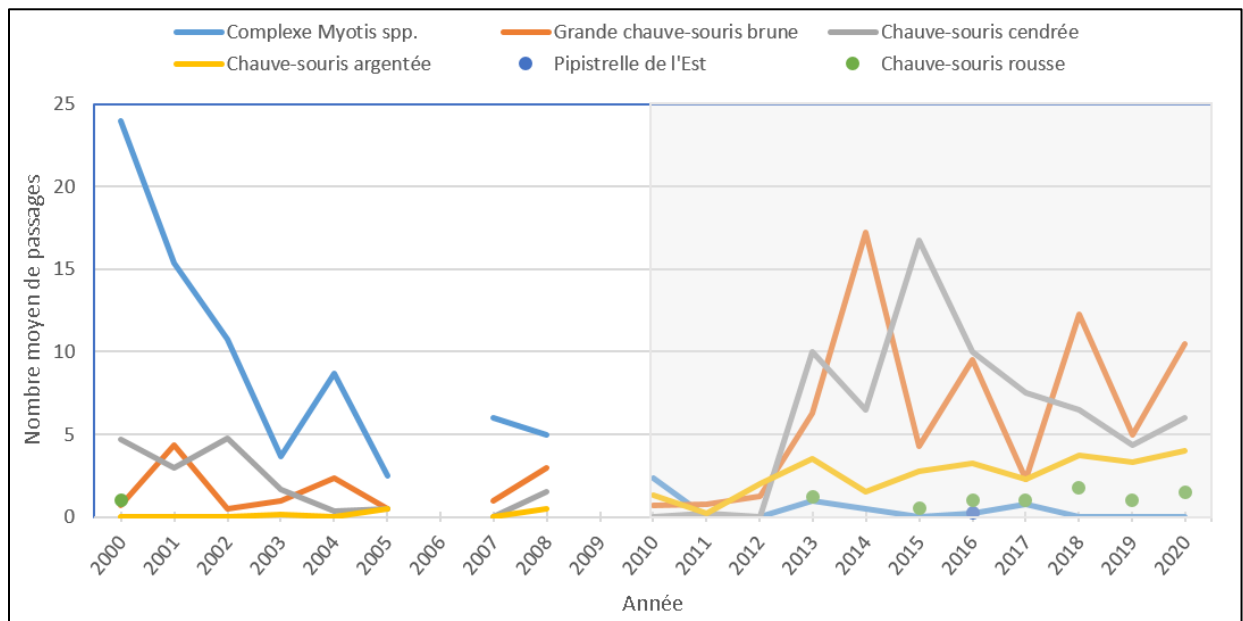


Figure 14. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2000 à 2020 pour la région de l'Estrie. La plage grise débutant en 2010 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 6. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de l’Estrie en 2010. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2010	Après 2010	F _{1,17}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	9,5 ±2,5	0,5 ±0,2	15,72	0,0011
Complexe grande brune/argentée	1,8 ±0,5	8,3 ±1,9	8,91	0,0087
Grande chauve-souris brune	1,7 ±0,5	5,9 ±1,8	4,51	0,0497
Chauve-souris cendrée	2,1 ±0,7	6,2 ±1,7	4,29	0,0549
Chauve-souris argentée	0,2 ±0,1	2,4 ±0,4	30,21	0,0001
Chauve-souris rousse	0,1 ±0,1	0,7 ±0,2	4,33	0,0538
Pipistrelle de l’Est	0	0,03 ±0,03	0,79	0,3872
Toutes les espèces	13,5 ±3,2	15,7 ±3,1	0,24	0,6313

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de l’Outaouais (07)

Les inventaires de la route d’écoute de Quyon, située à Pontiac (figure 15), ont débuté en 2003, soit sept ans avant que le syndrome (2010) soit détecté dans la région. L’absence de données en 2005 résulte du fait que les inventaires ont été réalisés au mois d’août, soit en dehors de la période prescrite pour le réseau. La route de cette région possède six années de données avant la détection du syndrome. Un inventaire a été réalisé en 2020.

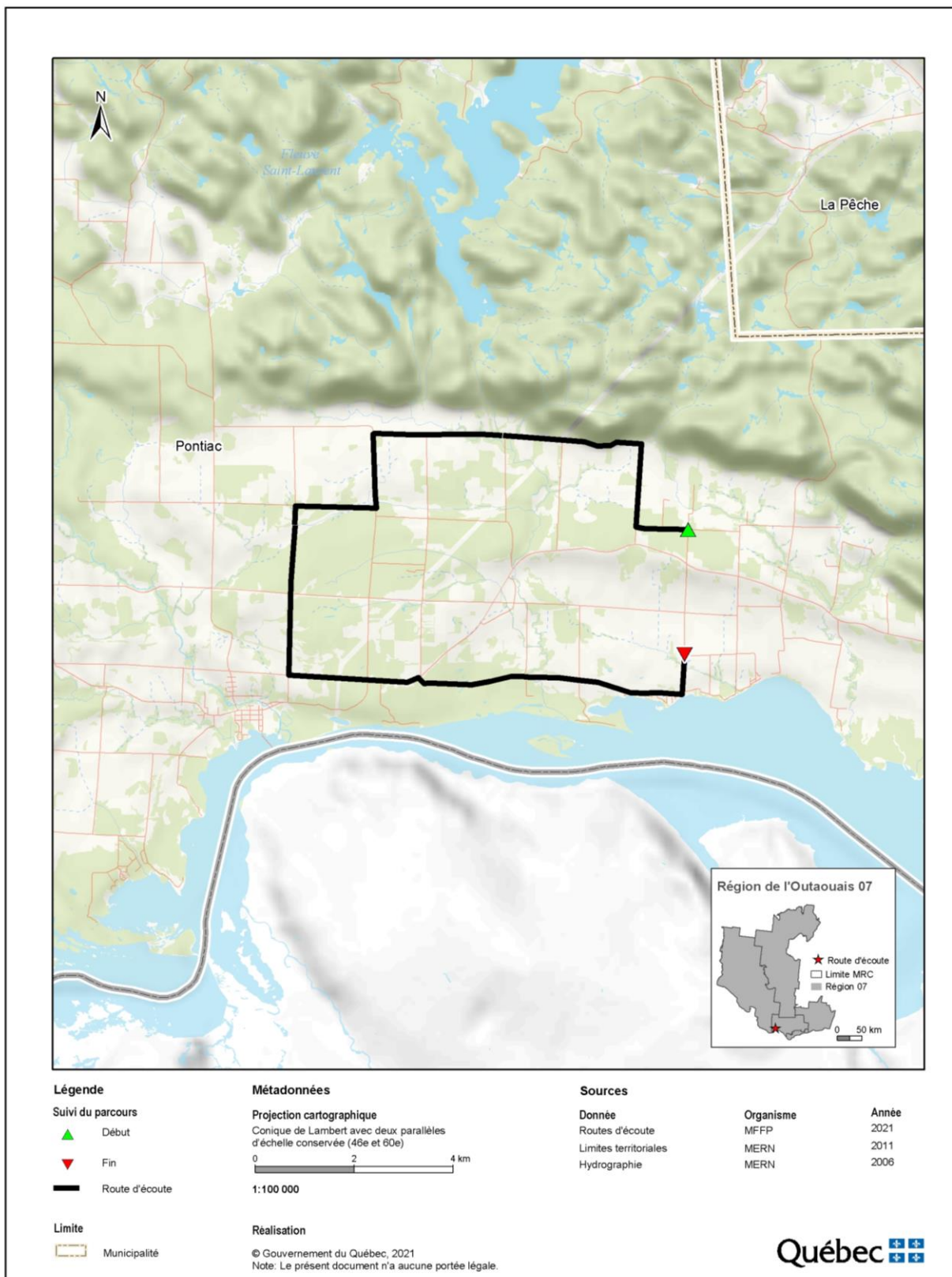


Figure 15. Localisation de la route d'écoute de Quyon dans la région de l'Outaouais.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces ne montre pas de différence significative entre les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome ($F_{1,15} = 3,54$; $p = 0,0807$) (tableau 7). Durant la période d'avant l'apparition du syndrome, la grande chauve-souris brune présente des niveaux d'activité légèrement plus élevés que les autres espèces (figure 16). À la suite de la détection du syndrome en 2010, les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. ont significativement diminué ($F_{1,15} = 5,79$; $p = 0,0305$), alors que ceux de la chauve-souris argentée ont augmenté ($F_{1,15} = 5,61$; $p = 0,0328$). Malgré une augmentation de l'effectif de la grande chauve-souris brune au cours des dernières années, il n'existe pas de différence significative pour cette espèce entre les deux périodes pour cette région ($F_{1,15} = 2,82$; $p = 0,1153$). La dynamique des populations de chauves-souris de cette région a changé depuis 2013 avec une augmentation des activités de la chauve-souris argentée et de la grande chauve-souris brune. Aucune différence significative n'a été détectée entre les périodes pour la chauve-souris rousse et la pipistrelle de l'Est.

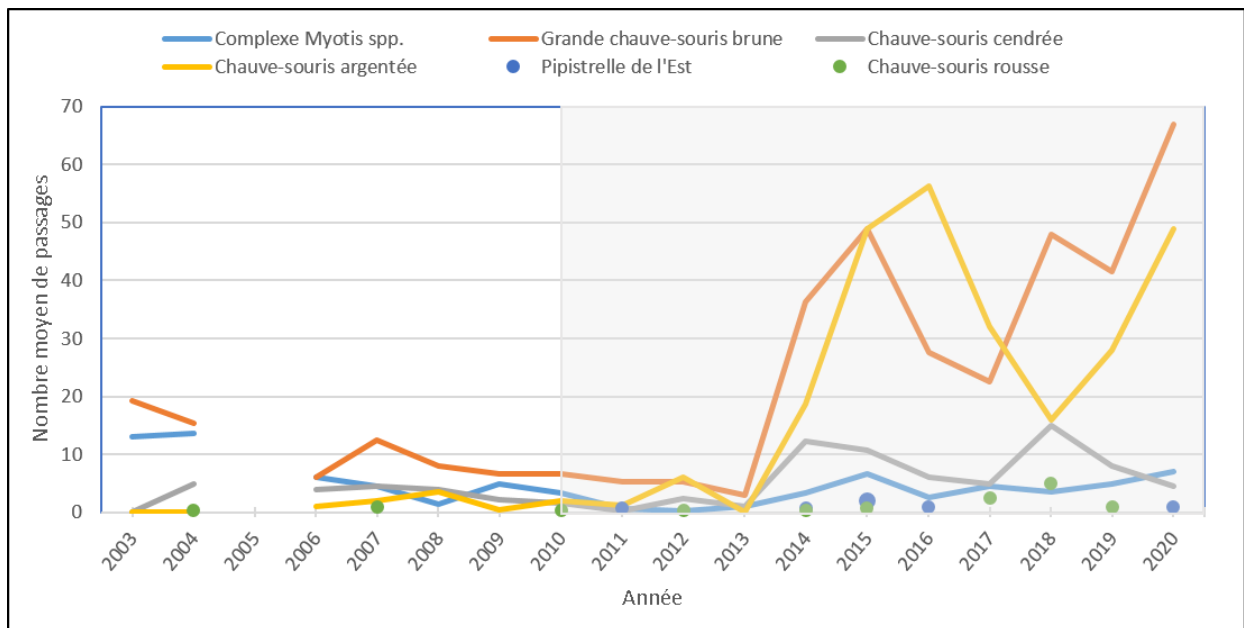


Figure 16. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2003 à 2020 pour la région de l'Outaouais. La plage grise débutant en 2010 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 7. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de l'Outaouais en 2010. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2010	Après 2010	F _{1,15}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	7,3 ±2,0	3,1 ±0,6	5,79	0,0305
Complexe grande brune/argentée	12,5 ±2,0	45,5 ±11,1	5,06	0,0411
Grande chauve-souris brune	11,3 ±2,2	24,5 ±5,9	2,82	0,1153
Chauve-souris cendrée	3,3 ±0,8	6,2 ±1,6	1,79	0,2025
Chauve-souris argentée	1,2 ±0,6	21,0 ±6,4	5,61	0,0328
Chauve-souris rousse	0,2 ±0,2	1,0 ±0,5	1,41	0,2550
Pipistrelle de l'Est	0	0,4 ±0,2	2,46	0,1388
Toutes les espèces	23,28 ±3,5	56,3 ±13,2	3,54	0,0807

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de l'Abitibi (8a)

Les inventaires de la route d'écoute de Mont-Brun, située à Rouyn-Noranda (figure 17), ont débuté en 2003, soit huit ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2011. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, à l'exception de 2020.

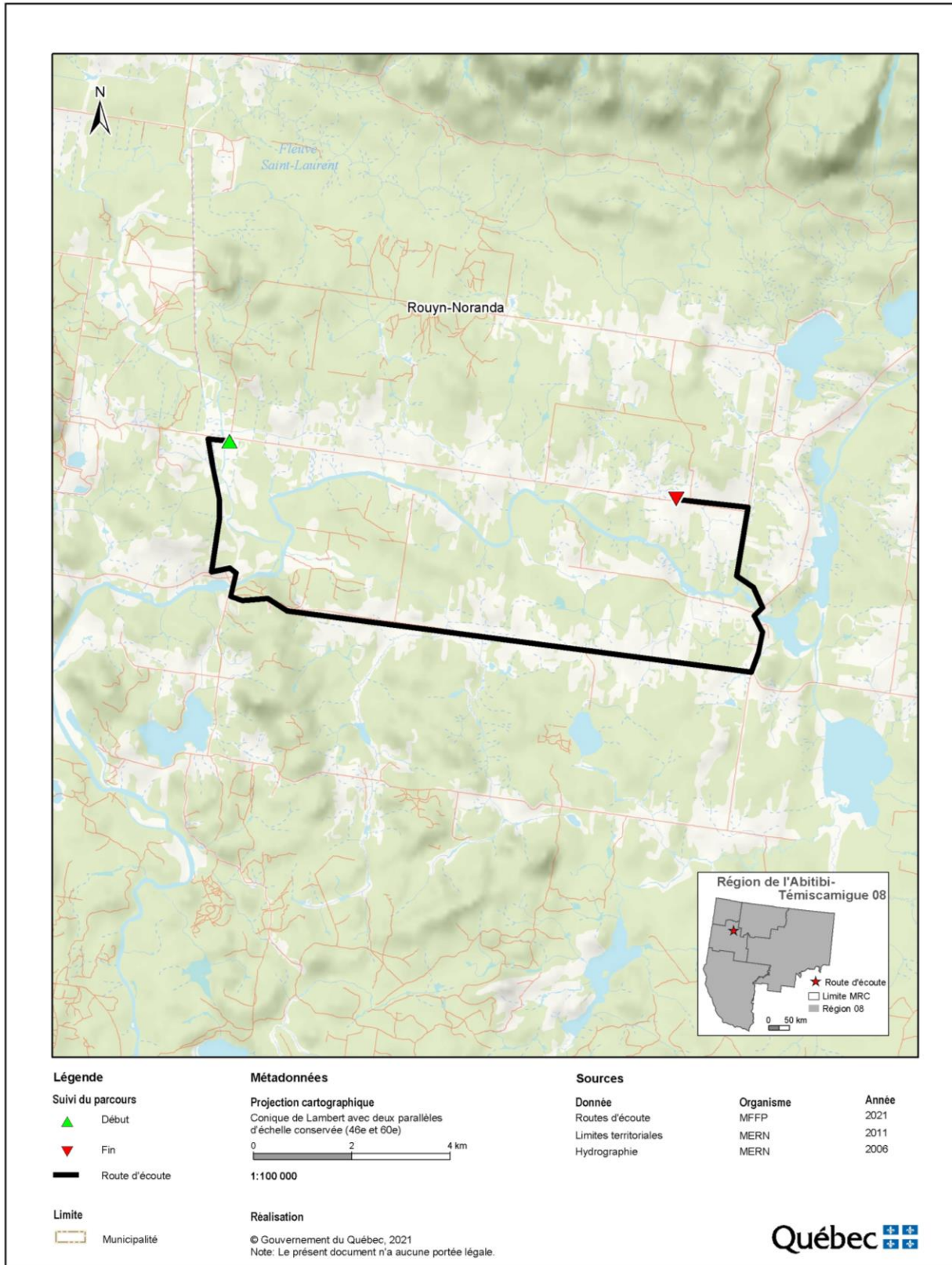


Figure 17. Localisation de la route d'écoute de Mont-Brun dans la région de l'Abitibi.

La route d'écoute de l'Abitibi affiche les niveaux d'activité de la chauve-souris cendrée les plus élevés de l'ensemble des routes du réseau d'inventaires. La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces n'indique pas de différence significative entre les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome pour cette région ($F_{1,16} = 0,02$; $p = 0,9013$) (tableau 8). La chauve-souris cendrée présente les niveaux moyens d'activité les plus élevés (figure 18) et aucune différence significative ($F_{1,16} = 0,43$; $p = 0,5232$) n'a été détectée entre les deux périodes. Les diminutions importantes survenues en 2014, 2015 et 2016 ne résultent pas du syndrome, puisque l'espèce n'est pas affectée par cette infection, mais pourraient découler d'une autre menace qui aurait pesé sur les populations. Des diminutions des niveaux d'activité de la chauve-souris cendrée sont également survenues au courant de la même période (2013 à 2018) dans la route d'écoute de la région voisine du Témiscamingue (figure 20). Les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. ont pour leur part diminué significativement à la suite de la détection du syndrome ($F_{1,16} = 19,76$; $p = 0,0005$). Les niveaux d'activité de la grande chauve-souris brune, de la chauve-souris argentée et de la chauve-souris rousse connaissent certaines fluctuations annuelles, mais aucune différence significative n'a été détectée entre la période d'avant et d'après l'apparition du syndrome (tableau 8). L'activité de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée qu'une seule fois, en 2010.

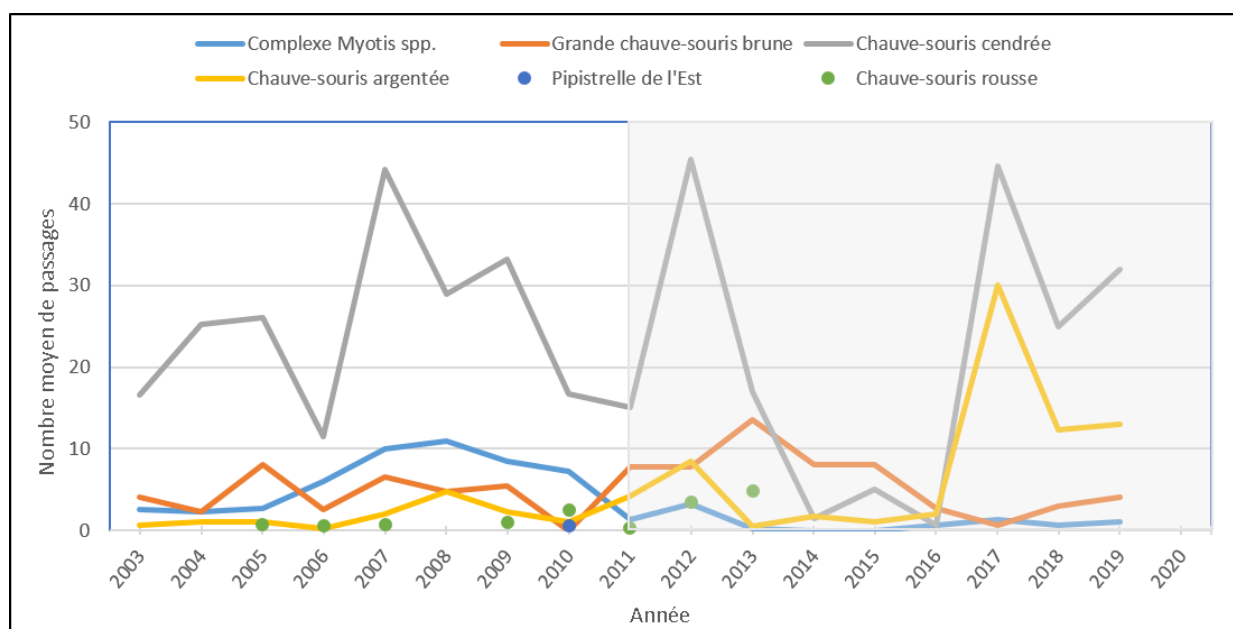


Figure 18. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2003 à 2020 pour la région de l'Abitibi. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 8. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de l’Abitibi en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2011	Après 2011	F _{1,16}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	6,3 ±1,2	0,9 ±0,3	19,76	0,0005
Complexe grande brune/argentée	5,8 ±1,2	14,3 ±2,4	9,14	0,0085
Grande chauve-souris brune	4,2 ±0,9	6,2 ±1,3	1,45	0,2475
Chauve-souris cendrée	25,3 ±3,7	20,7 ±5,8	0,43	0,5232
Chauve-souris argentée	1,6 ±0,5	8,2 ±3,2	3,69	0,0739
Chauve-souris rousse	0,7 ±0,3	0,9 ±0,6	0,13	0,7211
Pipistrelle de l’Est	0,1 ±0,1	0	1,13	0,3037
Toutes les espèces	38,2 ±5,3	36,8 ±8,3	0,02	0,9013

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région du Témiscamingue (8b)

Les inventaires de la route d’écoute de Laverlochère (figure 19) ont débuté en 2003, soit huit ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2011. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, à l’exception de 2020.

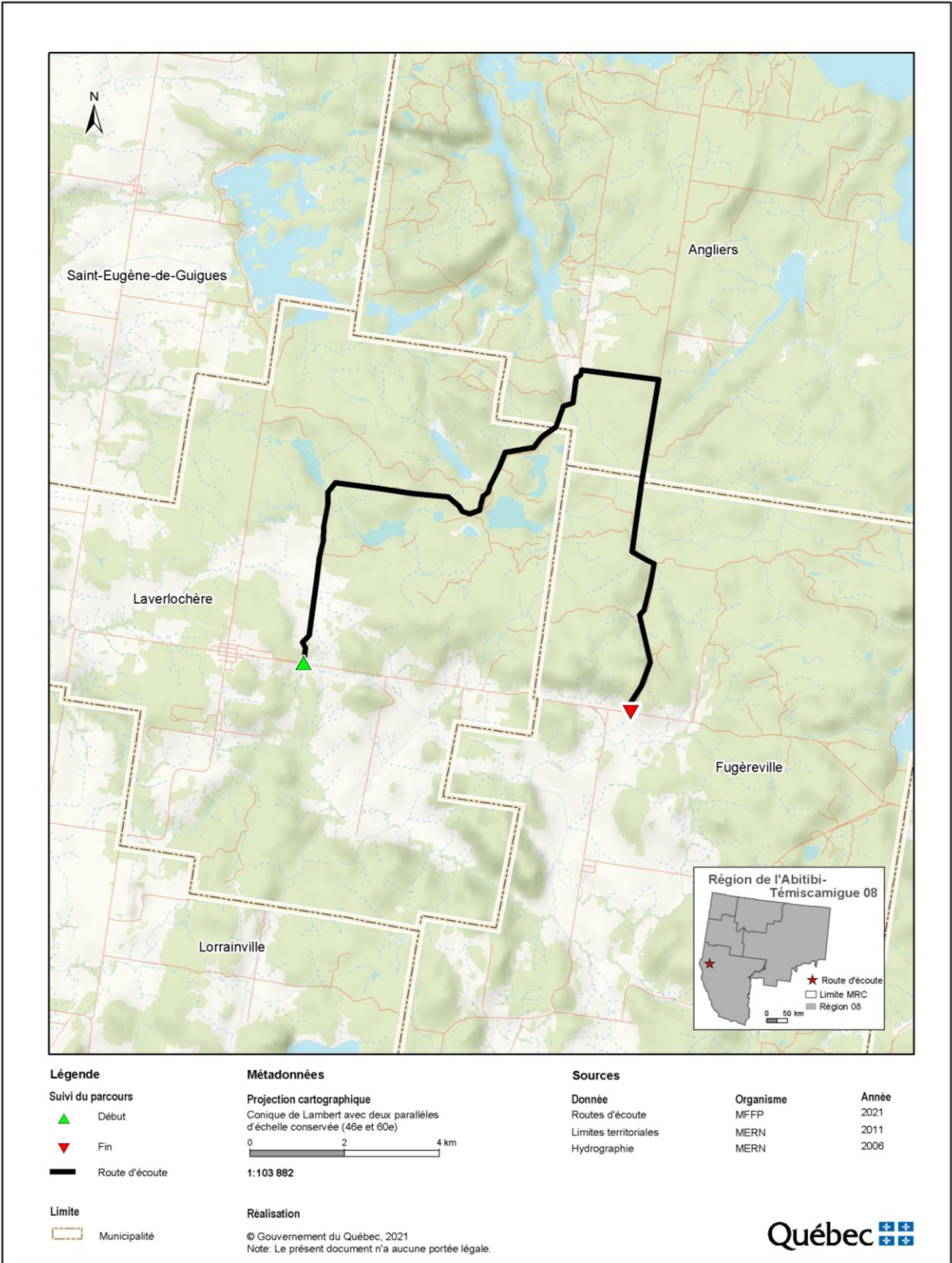


Figure 19. Localisation de la route d'écoute de Laverlochère dans la région du Témiscamingue.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces indique une différence significative entre les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome ($F_{1,16} = 17,67$; $p = 0,0008$) (tableau 9). La dynamique des populations de chauves-souris de cette région a changé depuis 2011. Pour la période d'avant l'apparition du syndrome, le complexe *Myotis* spp. et la chauve-souris cendrée présentent les niveaux moyens d'activité les plus élevés, alors qu'après l'apparition du syndrome, ce sont la chauve-souris argentée et la grande chauve-souris brune qui sont le plus souvent détectées (figure 20). Les niveaux d'activité de la grande chauve-souris brune ($F_{1,16} = 12,83$; $p = 0,0027$) et de la chauve-souris argentée ($F_{1,16} = 7,18$; $p = 0,0171$) ont significativement augmenté après l'apparition du syndrome, alors que ceux du complexe *Myotis* spp. ont diminué significativement ($F_{1,16} = 5,22$; $p = 0,0374$). La chute d'activité détectée en 2011 et 2012 est suivie d'un retour à des niveaux aussi élevés de 2013 à 2015 qu'ils étaient avant l'apparition du syndrome (figure 20). Par la suite, les niveaux d'activité diminuent. Pour la chauve-souris cendrée, bien qu'il y ait certaines fluctuations, aucune différence significative n'a été détectée ($F_{1,16} = 0,31$; $p = 0,5849$). Les niveaux d'activité moyens demeurent analogues entre les deux périodes (tableau 9). La baisse des niveaux d'activité de 2013 à 2018 ne résulte pas du syndrome, puisque l'espèce n'est pas touchée par cette infection, mais pourrait découler d'une autre menace qui aurait pesé sur les populations. Des diminutions des niveaux d'activité de la chauve-souris cendrée sont également survenues au courant de la même période dans la région voisine de l'Abitibi (figure 18). Bien que les niveaux d'activité de la chauve-souris rousse et de la pipistrelle de l'Est présentent des fluctuations, aucune différence significative n'a été détectée entre les périodes. Les niveaux d'activité de cette région de 2010 à 2016 sont les plus élevés de l'ensemble du réseau pour la pipistrelle de l'Est.

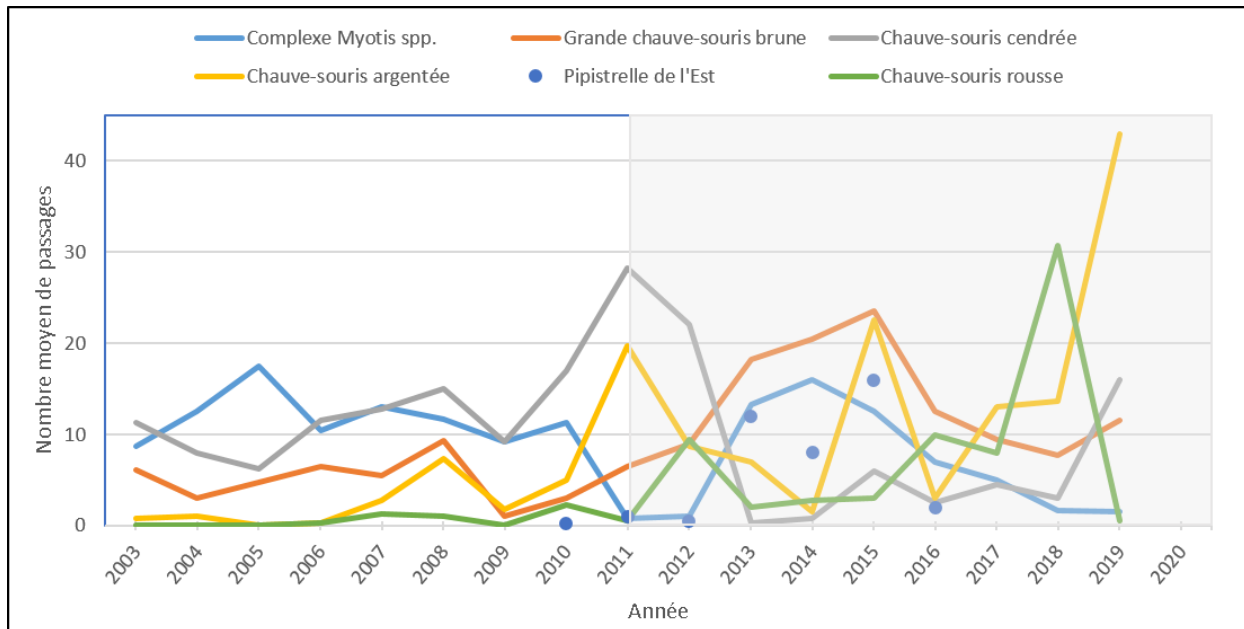


Figure 20. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2003 à 2019 pour la région du Témiscamingue. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 9. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région du Témiscamingue en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2011	Après 2011	F _{1,16}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	11,8 ±1,0	6,5 ±2,0	5,22	0,0374
Complexe grande brune/argentée	7,3 ±1,5	27,9 ±4,4	17,59	0,0008
Grande chauve-souris brune	4,9 ±0,9	13,2 ±2,0	12,83	0,0027
Chauve-souris cendrée	11,4 ±1,3	9,3 ±3,4	0,31	0,5849
Chauve-souris argentée	2,4 ±0,9	14,7 ±4,2	7,18	0,0171
Chauve-souris rousse	0,6 ±0,3	7,4 ±3,2	4,11	0,0607
Pipistrelle de l'Est	0,03 ±0,03	4,4 ±2,0	4,08	0,0617
Toutes les espèces	31,1 ±2,7	55,5 ±4,9	17,67	0,0008

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de la Côte-Nord (09)

Les inventaires de la route d'écoute du lac Labrie, située à proximité de Sept-Îles (figure 21), ont débuté en 2002, soit 13 ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2015. Plusieurs années de données manquent en raison de l'absence d'inventaires (2005, 2006, 2011 et 2012). Un changement de parcours a eu lieu en 2007. La route de cette région possède sept années de données entrecoupées avant l'apparition du syndrome. Un inventaire a été réalisé en 2020.

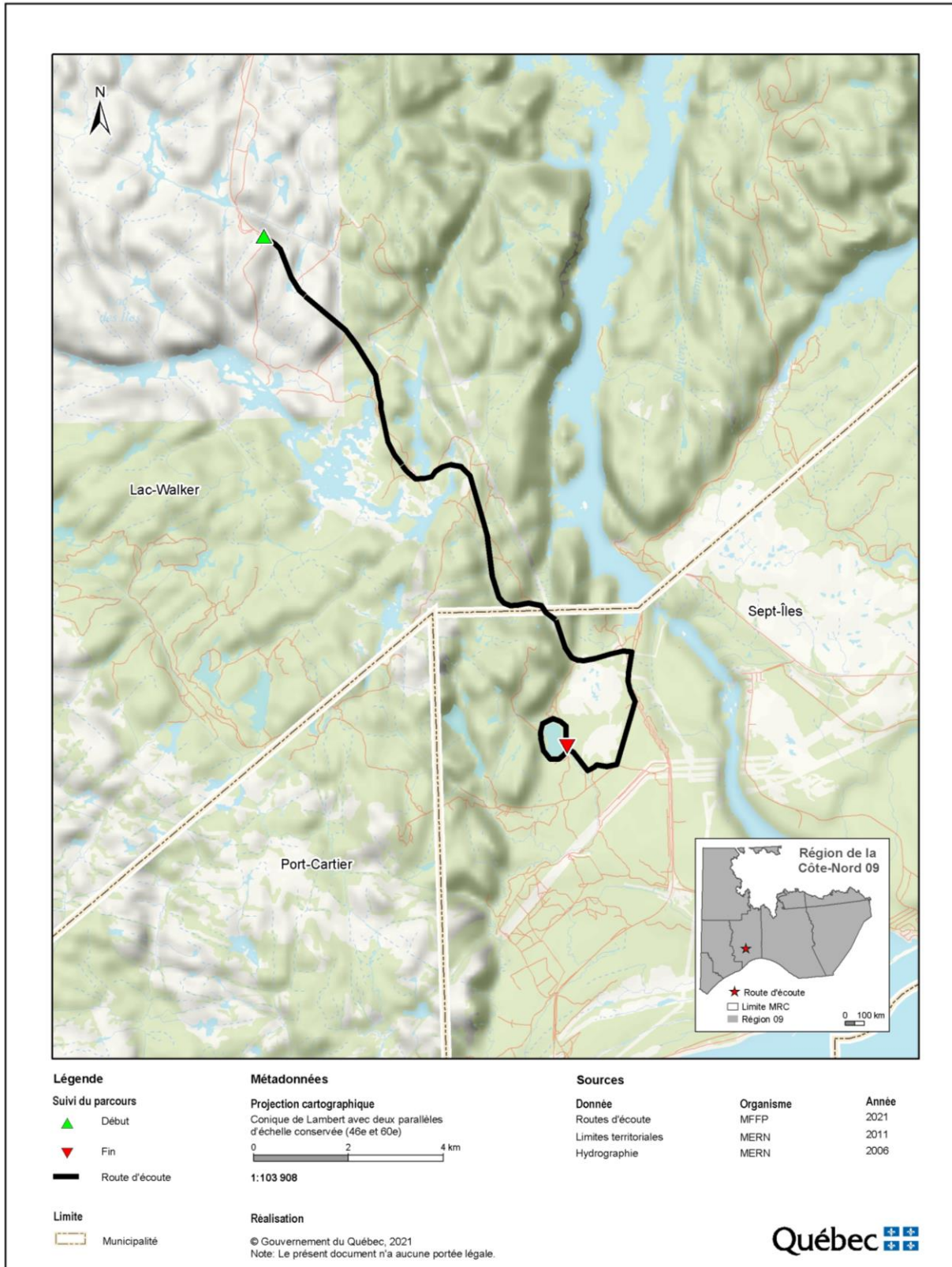


Figure 21. Localisation de la route d'écoute du lac Labrie dans la région de la Côte-Nord.

Bien que la détection du syndrome ait été faite plus tardivement dans cette région, la comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces ne révèle pas de différence significative entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome ($F_{1,13} = 1,12$; $p = 0,3100$) (tableau 10). C'est principalement l'activité du complexe *Myotis* spp. qui est détectée dans cette région (figure 22). Cependant, la grande variabilité interannuelle du complexe, combinée au manque d'inventaires durant les années 2005, 2006, 2011 et 2012, ne permet pas de détecter de différence significative entre les périodes pour le complexe *Myotis* spp. ($F_{1,13} = 0,92$; $p = 0,3568$) et les autres espèces (tableau 10). L'activité de la chauve-souris cendrée, de la grande chauve-souris brune et de la chauve-souris rousse a été détectée à de faibles niveaux pendant quelques années. Aucune activité de la chauve-souris argentée et de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée dans cette région. Depuis 2018, aucune activité de chauve-souris n'a été détectée durant les inventaires de la route du lac Labrie.

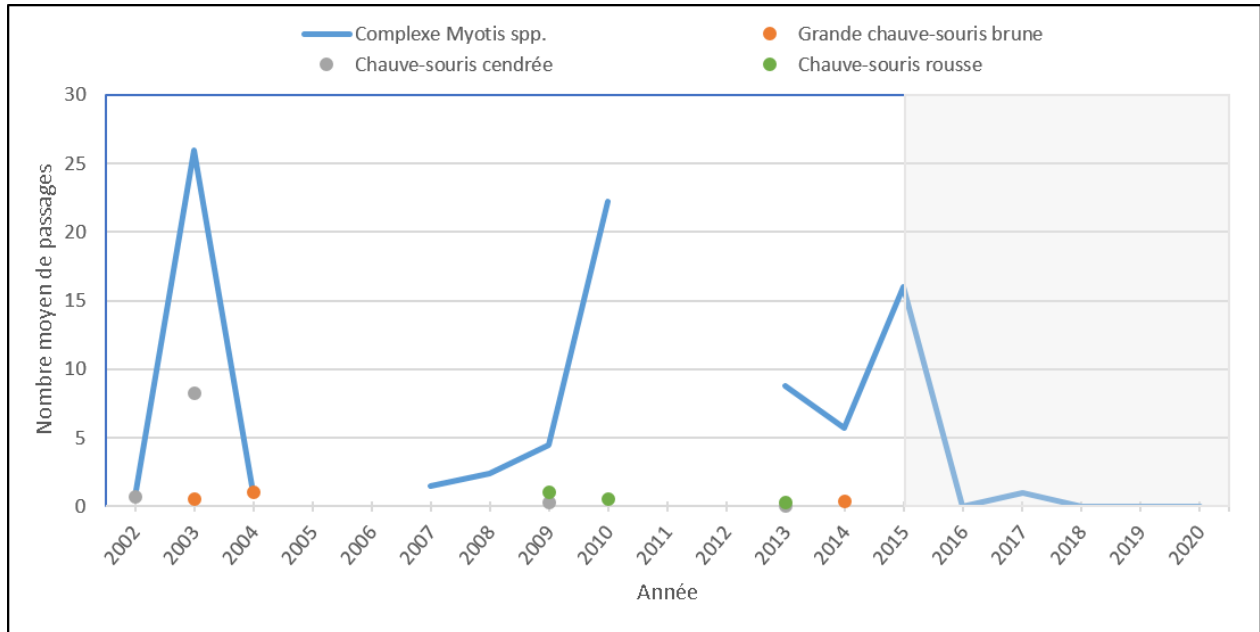


Figure 22. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2020 pour la région de la Côte-Nord. La plage grise débutant en 2015 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 10. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de la Côte-Nord en 2015. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2015	Après 2015	F _{1,13}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	8,1 ±3,2	3,4 ±3,2	0,92	0,3568
Complexe grande brune/argentée	0,2 ±0,1	0	1,62	0,2277
Grande chauve-souris brune	0,2 ±0,1	0	1,62	0,2277
Chauve-souris cendrée	1,0 ±0,9	0	0,68	0,4270
Chauve-souris argentée	0	0	---	---
Chauve-souris rousse	0,2 ±0,1	0	1,5	0,2442
Pipistrelle de l'Est	0	0	---	---
Toutes les espèces	9,5 ±3,9	3,4 ±3,2	1,12	0,3100

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région du Nord-du-Québec (10)

Les inventaires de la route d'écoute du lac Bourbeau, située à proximité de Chibougamau (figure 23), ont débuté en 2003, soit huit ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2011. L'absence de données en 2017 résulte du fait que les inventaires ont été réalisés au mois d'août, soit en dehors de la période prescrite pour le réseau. Un inventaire a été réalisé en 2020.

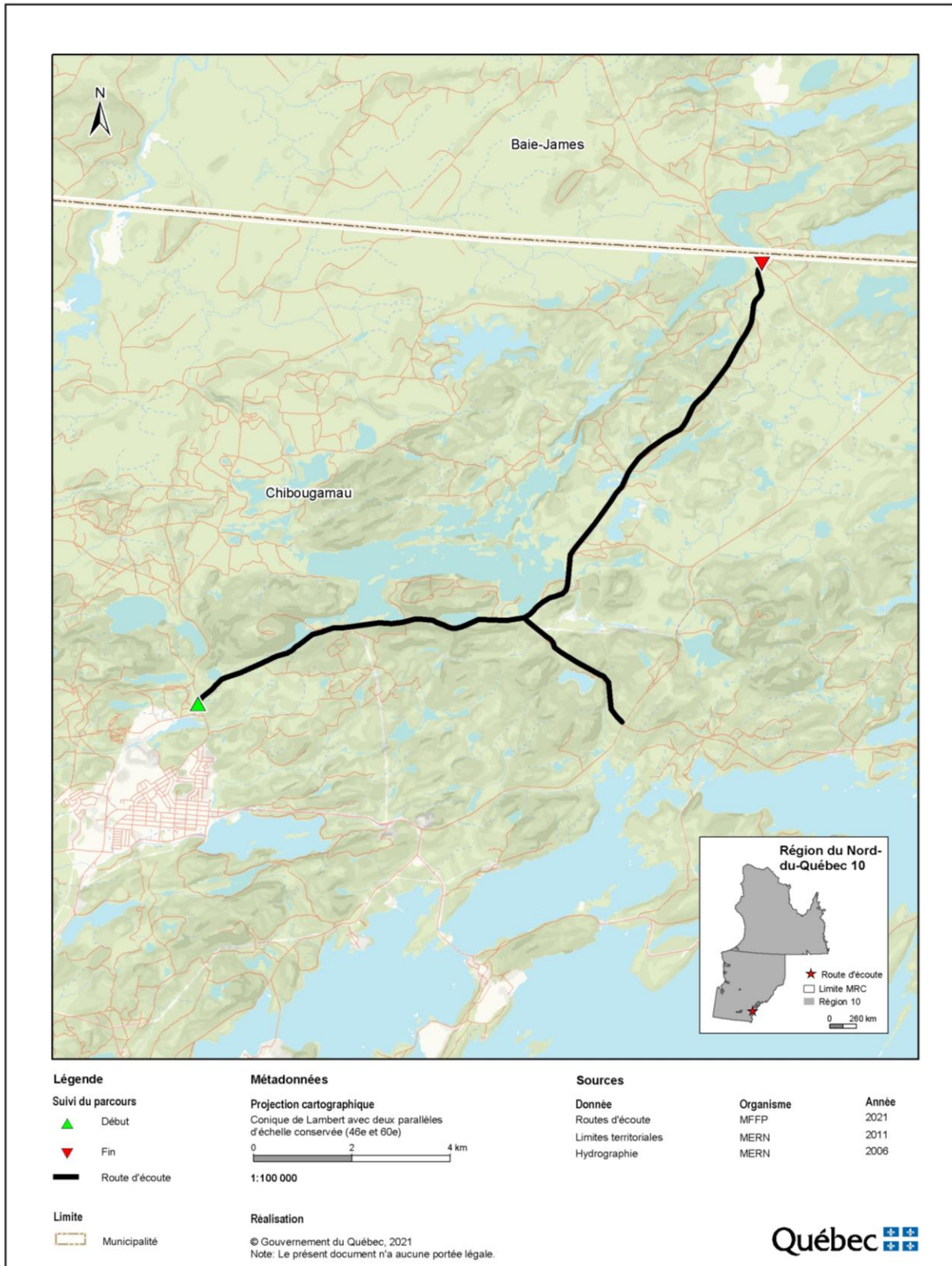


Figure 23. Localisation de la route d'écoute du lac Bourbeau dans la région du Nord-du-Québec.

Les niveaux d'activité des chauves-souris de cette région sont faibles comparativement aux autres régions. Malgré certaines fluctuations (figure 24), la comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces ne révèle pas de différence significative entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome dans cette région ($F_{1,15} = 1,31$; $p = 0,2713$) (tableau 11). Bien qu'aucune différence n'ait été détectée entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome pour les espèces prises individuellement, les niveaux moyens d'activité du complexe *Myotis* spp. accusent une baisse, alors que ceux de la grande chauve-souris brune et de la chauve-souris cendrée affichent une légère hausse (tableau 11). L'activité de la chauve-souris argentée a été détectée que durant trois années (2012, 2014 et 2019) et celle de la chauve-souris rousse, qu'une seule fois en 2012. Aucune activité de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée pour cette région.

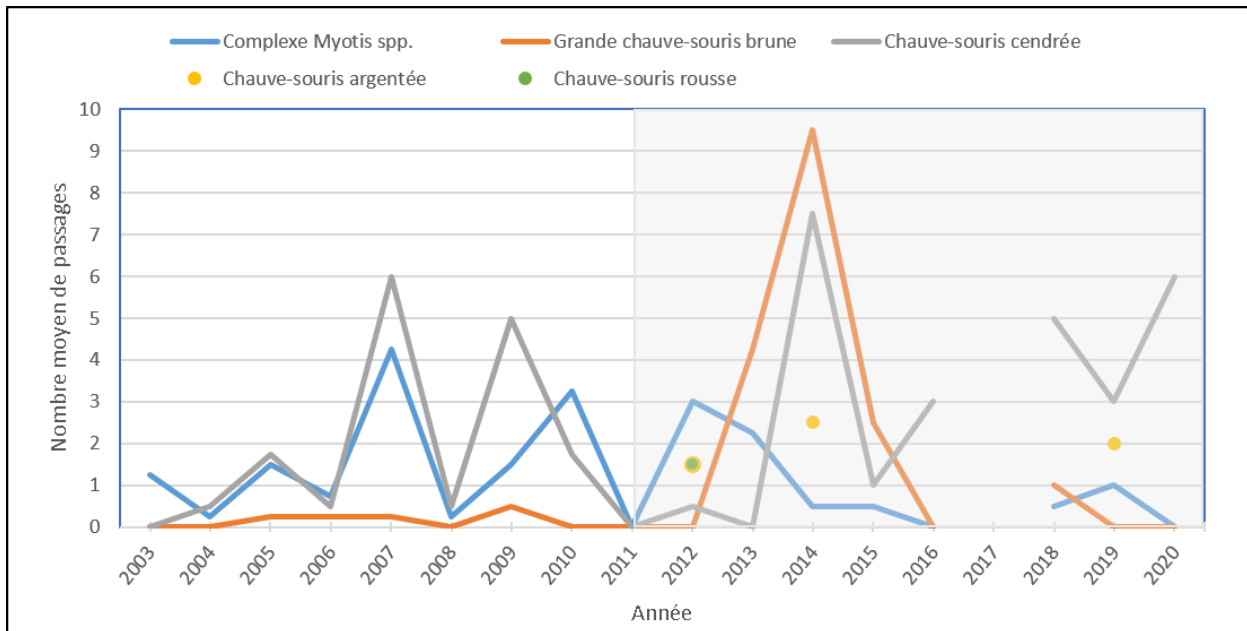


Figure 24. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2003 à 2020 pour la région du Nord-du-Québec. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 11. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région du Nord-du-Québec en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2011	Après 2011	F _{1,15}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	1,6 ±0,5	1,0 ±0,4	1,07	0,3186
Complexe grande brune/argentée	0,2 ±0,1	2,9 ±1,4	3,91	0,0679
Grande chauve-souris brune	0,2 ±0,1	2,2 ±1,2	2,85	0,1135
Chauve-souris cendrée	2,0 ±0,8	2,5 ±1,0	0,16	0,6933
Chauve-souris argentée	0	0,8 ±0,4	3,94	0,0672
Chauve-souris rousse	0	0,2 ±0,2	1,00	0,3343
Pipistrelle de l'Est	0	0	---	---
Toutes les espèces	3,78	6,56 ±2,1	1,31	0,2713

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (11)

Les inventaires de la route d'écoute de la Tourelle, située près de Sainte-Anne-des-Monts (figure 25), ont débuté en 2002, soit 13 ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2015. L'absence de données en 2003 et 2020 résulte du fait qu'aucun inventaire n'ait été réalisé. En 2014, la fermeture des routes à la suite d'une tempête a empêché leur tenue. La route de cette région possède 11 années de données datant d'avant le syndrome.

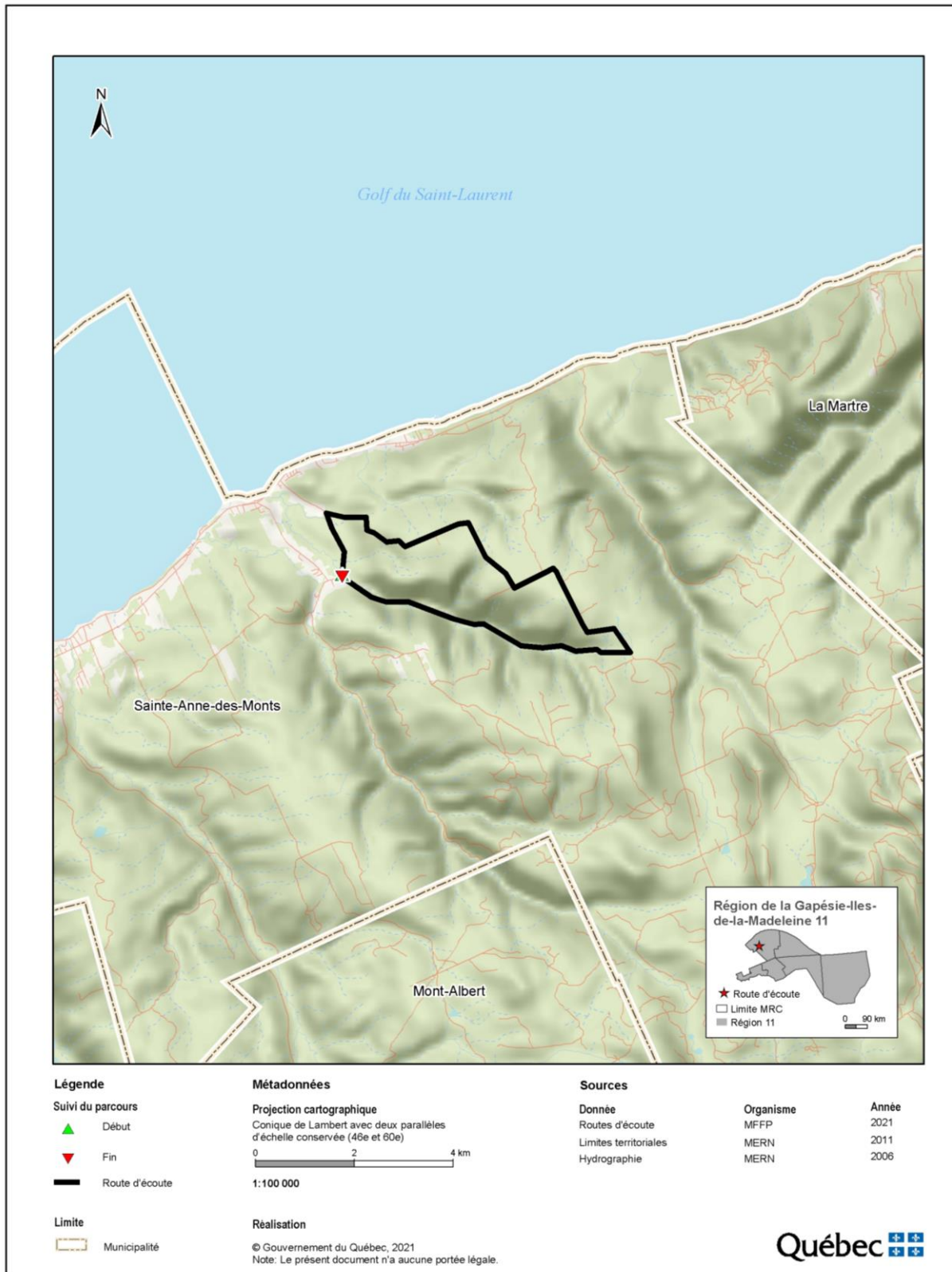


Figure 25. Localisation de la route d'écoute de la Tourelle dans la région de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces ne révèle pas de différence significative entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome ($F_{1,15} = 4,44$; $p = 0,0536$) (tableau 12). En général, les niveaux d'activité des chauves-souris dans cette région sont bas (figure 26). Le complexe *Myotis* spp. comporte le niveau moyen d'activité le plus élevé d'avant l'apparition du syndrome dans cette région ($6,2 \pm 1,6$ passages/parcours). À la suite de la détection du syndrome, les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. ont diminué significativement ($F_{1,15} = 6,30$; $p = 0,0250$). Après 2015, aucune activité du complexe *Myotis* spp. n'a été détectée. L'absence de données en 2014 ne permet pas de savoir si le déclin est survenu en 2014 ou en 2015. Bien qu'aucune différence n'ait été détectée entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome pour les autres espèces prises individuellement, les niveaux moyens d'activité de la chauve-souris cendrée augmentent légèrement, alors que ceux de la grande chauve-souris brune diminuent (tableau 12). Après 2015, seules la grande chauve-souris brune et la chauve-souris cendrée ont été détectées dans cette région (figure 26). Durant certaines années d'inventaire, de faibles niveaux d'activité de la chauve-souris argentée et de la chauve-souris rousse ont été détectés avant l'apparition du syndrome. L'activité de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée qu'une seule fois en 2011.

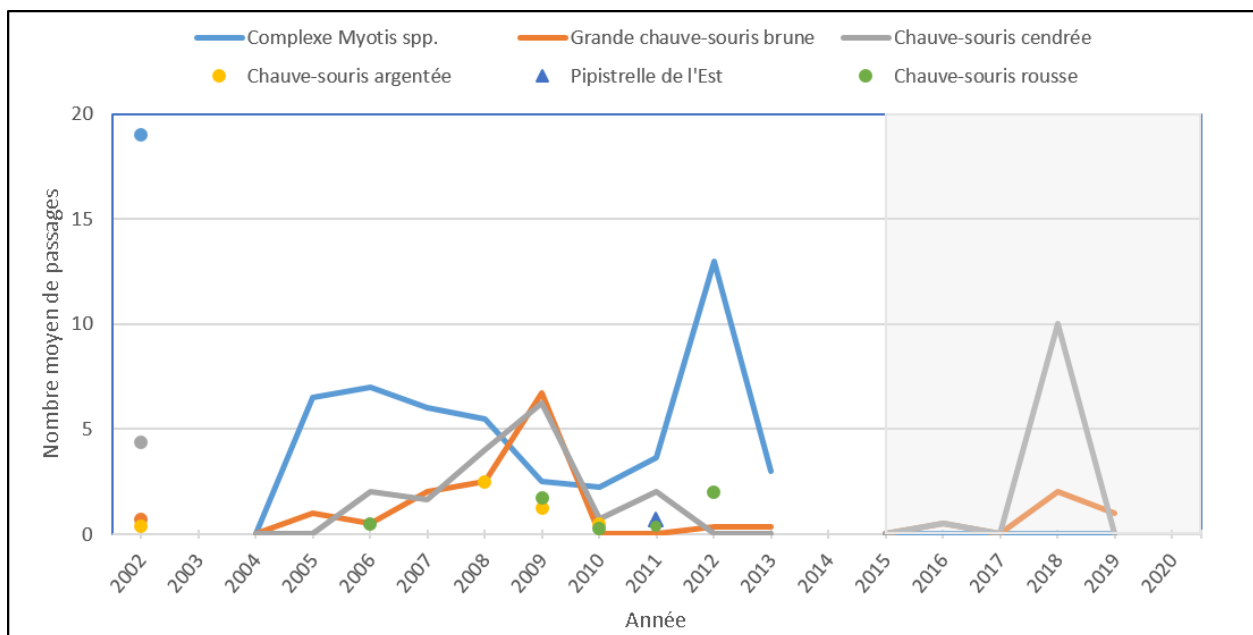


Figure 26. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2019 pour la région de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine. La plage grise débutant en 2015 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 12. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine en 2015. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2015	Après 2015	F _{1,15}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	6,2 ±1,6	0	6,30	0,0250
Complexe grande brune/argentée	1,7 ±0,8	0,7 ±0,4	0,71	0,4122
Grande chauve-souris brune	1,3 ±0,6	0,7 ±0,4	0,38	0,5470
Chauve-souris cendrée	1,9 ±0,6	2,1 ±1,9	0,01	0,9067
Chauve-souris argentée	0,4 ±0,2	0	1,33	0,2678
Chauve-souris rousse	0,4 ±0,2	0	1,73	0,2095
Pipistrelle de l'Est	0,1 ±0,1	0	0,44	0,5191
Toutes les espèces	10,39 ±2,2	2,8 ±2,3	4,44	0,0536

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de la Chaudière-Appalaches (12)

Les inventaires de la route d'écoute du lac Trois-Saumons, située à Saint-Aubert (figure 27), ont débuté en 2002, soit 10 ans avant que le syndrome (2012) soit détecté dans la région. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, à l'exception de 2020.

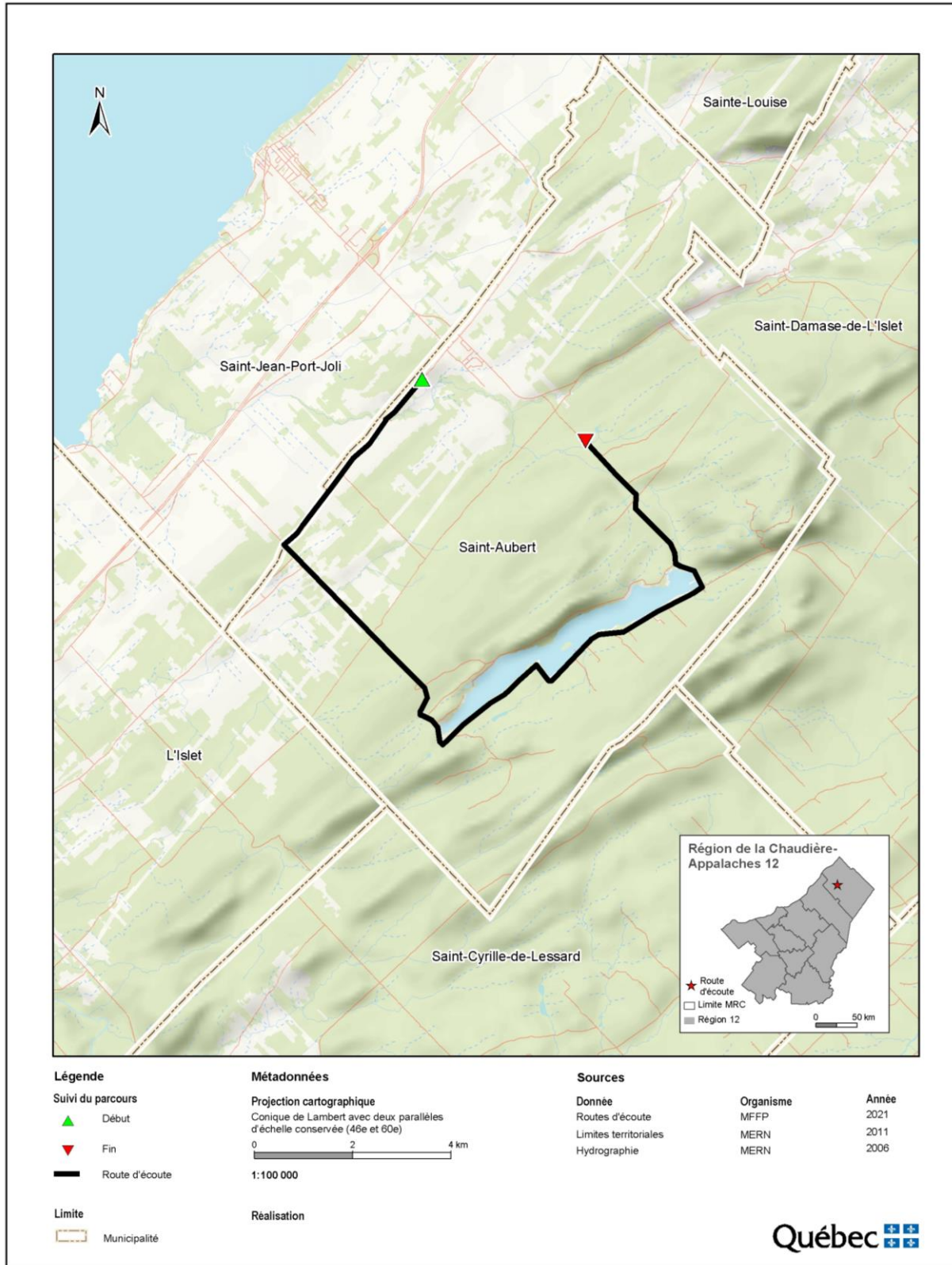


Figure 27. Localisation de la route d'écoute du lac Trois-Saumons dans la région de la Chaudière-Appalaches.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces indique une différence significative entre les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome ($F_{1,17} = 15,77$; $p = 0,0011$) (tableau 13). Le complexe *Myotis* spp. qui présente le niveau moyen d'activité le plus élevé avant l'apparition du syndrome dans cette région ($19,7 \pm 2,3$ passages/parcours) a significativement diminué ($F_{1,17} = 27,80$; $p < 0,0001$) à la suite de la détection du syndrome ($2,9 \pm 2,1$ passages/parcours) (figure 28). Malgré certaines fluctuations des niveaux d'activité, aucune différence significative n'a été détectée pour la chauve-souris cendrée ($F_{1,17} = 0,25$; $p = 0,6242$), la grande chauve-souris brune ($F_{1,17} = 0,00$; $p = 0,9549$), la chauve-souris argentée ($F_{1,17} = 0,55$; $p = 0,4686$) et la chauve-souris rousse ($F_{1,17} = 3,76$; $p = 0,0703$). L'activité de la pipistrelle de l'Est a seulement été détectée en 2012, 2016 et 2017, soit depuis la détection du syndrome.

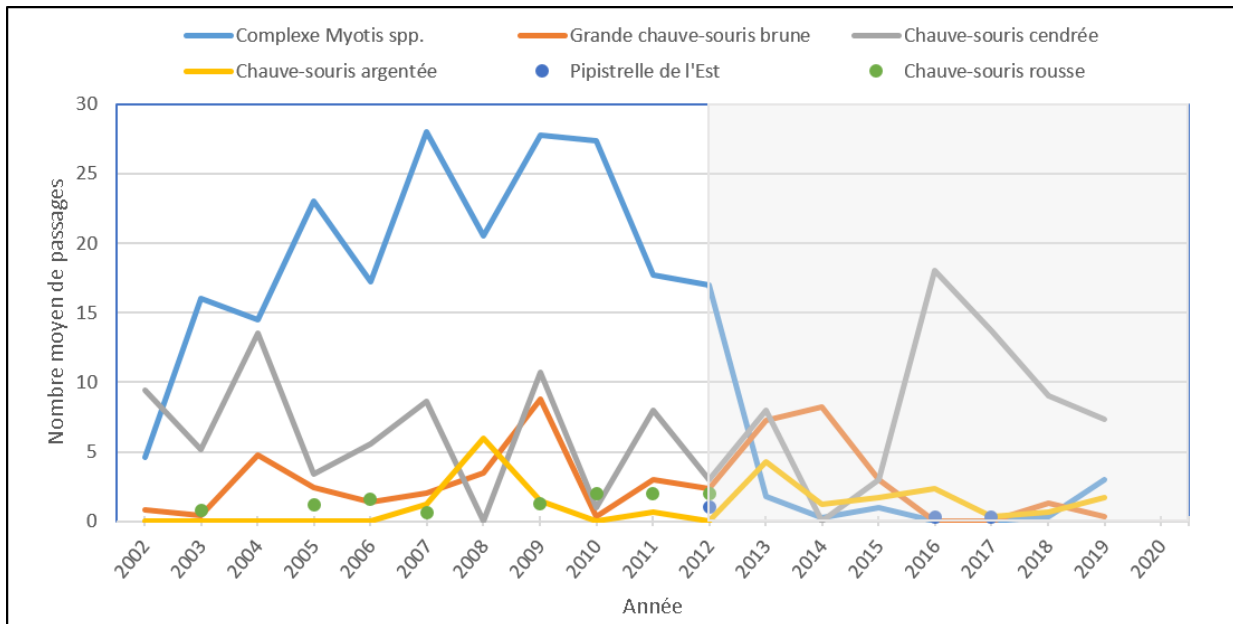


Figure 28. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2002 à 2019 pour la région de la Chaudière-Appalaches. La plage grise débutant en 2012 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 13. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de la Chaudière-Appalaches en 2012. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2012	Après 2012	F _{1,17}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	19,7 ±2,3	2,9 ±2,1	27,80	0,0001
Complexe grande brune/argentée	3,7 ±1,1	4,3 ±1,4	0,14	0,7166
Grande chauve-souris brune	2,7 ±0,8	2,8 ±1,2	0,00	0,9549
Chauve-souris cendrée	6,6 ±1,4	7,8 ±2,1	0,25	0,6242
Chauve-souris argentée	0,9 ±0,6	1,5 ±0,5	0,55	0,4686
Chauve-souris rousse	1,0 ±0,3	0,3 ±0,3	3,76	0,0703
Pipistrelle de l'Est	0	0,2 ±0,1	3,51	0,0795
Toutes les espèces	30,8 ±3,0	15,2 ±2,2	15,77	0,0011

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de Laval (13)

La route d'écoute de Laval (figure 29) fait partie des trois premières routes du réseau. C'est le seul parcours en milieu urbain du Réseau Chirops et n'est effectué qu'une seule fois par sortie. Elle a été établie en 2000, soit 11 ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2011. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, y compris 2020.

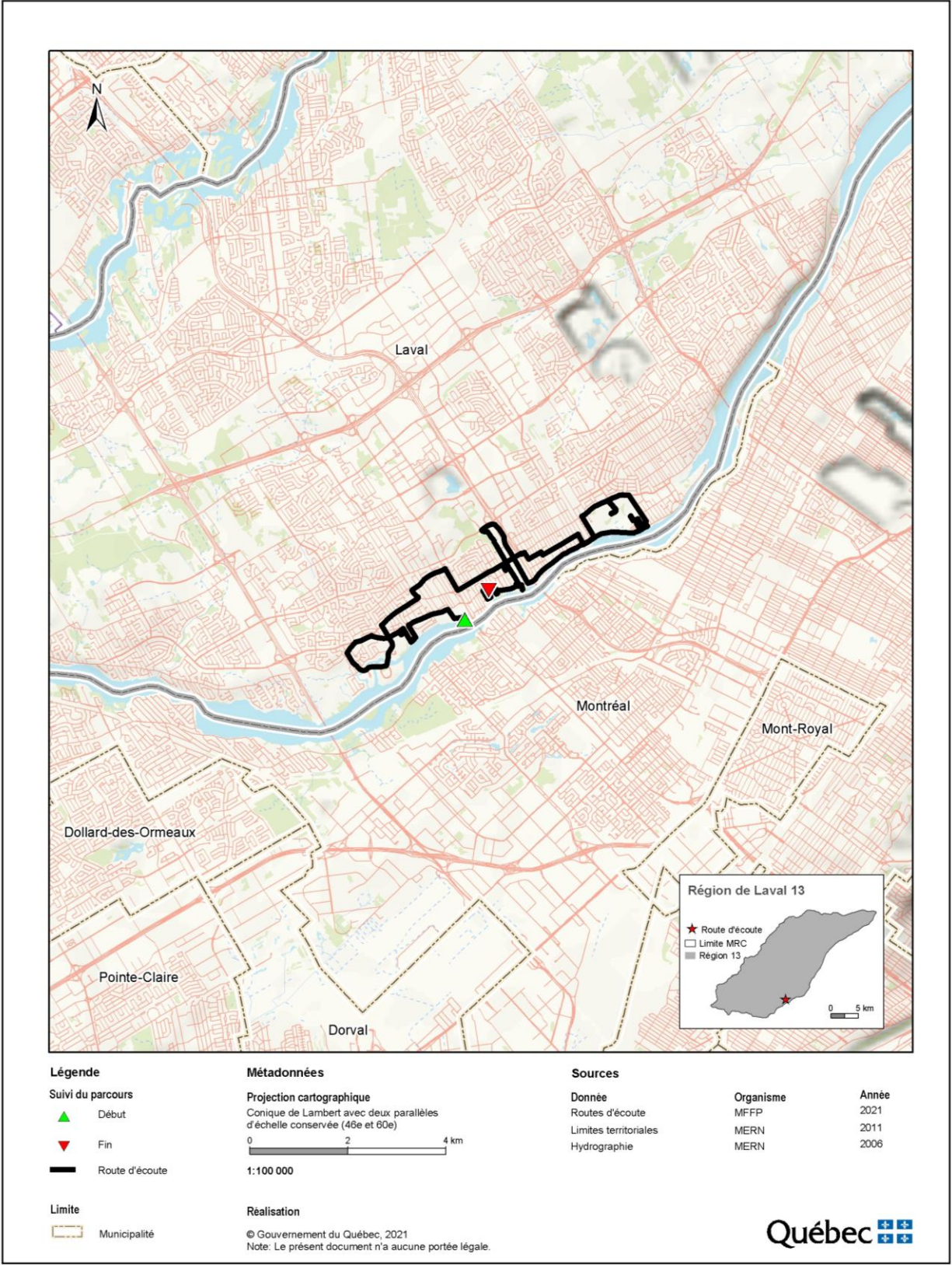


Figure 29. Localisation de la route d'écoute de Laval dans la région de Laval.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces n'indique pas de différence significative entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome dans cette région ($F_{1,19} = 0,10$; $p = 0,7576$) (tableau 14). La grande chauve-souris brune présente le niveau moyen d'activité le plus élevé avant la détection du syndrome ($14,4 \pm 1,7$ passages/parcours) (figure 30) et, bien que les données fluctuent et semblent démontrer une tendance à la baisse, il n'y a pas de différence significative entre les deux périodes ($F_{1,19} = 0,48$; $p = 0,4978$). Les niveaux d'activité du complexe *Myotis* spp. sont très faibles et seulement détectés au cours de quelques années d'inventaire (figure 30). Les niveaux d'activité de la chauve-souris argentée ont significativement augmenté ($F_{1,19} = 7,03$; $p = 0,0163$), alors que ceux de la chauve-souris cendrée ont diminué ($F_{1,19} = 5,34$; $p = 0,0329$) depuis la détection du syndrome en 2011. L'activité de la chauve-souris rousse n'a été détectée qu'une seule fois en 2016, alors qu'il n'y a aucune activité de la pipistrelle de l'Est.

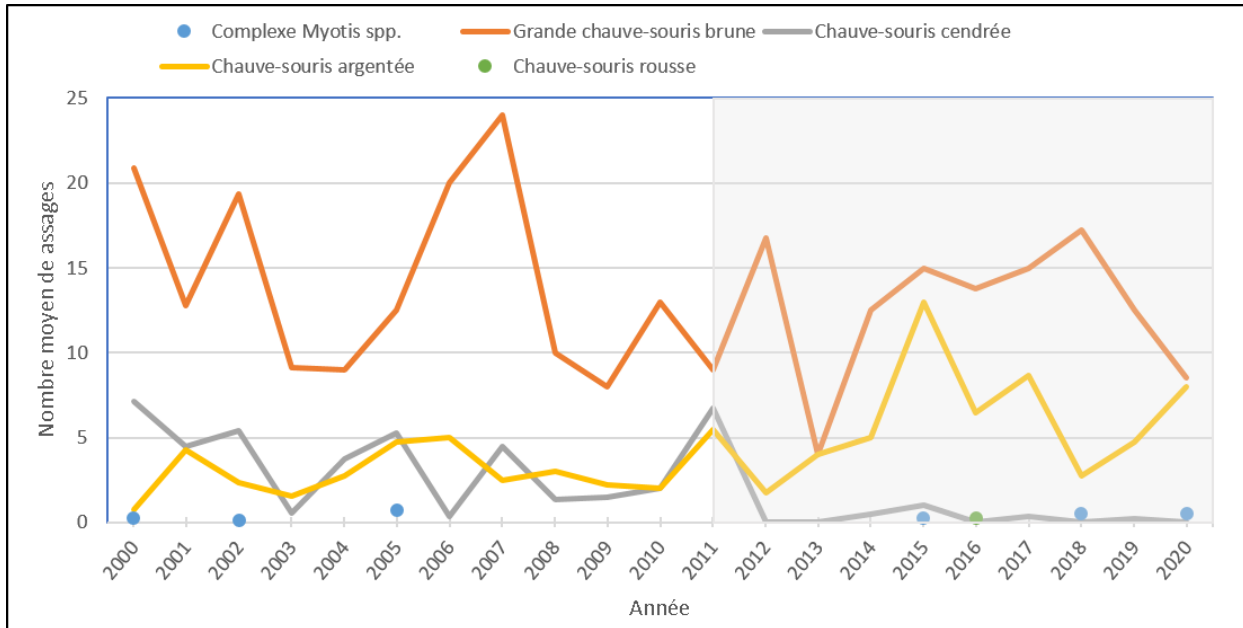


Figure 30. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2000 à 2020 pour la région de Laval. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 14. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de Laval en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2011	Après 2011	F _{1,19}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	0,1 ±0,1	0,1 ±0,1	0,04	0,8377
Complexe grande brune/argentée	17,3 ±1,7	18,6 ±1,9	0,29	0,5978
Grande chauve-souris brune	14,4 ±1,7	12,9 ±1,4	0,48	0,4978
Chauve-souris cendrée	3,3 ±0,7	1,0 ±0,7	5,34	0,0329
Chauve-souris argentée	2,8 ±0,4	5,8 ±1,1	7,03	0,0163
Chauve-souris rousse	0	0,03 ±0,03	1,24	0,2806
Pipistrelle de l'Est	0	0	---	---
Toutes les espèces	20,6 ±2,1	19,7 ±1,9	0,10	0,7576

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de Lanaudière (14)

Les inventaires de la route d'écoute de Hamilton, située près de Sainte-Julienne (figure 31), ont débuté en 2006, soit cinq ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2011. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, y compris 2020.

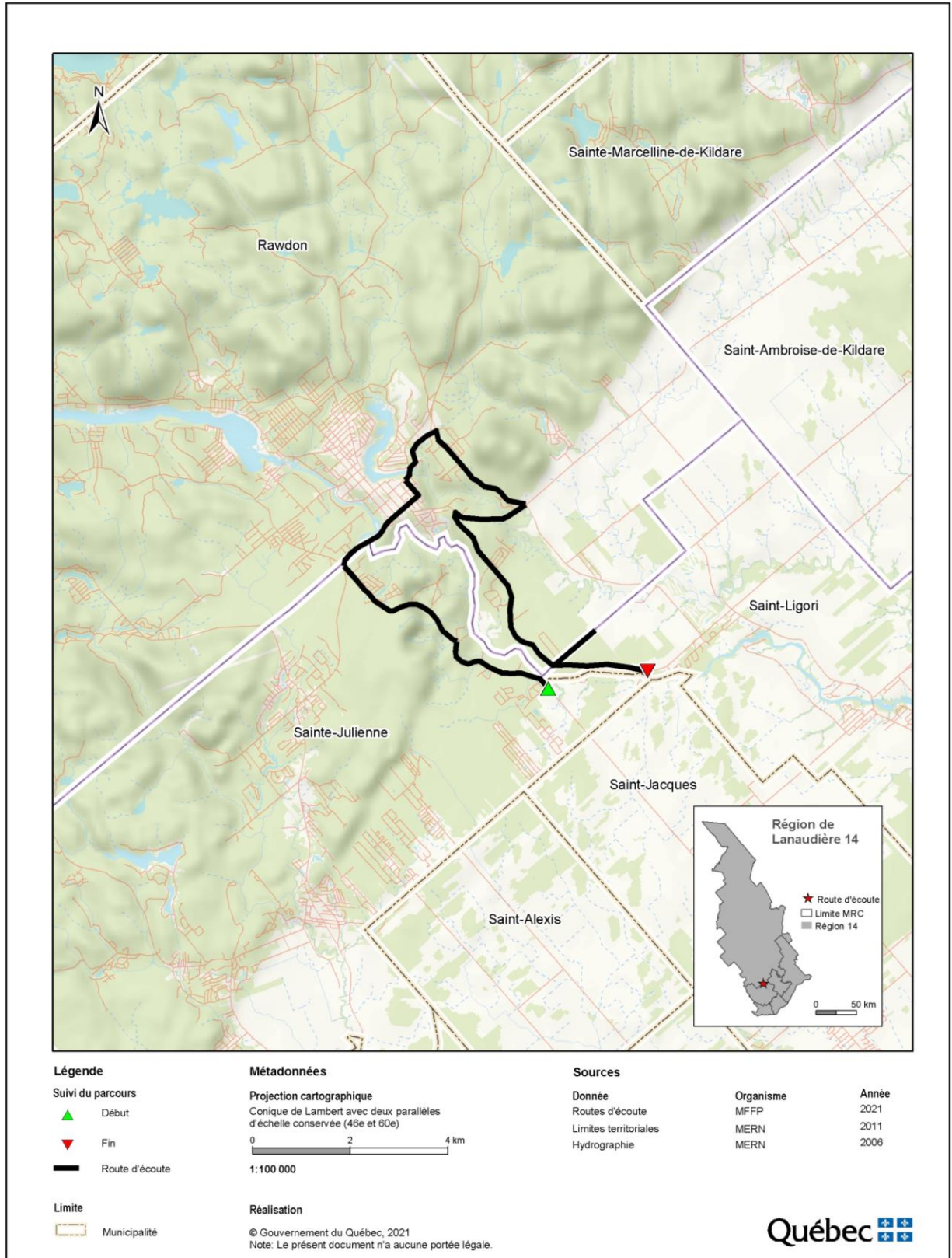


Figure 31. Localisation de la route d'écoute de Hamilton dans la région de Lanaudière.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces n'indique pas de différence significative entre les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome ($F_{1,13} = 4,70$; $p = 0,0510$) (tableau 15). Le complexe *Myotis* spp. qui présente le niveau moyen d'activité le plus élevé avant l'apparition du syndrome ($20,4 \pm 5,3$ passages/parcours) a significativement diminué ($F_{1,13} = 26,91$; $p = 0,0002$) à la suite du syndrome ($0,3 \pm 0,2$ passage/parcours) (figure 32). Depuis 2014, aucune activité du complexe *Myotis* spp. n'a été détectée durant les inventaires. Les niveaux d'activité de la chauve-souris argentée ont significativement augmenté ($F_{1,13} = 4,80$; $p = 0,0490$) entre les deux périodes, alors qu'aucune différence significative n'a été détectée pour la grande chauve-souris brune ($F_{1,13} = 0,22$; $p = 0,6465$), la chauve-souris cendrée ($F_{1,13} = 1,20$; $p = 0,2947$) et la chauve-souris rousse ($F_{1,13} = 1,75$; $p = 0,2099$). L'activité de la pipistrelle de l'Est a seulement été détectée en 2009 et en 2015.

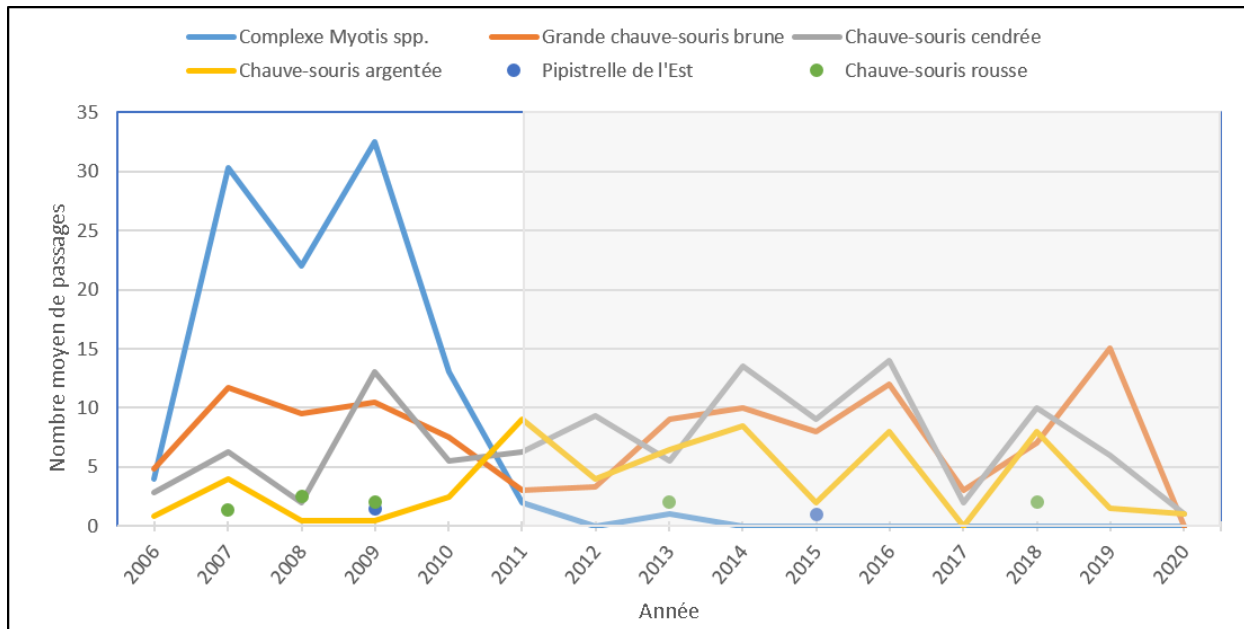


Figure 32. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2006 à 2020 pour la région de Lanaudière. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 15. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région de Lanaudière en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2011	Après 2011	F _{1,13}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	20,4 ±5,3	0,3 ±0,2	26,91	0,0002
Complexe grande brune/argentée	10,5 ±1,6	13,1 ±1,8	0,90	0,3622
Grande chauve-souris brune	8,8 ±1,2	7,8 ±1,4	0,22	0,6465
Chauve-souris cendrée	5,9 ±1,9	8,4 ±1,3	1,20	0,2947
Chauve-souris argentée	1,7 ±0,7	5,3 ±1,2	4,80	0,0490
Chauve-souris rousse	1,2 ±0,5	0,4 ±0,3	1,75	0,2099
Pipistrelle de l'Est	0,3 ±0,3	0,1 ±0,1	0,51	0,4880
Toutes les espèces	38,3 ±8,6	22,4 ±2,9	4,70	0,0510

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région des Laurentides (15)

Les inventaires de la route d'écoute de Notre-Dame-du-Laus (figure 33) ont débuté en 2004, soit sept ans avant que le syndrome soit détecté dans la région en 2011. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, y compris 2020.

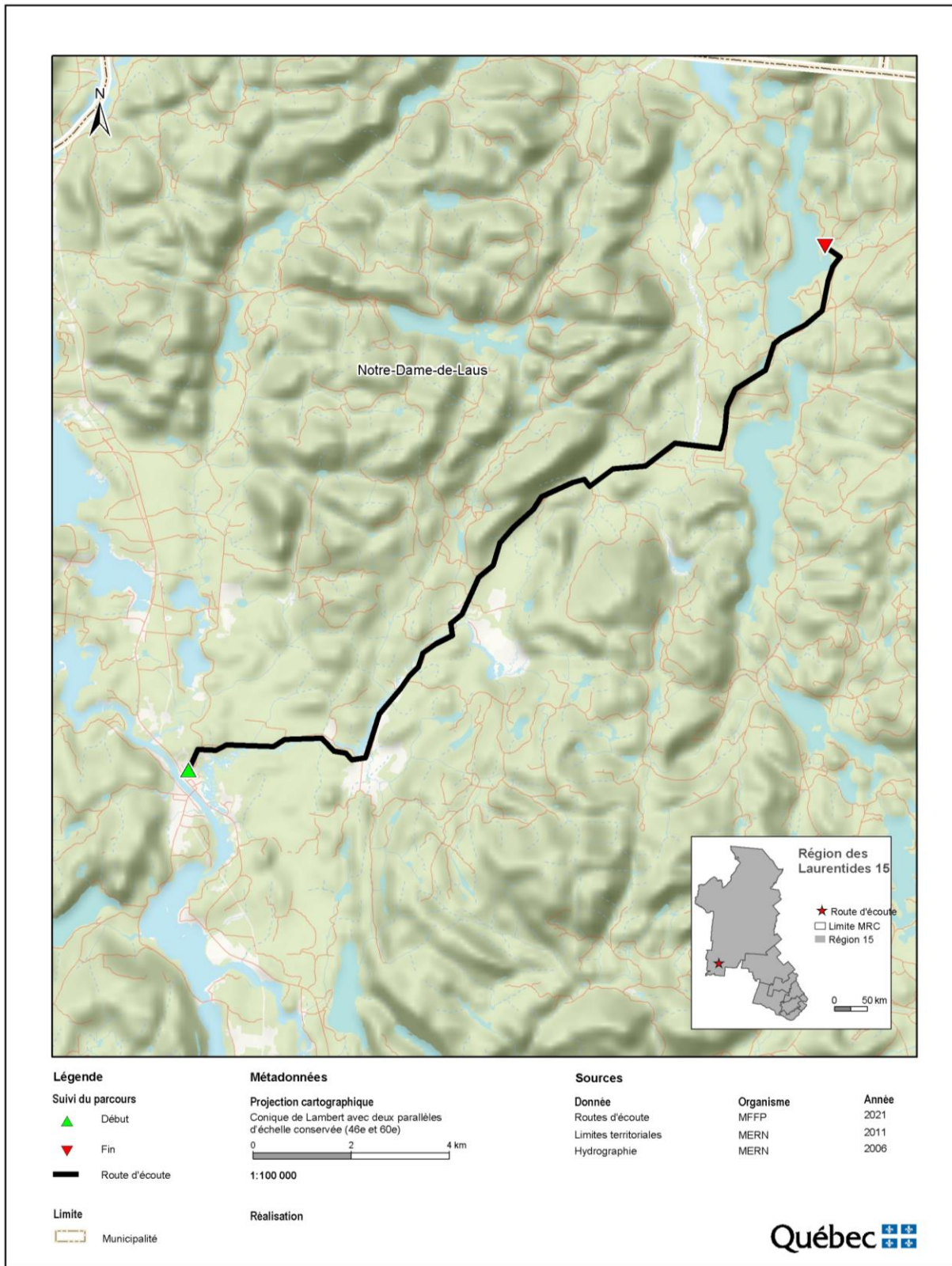


Figure 33. Localisation de la route d'écoute de Notre-Dame-du-Laus dans la région des Laurentides.

La comparaison des niveaux d'activité pour l'ensemble des espèces indique une différence significative entre les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome ($F_{1,15} = 6,10$; $p = 0,0270$) (tableau 16). Le complexe *Myotis* spp. qui présente le niveau moyen d'activité le plus élevé avant l'apparition du syndrome a significativement diminué ($F_{1,15} = 46,61$; $p < 0,0001$) à la suite de la détection du syndrome, passant de $20,8 \pm 3,4$ à $3,3 \pm 0,9$ passages par parcours (figure 34). La chauve-souris cendrée présente un niveau moyen d'activité élevé avant syndrome ($11,1 \pm 4,3$ passages/parcours) et, bien que les données montrent une tendance à la baisse après l'apparition du syndrome ($6,8 \pm 2,2$ passages/parcours), il n'y a pas de différence significative entre les deux périodes ($F_{1,15} = 0,91$; $p = 0,3556$). Les niveaux d'activité de la chauve-souris argentée ont significativement augmenté ($F_{1,15} = 9,81$; $p = 0,0073$) depuis la détection du syndrome. Malgré certaines fluctuations des niveaux d'activité, aucune différence significative n'a été détectée pour la grande chauve-souris brune et la chauve-souris rousse. L'activité de la pipistrelle de l'Est n'a été détectée qu'une seule fois en 2014.

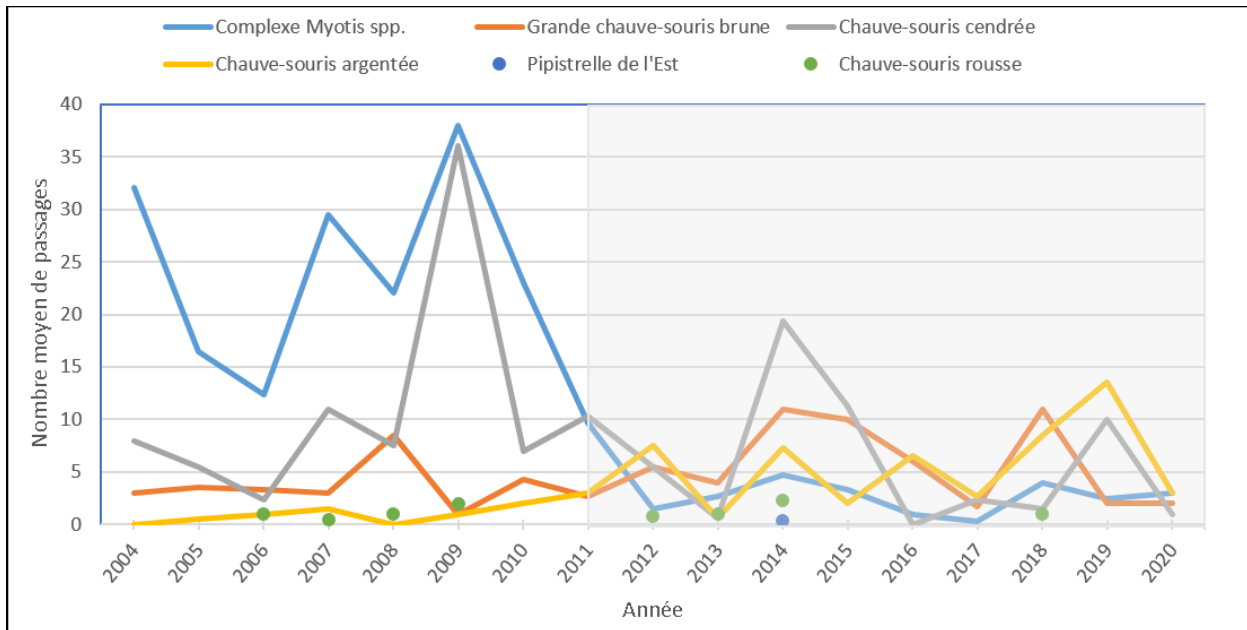


Figure 34. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2004 à 2020 pour la région des Laurentides. La plage grise débutant en 2011 indique les années au cours desquelles le syndrome est détecté dans la région.

Tableau 16. Nombre moyen de passages par parcours et résultats des analyses de variance pour les espèces de chauves-souris avant et après la détection du syndrome dans la région des Laurentides en 2011. Les analyses ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2011	Après 2011	F _{1,15}	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	24,8 ±3,4	3,3 ±0,9	46,61	0,0001
Complexe grande brune/argentée	4,7 ±0,8	11,7 ±1,9	9,48	0,0082
Grande chauve-souris brune	3,8 ±0,9	6,0 ±1,3	1,76	0,2057
Chauve-souris cendrée	11,1 ±4,3	6,8 ±2,2	0,91	0,3556
Chauve-souris argentée	0,9 ±0,3	5,7 ±1,4	9,81	0,0073
Chauve-souris rousse	0,6 ±0,3	0,6 ±0,3	0,04	0,8444
Pipistrelle de l'Est	0	0,04 ±0,04	0,77	0,3963
Toutes les espèces	41,1 ±7,1	22,4 ±3,9	6,10	0,0270

* Seuil de 5 %.

Les analyses significatives sont indiquées en gras.

Région de la Montérégie (16)

Les inventaires de la route d'écoute de Brossard (figure 35) ont débuté en 2012, soit deux ans après la détection du syndrome dans la région en 2010. Cette route a été ajoutée pour obtenir des données dans cette région qui n'était pas couverte par le réseau. Les inventaires ont été réalisés toutes les années, y compris 2020.

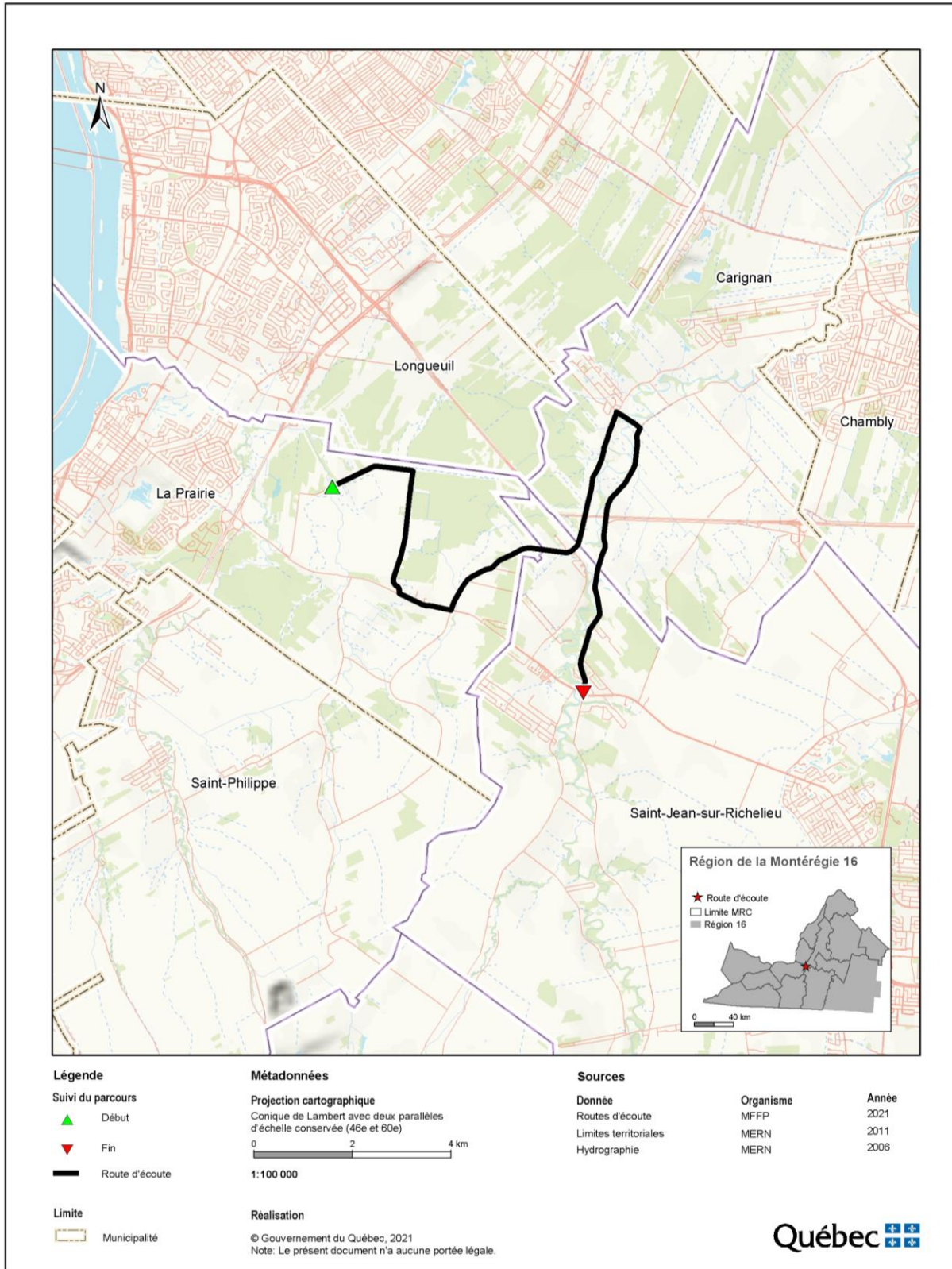


Figure 35. Localisation de la route d'écoute de Brossard dans la région de la Montérégie.

La comparaison des niveaux d'activité entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome n'est pas possible pour cette route d'écoute, puisqu'il n'y a pas de données disponibles avant la détection du syndrome. La grande chauve-souris brune présente le niveau moyen d'activité le plus élevé ($13,5 \pm 1,0$ passages/parcours), suivi ensuite par ceux de la chauve-souris argentée ($6,2 \pm 1,3$ passages/parcours) et de la chauve-souris cendrée ($2,1 \pm 0,7$ passages/parcours) (figure 36 et tableau 17). Le complexe *Myotis* spp. n'a été détecté qu'une fois en 2017. N'ayant pas de données datant d'avant l'apparition du syndrome, il n'est pas possible de se prononcer sur l'ampleur de leur déclin à la suite de la détection de celui-ci dans la région. La chauve-souris rousse est décelée par de faibles niveaux d'activité en 2013, 2014 et 2017, alors que la pipistrelle de l'Est n'a été détectée qu'une seule fois en 2015. Le suivi continu de cette route permettra à long terme d'analyser les niveaux d'activité des espèces dans cette région.

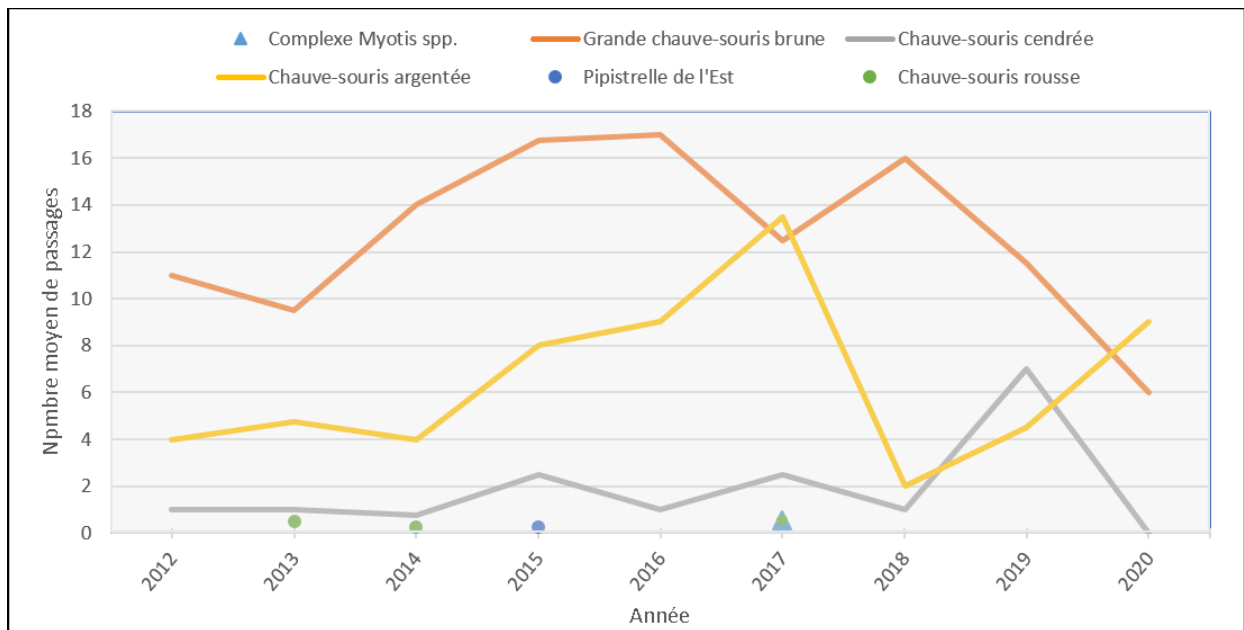


Figure 36. Activité moyenne des espèces de chauves-souris du Réseau Chirops de 2012 à 2020 pour la région de la Montérégie. La plage grise indique la présence du syndrome qui a été détecté en 2010 dans la région.

Tableau 17. Nombre moyen de passages par parcours dans la région de la Montérégie. Les résultats ne considèrent pas les données de 2020.

Espèce	Avant 2010	Après 2010	F	p*
Complexe <i>Myotis</i> spp.	nd	0,1 ±0,1	nd	nd
Complexe grande brune/argentée	nd	19,8 ±1,8	nd	nd
Grande chauve-souris brune	nd	13,5 ±1,0	nd	nd
Chauve-souris cendrée	nd	2,1 ±0,7	nd	nd
Chauve-souris argentée	nd	6,2 ±1,3	nd	nd
Chauve-souris rousse	nd	0,2 ±0,1	nd	nd
Pipistrelle de l'Est	nd	0,03 ±0,03	nd	nd
Toutes les espèces	nd	22,1 ±1,9	nd	nd

nd : non disponible.

* Seuil de 5 %.

Discussion

État et tendances des populations

Les changements qui surviennent dans la détection des cris de chauves-souris sont un indice de l'évolution des populations au fil du temps (Evans et coll., 2021). Le Réseau Chirops a permis d'obtenir, sur 20 ans, des données d'activité des chauves-souris sur une vaste étendue du territoire québécois. Cette série temporelle a permis de mettre en évidence les variations des niveaux d'activité entre les espèces ainsi que les changements de dynamique de populations qui sont survenus aux échelles provinciale et régionale, notamment à la suite de la détection du syndrome du museau blanc. Le réseau de suivi a également fait ressortir l'existence de grandes variabilités des niveaux d'activité entre les années chez ces populations.

Le niveau de l'activité pour l'ensemble des populations de chauves-souris, toutes espèces confondues, est en augmentation à l'échelle du Québec démontrant que les densités seraient élevées dans la période après l'apparition du syndrome. Par ailleurs, des changements sur le plan de la composition des communautés des chauves-souris sont survenus.

Les données mettent en évidence que les routes d'écoute situées le plus au nord du Réseau dans les régions du Nord-du-Québec et de la Côte-Nord présentent les niveaux d'activité les plus faibles. Étant situées à la limite nord de l'aire de répartition de ces mammifères, les espèces y sont présentes, mais en densités de population plus faibles.

Pipistrelle de l'Est et chauve-souris rousse

Parmi les huit espèces vivant au Québec, la pipistrelle de l'Est et la chauve-souris rousse sont celles dont les niveaux d'activité répertoriés sont les plus faibles dans l'ensemble du Réseau. Les données collectées font ressortir une légère tendance à la hausse des populations. Bien que les niveaux d'activité de la pipistrelle de l'Est ne soient pas très élevés, l'espèce est tout de même répertoriée dans presque toutes les régions, à l'exception des régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Côte-Nord, du Nord-du-Québec et de Laval.

Myotis spp.

Les résultats à l'échelle du Québec et pour la majorité des régions indiquent un déclin important des populations appartenant au complexe *Myotis* spp. Ces espèces ont subi de fortes réductions de leurs effectifs, se traduisant par une importante réduction de la détection de leur présence dans les routes d'écoute des différentes régions. De plus, dans de nombreuses routes d'écoute l'absence totale de détection est maintenant la norme pour plusieurs routes depuis la détection du syndrome. Ces diminutions de niveau d'activité correspondent à la détection du syndrome tant à l'échelle provinciale que régionale. Ces espèces résidentes ont été fortement perturbées par le syndrome à la suite de l'introduction du champignon dans les sites d'hibernation. Leur comportement d'hibernation en groupes, pouvant varier de deux à plusieurs individus, a favorisé la propagation de l'agent pathogène chez les individus de ces espèces (Turtle, 2003; ERCHQ, 2019). Les chutes d'activités détectées par les suivis acoustiques du Réseau reflètent les déclinés observés dans les hibernacles du Québec. Comme partout où le champignon s'est propagé, les populations du genre *Myotis* spp. du Québec ont subi un important déclin (Turner et coll., 2011; Frick et coll., 2015). Fréquentant initialement toutes les régions, le complexe *Myotis* spp. est passé de groupe dominant avant l'apparition du syndrome à groupe marginal, voire absent de plusieurs régions. Seules quelques régions détectent encore de l'activité du complexe *Myotis* spp., mais à des niveaux très faibles comparativement à la période précédant l'apparition du syndrome.

Le fait qu'un certain niveau d'activité soit toujours détecté pourrait démontrer que, en dépit du déclin, certaines populations isolées semblent persister. Ce phénomène a également été observé chez d'autres populations de *Myotis* spp. dans les États de New York, du Massachusetts, du Vermont, du New Hampshire et de la Pennsylvanie (Reichard et coll., 2014; Hauer et coll., 2019). D'autres études ont observé que les

densités de certaines populations se sont stabilisées après quelques années (Langwig et coll., 2012; O’Keef et coll., 2019), démontrant qu’une certaine résistance ou tolérance au syndrome pourrait se développer (Maslo et coll., 2015; Frick et coll., 2017b; Langwig et coll., 2017; Dobony et Johnson, 2018; Lilley et coll., 2019; Lilley et coll., 2020). La réalisation de projets de recherche sur le développement de la résistance ou de la tolérance au syndrome chez les populations de chauves-souris résidentes, tel que celui réalisé sur les micro-organismes vivant sur les chauves-souris par Lemieux-Labonté et coll. (2017), pourrait permettre de comprendre ce qui se passe au Québec à cet effet.

Grande chauve-souris brune et chauve-souris argentée

L’analyse du complexe grande chauve-souris brune et chauve-souris argentée démontre qu’il y a une augmentation des niveaux d’activité du complexe, mais ne renseigne pas sur leurs tendances de populations respectives. Les différences relatives aux caractéristiques biologiques et comportementales de ces deux espèces méritent une analyse individuelle des données afin d’obtenir un aperçu de leurs tendances. La grande chauve-souris brune est une espèce résidente, touchée par le syndrome. Elle utilise une grande diversité d’habitats et est reconnue pour s’établir dans des habitations. Pour sa part, la chauve-souris argentée est migratrice et n’est pas touchée par le syndrome. Elle est liée aux habitats forestiers comportant de grands chicots qui lui fournissent des abris (cavités, écorce soulevée) pour établir sa colonie (Bohn, 2017). Le fait d’avoir considéré les niveaux d’activité de la grande chauve-souris brune et de la chauve-souris argentée séparément a permis de faire ressortir l’état de la situation de ces deux espèces, et ce, même s’il existe une certaine incertitude quant aux analyses de cris. D’ailleurs, Bombaci et coll. (2021), dans leur publication récente comparant les tendances de populations avant et après l’apparition du syndrome à partir d’inventaires acoustiques, ont également considéré ces deux espèces séparément.

Les données sur la grande chauve-souris brune démontrent une tendance à la baisse des populations au courant des premières années du Réseau. Bien que la majorité de l’activité détectée en 2000 provint de la route d’écoute rurale de Laval, cette diminution d’activité pour cette période est également observée dans d’autres régions. Sur l’ensemble de la période couverte par le Réseau (20 ans), les niveaux d’activité de la grande chauve-souris brune sont demeurés stables à l’échelle provinciale, ne montrant pas de baisse importante des populations après l’apparition du syndrome. Bien qu’elle soit une espèce résidente, la grande chauve-souris brune semble avoir été moins gravement touchée par le syndrome. Cette constatation est également ressortie des résultats du suivi des hibernacles qui démontraient que les grandes chauves-souris brunes avaient subi une diminution moins prononcée (40 %) à la suite de l’apparition du syndrome (MELCCFP, données inédites). Ces résultats sont cohérents avec les travaux de Moosman et coll. (2013) et de Pettit et O’Keefe (2017) qui ont observé des diminutions moins grandes dans les taux de capture de grandes chauves-souris brunes à la suite de l’apparition du syndrome. Plusieurs éléments peuvent expliquer la meilleure survie de la grande chauve-souris brune au syndrome. Entre autres, elle accumule de plus grandes réserves adipeuses avant l’hibernation (Frank et coll., 2014) et hiberne en solitaire ou en petits groupes sur des parois sèches dans des endroits froids où il y a une circulation d’air (Agosta, 2002). Ces éléments réduisent les possibilités de contamination par le champignon engendrant le syndrome. Par ailleurs, les capacités de la grande chauve-souris brune à tolérer de grandes variations de températures et de courtes périodes à des températures près du point de congélation lui confèrent la possibilité d’hiberner dans des milieux froids et secs telles que dans les habitations (Whitaker et Gummer, 2000; Agosta, 2002) qui n’offrent pas les conditions favorables au développement du champignon responsable du syndrome.

Les analyses des données du Réseau Chirops réalisées par Faure-Lacroix et coll. (2019) portant sur cinq ans après l’apparition du syndrome démontraient que les niveaux d’activité détectés du complexe grande chauve-souris brune/argentée étaient en hausse après l’apparition du syndrome, et attribuaient cette hausse à la grande chauve-souris brune, tel que cela a été observé dans d’autres études (Pettit et O’Keefe, 2017; Hauer et coll., 2019). Les données actuelles du réseau d’écoute pourraient suggérer que cette augmentation des effectifs du complexe grande chauve-souris brune/argentée serait attribuable aux effectifs de la chauve-souris argentée.

Cependant, en raison des différences de régimes alimentaires (Agosta, 2002) et des stratégies de recherche de nourriture, Hauer et coll. (2019) n'attribuent pas cette hausse de population uniquement au déclin des *Myotis* spp. Cette étude mentionne que d'autres facteurs (p. ex., changements sur le plan des habitats) à l'échelle locale ou régionale auraient contribué aux augmentations observées dans leur étude. Les présents résultats des analyses, effectuées sur une période d'après l'apparition du syndrome plus longue (10 ans), ne démontrent pas de hausses significatives à l'échelle de la province de même que pour la majorité des régions. Ces résultats correspondent à ceux d'O'Keefe et coll. (2019) et de Bombaci et coll. (2021) pour cette espèce. Par ailleurs, les niveaux d'activité enregistrés après l'apparition du syndrome ne dépassent pas les valeurs obtenues au début de la création du réseau de suivi. À l'échelle locale, les seules régions qui affichent des augmentations significatives quant au niveau d'activité de la grande chauve-souris brune sont celles de l'Estrie et du Témiscamingue. Ces résultats laissent supposer que l'effectif de l'espèce serait plus important dans le secteur de la route d'écoute ou qu'il utiliserait plus activement les différents habitats laissés vacants par la diminution marquée du nombre de *Myotis* spp. Selon Bombaci et coll. (2021), le déclin des espèces plus abondantes (*Myotis* spp.) a réduit la pression de compétition entre les espèces, permettant à certaines d'être plus actives dans certains secteurs. Par ailleurs, comme suggéré par Hauer et coll. (2019), ces augmentations pourraient aussi être causées par des modifications de l'habitat favorisant l'espèce.

Les niveaux d'activité de la chauve-souris argentée ont augmenté dans 8 des 15 routes entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome. Ces régions sont principalement situées dans le sud-ouest de la province (Outaouais, Témiscamingue, Laurentides, Lanaudière, Laval, Estrie), en plus du Saguenay–Lac-Saint-Jean et de la Capitale-Nationale. Des augmentations des niveaux d'activité de la chauve-souris argentée durant la période d'après l'apparition du syndrome ont également été reportées dans d'autres études (Ford et coll., 2011; Nocera et coll., 2019).

Les chauves-souris migratrices comme la chauve-souris argentée ne sont pas directement touchées par le syndrome (Bernard et coll., 2015), mais l'analyse de leurs niveaux d'activité entre les périodes d'avant et d'après l'apparition du syndrome permet de constater qu'il y a des changements qui sont survenus à la suite du déclin d'une espèce très abondante, la petite chauve-souris brune (composant le complexe *Myotis* spp.). Il a été démontré que, en plus des effets directs sur les populations de chauves-souris résidentes, le syndrome a des effets indirects sur la structure des populations et les communautés de chauves-souris. Les baisses de l'effectif des espèces abondantes (*Myotis* spp.) ayant réduit la compétition interspécifique entre les populations de chauves-souris entraînent des modifications sur les plans spatial et temporel de l'utilisation des habitats chez les populations migratrices (Jachowski et coll., 2014; Nocera et coll., 2019; Simonis et coll., 2020; Bombaci et coll., 2021). L'augmentation de l'activité de la chauve-souris argentée constatée depuis l'apparition du syndrome pourrait donc être associée aux fortes réductions du complexe *Myotis* spp. ou à d'autres facteurs comme les changements climatiques qui pourraient agir favorablement. Un raccourcissement de la période hivernale avec un printemps hâtif et plus chaud favoriserait la gestation et une mise bas plus hâtive. Les périodes de reproduction, d'accumulation de réserves adipeuses et de croissance des jeunes seraient allongées, favorisant la reproduction, la migration et la survie hivernale (Sherwin et coll., 2012).

Par ailleurs, aucune activité de la chauve-souris argentée n'a été détectée dans la région de la Côte-Nord au courant des 15 années de suivi réalisé dans cette région. Cependant, il est difficile d'affirmer que cette espèce migratrice ne la fréquente pas, puisqu'il manque plusieurs années de données et que la route d'écoute n'échantillonne qu'un petit secteur de cette région. Le fait que des données acoustiques de chauve-souris argentée aient été enregistrées à la pointe ouest de l'île d'Anticosti et dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean et du Nord-du-Québec à des latitudes semblables à celles de la route d'écoute de la Côte-Nord permet de penser qu'elle pourrait également s'y trouver (MFFP, 2021).

Chauve-souris cendrée

Pour sa part, la chauve-souris cendrée fréquente toutes les régions et les niveaux d'activité sont demeurés stables à l'échelle provinciale. À l'échelle régionale, les résultats de deux régions se distinguent. Une baisse d'activité est observée dans la région de Laval. Cette diminution ne pouvant être liée au syndrome pourrait

être associée à des changements dans le profil arboricole de la route d'écoute de cette région qui est plus urbaine que les autres routes. La chauve-souris cendrée est une espèce solitaire et utilise comme gîte le feuillage des grands conifères ou des feuillus de large diamètre (Klug et coll., 2012). Des pertes d'habitat forestier associées au développement urbain dans cette région pourraient être responsables des baisses d'activité observées chez cette espèce. Dans la région de la Capitale-Nationale, c'est une augmentation des niveaux d'activité qui est détectée, comme pour la chauve-souris argentée. Ces augmentations d'activité pour ces deux espèces migratrices (chauve-souris argentée et cendrée) pourraient résulter de changements d'utilisation des habitats sur les plans spatial et temporel survenus chez ces populations migratrices à la suite du déclin du complexe *Myotis* spp., tel qu'il est décrit par d'autres auteurs (Jachowski et coll., 2014; Nocera et coll., 2019; Simonis et coll., 2020; Bombaci et coll., 2021). Les modifications survenues dans les communautés de chauves-souris non sensibles au syndrome pourraient interférer avec la détection à l'échelle locale des répercussions sur ces populations d'autres menaces telles que l'aménagement des parcs éoliens durant cette période. La poursuite des inventaires acoustiques jumelés à des projets portant sur les espèces migratrices permettrait de documenter et de mieux comprendre la tendance des populations de ces deux espèces.

Dans les régions de l'Abitibi et du Témiscamingue, les données des deux routes d'écoute révèlent que, de 2013 à 2016, des baisses de niveau d'activité de la chauve-souris cendrée sont survenues. Jachowski et coll. (2014) ont également observé une diminution de l'activité des chauves-souris cendrées après l'apparition du syndrome. Les causes de ces diminutions ne sont pas connues, mais pourraient résulter d'autres menaces telles que de la perte ou de la fragmentation des habitats (Whitaker et coll., 2002; Winhold et coll., 2008) ou de l'essor de l'énergie éolienne (Jachowski et coll., 2014; Frick et coll., 2017a).

Variabilité interannuelle et effort d'échantillonnage

Les résultats du Réseau Chirops ont permis de détecter les tendances des populations des chauves-souris aux échelles provinciale et régionale. Cependant, l'absence de données sur plusieurs années dans certaines régions, comme la Côte-Nord avant l'apparition du syndrome, n'a pas permis de faire ressortir de tendances, contrairement à celles dont la séquence de données est plus complète. Par ailleurs, les grandes variabilités des niveaux d'activité entre les années rendent la détection des tendances des populations plus difficile lorsque du temps s'écoule entre les inventaires. Ces fluctuations interannuelles des niveaux d'activité des chauves-souris peuvent être influencées par les conditions de température de l'été précédent (Faure-Lacroix et coll., 2020). Ainsi, les chauves-souris seraient plus actives durant les années qui succèdent à des étés chauds et inversement. Les périodes de reproduction, d'accumulation de réserves adipeuses et de croissance des jeunes seraient allongées, favorisant la reproduction, la migration et la survie hivernale (Sherwin et coll., 2012).

À cet effet, des analyses portant sur la fréquence des inventaires acoustiques afin de vérifier la capacité à détecter les différences dans les tendances des populations des chauves-souris ont été réalisées à partir des données du Réseau Chirops (Berthiaume, 2021; non publié). Les analyses démontrent clairement qu'une réduction de la fréquence des inventaires réduit les possibilités de détecter des variations dans les niveaux d'activité des chauves-souris et, par le fait même, les tendances des populations. Par exemple, parmi les scénarios testés, ceux utilisant une année d'inventaire sur deux affichent des réductions de 30 % à 55 % des relations significatives (Berthiaume, 2021; non publié). Les analyses démontrent également que le nombre de relations significatives augmente linéairement en fonction de l'effort d'échantillonnage et que le maximum est atteint avec des inventaires annuels. Ces résultats démontrent l'importance de poursuivre les inventaires acoustiques annuellement dans toutes les régions à raison d'un minimum de deux, idéalement trois fois durant la période prescrite.

Les résultats des analyses obtenus par Berthiaume (2021; non publié) concordent avec ceux de l'étude d'Evan et coll. (2021) qui mentionne que, pour être en mesure d'obtenir un profil régional plus précis et robuste des tendances, il faudrait augmenter le nombre de routes d'écoute et les répartir sur l'ensemble du territoire de la région.

Les inventaires acoustiques mobiles sont un moyen efficace pour suivre les populations de chauves-souris, puisqu'ils nécessitent peu de formation, permettent de couvrir une grande superficie en peu de temps, peuvent détecter un grand nombre d'espèces et permettent de tenir compte de la variation spatiale par localisation géoréférencée, comparativement à d'autres types d'inventaires (Whitby et coll., 2014; D'Acunto et coll., 2018; Neece et coll., 2019; Evans et coll., 2021). Par contre, il s'avère nécessaire de réaliser plusieurs inventaires sur plusieurs années pour être en mesure de détecter des tendances. De plus, il est nécessaire de bien suivre les protocoles afin d'assurer une standardisation des données et ainsi minimiser une part de variabilité dans les résultats. Les données collectées dans le cadre du Réseau de suivi de la biodiversité pourraient donc être considérées dans les futures analyses afin d'améliorer l'évaluation des tendances.

Pistes d'amélioration

Respect des dates et des périodes

Une attention particulière doit être portée au respect de la période prescrite dans le nouveau protocole (MELCCFP, 2023). En effet, le Réseau Chirops vise à documenter la présence des chauves-souris durant leur période d'activité estivale intensive. En dehors de la période prescrite, plusieurs chauves-souris migratrices et résidentes se déplacent entre les sites estivaux et d'hibernation, ce qui interfère avec les niveaux d'activité détectés. De plus, durant la période estivale, il est nécessaire de répartir les dates d'inventaires de manière à inclure un inventaire avant le vol des jeunes et un autre après et d'effectuer un réplica pour la période suivant l'envol des jeunes. Cette mesure permet d'obtenir une moyenne représentative de l'activité. Le respect du protocole permet donc de standardiser les efforts d'échantillonnage à la grandeur du réseau pour s'assurer de pouvoir comparer les années et les régions et éviter de dresser des inventaires qui ne pourront pas être utilisés pour les analyses.

Analyse de sonagrammes

Une des forces du Réseau réside dans la constance depuis 2000, tant sur le plan de la détectabilité par l'utilisation du même type d'appareil (Anabat II et Anabat SD1) que de l'analyse des sonagrammes (toujours réalisé par la même personne). Bien que cela permette de réduire les variabilités d'interprétation dans l'identification des espèces, certaines améliorations pourraient être apportées. En effet, il serait important de clarifier les critères utilisés durant les analyses de sonagrammes pour identifier la grande chauve-souris brune et la chauve-souris argentée de manière à réduire l'incertitude qui persiste entre ces deux espèces. Le traitement des données en complexe ne permet pas de connaître les tendances de chacune de ces deux espèces dont les caractéristiques biologiques sont très différentes, et peut camoufler une tendance à la baisse chez une des deux populations. Les analyses des données par espèce réalisées dans le cadre du Réseau Chirops et par Bombaci et coll. (2021) ont révélé des tendances différentes pour ces deux espèces. Les analyses individuelles, lorsque possibles, permettent de mieux documenter l'état de la situation et d'établir des actions d'acquisition de connaissances plus ciblées.

Étant donné qu'il y a une part d'interprétation durant l'analyse des sonagrammes, il est recommandé d'organiser un atelier de travail avec les principaux spécialistes en utilisant les sonagrammes du Réseau pour établir des critères d'identification clairs et obtenir un consensus pour la classification de ces deux espèces.

Conclusion

Au courant de la dernière décennie et à la suite de l'apparition du syndrome du museau blanc, plusieurs réseaux de suivis acoustiques mobiles, tels que le North-American Bat Monitoring Program (NABat) et le North-American Bat Conservation Alliance (NABCA), ont été mis en place en Amérique du Nord afin de suivre les populations de chauves-souris (Neece et coll., 2019). Cependant, à notre connaissance, aucun d'entre eux ne possède une banque de données appliquée à une aussi longue période que celle du Réseau Chirops. Grâce aux 20 années de suivi, à la standardisation des inventaires, à une analyse stable pour l'identification des cris, le Réseau Chirops a permis d'obtenir des données sur les tendances des populations de chauves-souris sur un vaste territoire et d'analyser les conséquences de l'apparition du syndrome du museau blanc sur ces dernières.

Le suivi acoustique du Réseau Chirops a permis d'améliorer nos connaissances sur la répartition des espèces et de documenter les tendances des populations de chauves-souris au Québec. Tant à l'échelle provinciale que régionale, le Réseau de suivi souligne l'important déclin qu'ont subi les populations du complexe *Myotis* spp. à la suite de l'apparition du syndrome et révèle des effets indirects insoupçonnés survenus dans les communautés de chauves-souris migratrices, non affectées par le syndrome. La poursuite de cet inventaire sur une base annuelle permettra de suivre l'évolution des populations de chauves-souris, de documenter les changements de dynamique des populations à la suite de l'apparition du syndrome et de détecter l'effet d'autres menaces. Ce réseau est complémentaire aux inventaires d'hibernacles et de maternités réalisés pour suivre les populations de chauves-souris. Sans être parfait, le Réseau Chirops est le seul suivi qui offre des renseignements sur les populations de chauves-souris migratrices depuis aussi longtemps. Le Réseau Chirops permet de contribuer à documenter l'état de la situation des populations de façon à permettre des actions de gestion ou d'acquisition de connaissances, et ainsi favoriser la conservation des chauves-souris et de leurs habitats.

Références

- AGOSTA, S. J. (2002). "Habitat use, diet and roost selection by the Big Brown Bat (*Eptesicus fuscus*) in North America: a case for conserving an abundant species", *Mammal. Rev.*, 32: 179-198.
- BERNARD, R. F., J. T. FOSTER, E. V. WILLCOX, K. L. PARISE et G. F. MCCracken (2015). "Molecular detection of the causative agent of white-nose syndrome on Rafinesque's big-eared bats (*Corynorhinus rafinesquii*) and two species of migratory bats in the southeastern USA", *Journal of Wildlife Diseases*, 51(2): 519-522 [<https://doi.org/10.7589/2014-08-202>].
- BERTHIAUME, R. (2021 non publié). *Réseau Chirops 2000-2019 : Évolution des populations de chauves-souris dans les régions du Québec depuis l'apparition du syndrome du museau blanc et effet potentiel d'une réduction de l'effort d'échantillonnage sur la capacité de détection de ces changements*, gouvernement du Québec, Québec, 17 p.
- BETTS, B. J. (1998). "Effects of interindividual variation in echolocation calls on identification of big brown and silver-haired bats", *Journal of Wildlife Management*, 62: 1003-1010.
- BOHN, S. J. (2017). "Tall timber: roost tree selection of reproductive female silver-haired bats (*Lasionycteris noctivagans*)", Thesis, University of Regina, Regina, SK, 43 p.
- BOMBACI, S. P., R. E. RUSSELL, M. J. ST-GERMAIN, C. A. DOBONY, W. M. FORD, S. C. LOEB et D. S. JACHOWSKI (2021). "Context dependency of disease-mediated competitive release in bat assemblages following white-nose syndrome", *Ecosphere*, 12(11).
- D'ACUNTO, L. E., B. P. PAULI, M. MOY, K. JOHNSON, J. ABU-OMAR et P. A. ZOLLNER (2018). "Timing and technique impact the effectiveness of road-based mobile acoustic surveys of bats", *Ecol. Evol.*, 8: 3152-3160.
- DOBONY, C. A., et J. B. JOHNSON (2018). "Observed resiliency of little brown myotis to long-term white-nose syndrome exposure", *Journal Fish Wildlife Management*, 9: 168-179, [<https://doi.org/10.3996/102017-JFWM-080>].
- ERCHQ (2019). *Plan de rétablissement de trois espèces de chauves-souris résidentes du Québec : la petite chauve-souris brune (Myotis lucifugus), la chauve-souris nordique (Myotis septentrionalis) et la pipistrelle de l'Est (Perimyotis subflavus) — 2019-2029*, produit pour le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, 102 p.
- ERCHQ (2021). *Plan de rétablissement de la chauve-souris rousse (Lasiurus borealis) au Québec — 2021-2031*, produit pour le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, 68 p.
- EVANS, K. O., A. D. SMITH et D. RICHARDSON (2021). "Statistical power of mobile acoustic monitoring to detect population change in southeastern U.S. bat species, a case study", *Ecological Indicators*, 125: 1-10.
- FAURE-LACROIX, J., A. DESROCHERS, L. IMBEAU et A. SIMARD (2019). "Going beyond a leap of faith when choosing between active and passive bat monitoring methods", *Acta Chiropterologica*, 21: 215-228.
- FAURE-LACROIX, J., A. DESROCHERS, L. IMBEAU et A. SIMARD (2020). "Long-term changes in bat activity in Quebec suggest climatic responses and summer niche partitioning associated with white-nose syndrome", *Ecology and Evolution*, 10: 5226-5239.

- FORD, W. M., E. R. BRITZKE, C. A. DOBONY, J. L. RODRIGUE et J. B. JOHNSON (2011). "Patterns of acoustical activity of bats prior to and following white-nose syndrome occurrence", *Journal of Fish and Wildlife Management*, 2: 125-134.
- FRANK, C. L., A. MICHALSKI, A. A. MCDONOUGH, M. RAHIMIAN, R. J. RUDD et C. HERZOG (2014). "The resistance of a North American bat species (*Eptesicus fuscus*) to white-nose syndrome (WNS)", *PLoS ONE* 9: e113958.
- FRICK, W. F., S. J. PUECHMAILLE, J. R. HOYT, B. A. NICKEL, K. E. LANGWIG, J. T. FOSTER, K. E. BARLOW, T. BARTONICKA, D. FELLER, A. J. HAARSMA, C. HERZOG, I. HORACEK, J. von der KOOIJ, B. MULKENS, B. PETROV, R. REYNOLDS, L. RODRIGUES, C. W. STIHLER, G. G. TURNER et A. M. KILPATRICK (2015). "Disease alters macroecological patterns of North American bats", *Global Ecology and Biogeography*, 24: 741-49.
- FRICK, W. F., E. F. BAERWALD, J. F. POLLOCK, R. M. R. BARCLAY, J. A. SZYMANSKI, T. J. WELLER, A. L. RUSSELL, S. C. LOEB, R. A. MEDELLIN, L. P. MCGUIRE (2017a). "Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat", *Biological Conservation*, 209: 172-177.
- FRICK, W. F., T. L. CHENG, K. E. LANGWIG, J. R. HOYT, A. F. JANICKI, K. L. PARISE, J. T. FOSTER et A. M. KILPATRICK (2017b). "Pathogen dynamics during invasion and establishment of white-nose syndrome explain mechanisms of host persistence", *Ecology*, 98: 624-631, [\[https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ecy.1706\]](https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ecy.1706).
- HAUER, C., L. POWERS, D. MCNAUGHTON, C. PAUL et B. SEWALL (2019). "Changes in a summer bat community in southeastern Pennsylvania", *Journal of the Pennsylvania Academy of Science*, 93: 47-62.
- JACHOWSKI, D. S., C. A. DOBONY, L. S. COLEMAN, W. M. FORD, E. R. BRITZKE et J. L. RODRIGUE (2014). "Disease and community structure: white-nose syndrome alters spatial and temporal niche partitioning in sympatric bat species", *Diversity and Distributions*, 20: 1002-1015.
- JUTRAS, J., M. DELORME, J. Mc DUFF et C. VASSEUR (2012). « Le suivi des chauves-souris du Québec », *Le Naturaliste canadien*, 136: 48-52.
- KLUG, B. J., D. A. GOLDSMITH et R. M. R. BARCLAY (2012). "Roost selection by the solitary, foliage-roosting hoary bat (*Lasiurus cinereus*) during lactation", *Canadian Journal of Zoology*, 90: 329-336.
- LANGWIG, K. E., W. F. FRICK, J. T. BRIED, A. C. HICKS, T. H. KUNZ et A. M. KILPATRICK (2012). "Sociality, density-dependence and microclimates determine the persistence of populations suffering from a novel fungal disease, white-nose syndrome", *Ecology Letters*, 15: 1050-1057, [\[https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01829.x\]](https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01829.x).
- LANGWIG, K. E., J. R. HOYT, K. L. PARISE, W. F. FRICK, J. T. FOSTER et A. M. KILPATRICK (2017). "Resistance in persisting bat populations after white-nose syndrome invasion", *Philosophical Transactions Proceeding Royal Society*, 372: 20160044, [\[http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2016.0044\]](http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2016.0044).
- LEMIEUX-LABONTÉ, V., A. SIMARD, C. K. R. WILLIS et F.-J. LAPOINTE (2017). "Enrichment of beneficial bacteria in the skin microbiota of bats persisting with white-nose syndrome", *Microbiome*, 5: 1-14.

- LILLEY, T. M., J. M. PROKKOLA, A. S. BLOMBERG, S. PATERSON, J. S. JOHNSON, G. G. TURNER, T. BARTONICKA, E. BACHOREC, D. A. M. REEDER et K. A. FIELD (2019). "Resistance is futile: RNA-sequencing reveals differing responses to bat fungal pathogen in Nearctic *Myotis lucifugus* and Palearctic *Myotis myotis*", *Oecologia* 191: 295-309, [<https://doi.org/10.1007/s00442-019-04499-6>].
- LILLEY, T. M., I. W. WILSON, K. A. FIELD, D. M. REEDER, M. E. VODZAK, G. G. TURNER, A. KURTA, A. S. BLOMBERG, S. HOFF, C. J. HERZOG, B. J. SEWALL et S. PATERSON (2020). "Genome-wide changes in genetic diversity in a population of *Myotis lucifugus* affected by white-nose syndrome", *G3 Genes, Genomes, Genetics*, 10: 2007-2020.
- MASLO, B., M. VALENT, J. F. GUMBS et W. F. FRICK (2015). "Conservation implications of ameliorating survival of little brown bats with white-nose syndrome", *Ecological Applications*, 25: 1832-1840, [<https://doi.org/10.1890/14-2472.1>].
- MELCCFP (2023). *Protocole standardisé – Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris*, gouvernement du Québec, Québec. 27 p. + annexes.
- MFFP (2021). *Aire de répartition de la chauve-souris argentée au Québec*, gouvernement du Québec, Québec, 1 p.
- MFFP (2013). *Protocole Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris, Guide du participant*, gouvernement du Québec, Québec, 66 p.
- MOOSMAN, P. R., J. P. VEILLEUX, G. W. PELTON et H. H. THOMAS (2013). "Changes in capture rates in a community of bats in New Hampshire during the progression of White-Nose syndrome", *Northeastern Naturalist*, 20(4): 552-558 [<https://doi.org/10.1656/045.020.0405>].
- NEECE, B. D., S. C. LOEB et D. S. JACHOWSKI (2019). "Implementing and assessing the efficacy of the North American Bat Monitoring Program", *Journal of Fish and Wildlife Management*, 10(2): 391-409, DOI:10.3996/092018-JFWM-087.
- NOCERA, T., W. M. FORD, A. SILVIS et C. A. DOBONY (2019). "Patterns of acoustical activity of bats prior to and 10 years after WNS on Fort Drum Army Installation, New York", *Global Ecology and Conservation*, 18: 1-9.
- O'KEEFE, J. M., J. L. PETTIT, S. C. LOEB et W. H. STIVER (2019). "White-nose syndrome dramatically altered the summer bat assemblage in a temperate Southern Appalachian forest", *Mammalian Biology*, 98: 146-153.
- PETTIT, J. L., et J. M. O'KEEFE (2017). "Impacts of white-nose syndrome observed during long-term monitoring of a midwestern bat community", *Journal of Fish and Wildlife Management*, 8(1): 69-78.
- REICHARD, J. D., N. W. FULLER, A. B. BENNETT, S. R. DARLING, M. S. MOORE, K. E. LANGWIG, E. D. PRESTON, S. von OETTINGEN, C. S. RICHARDSON et D. S. REYNOLDS (2014). "Interannual survival of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae) near the epicenter of white-nose syndrome", *Northeast Naturalist*, 21: 56-59.
- SIMONIS, M. C., B. K. G. BROWN et V. BAHN (2020). "Mobile bat acoustic routes indicate cavity-roosting species undergo compensatory changes in community composition following white-nose syndrome", *Acta Chiropterologica*, 22(2): 315-326.
- SHERWIN, H. A., W. I. MONTGOMERY et M. G. LUNDY (2012). "The impact and implications of climate change for bats", *Mammal Review*, DOI: 10.1111/j.1365-2907.2012.00214.x.

- TURNER, G. G., D. M. REEDER et J. T. H. COLEMAN (2011). "A five-year assessment of mortality and geographic spread of white-nose syndrome in North American bats and a look to the future", *Bat Research News*, 52: 13-27.
- WHITAKER, J. O. Jr., et S. L. GUMMER (2000). "Population structure and dynamics of big brown bats (*Eptesicus fuscus*) hibernating in buildings in Indiana", *The American Midland Naturalist*, 143: 389-396.
- WHITAKER, J. O. Jr, V. Jr, BRACK et J. B. COPE (2002). "Are bats in Indiana declining?", *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 111: 95-106.
- WHITBY, M. D., T. C. CARTER, E. R. BRITZKE et S. M. BERGERON (2014). "Evaluation of mobile acoustic techniques for bat population monitoring", *Acta Chiro.*, 16: 223-230.
- WINHOLD, L., A. KURTA et R. FOSTER (2008). "Long-term change in an assemblage of North American bats: Are eastern red bats declining", *Acta Chiropterologica*, 10(2): 359-366.

Annexe 1 Résultats des régressions linéaires entre les nombres moyens de passages pour les espèces et les complexes d'espèces de chauves-souris en fonction de l'année aux échelles provinciale et régionale pour les 20 ans d'inventaires acoustiques (2000-2019)

Résultats pour le complexe *Myotis* spp., la grande chauve-souris brune, la chauve-souris cendrée et la chauve-souris argentée.

Les équations et les r^2 des régressions sont présentés lorsqu'une relation significative est détectée.

Régions	Complexe <i>Myotis</i> spp.			Grande chauve-souris brune			Chauve-souris cendrée			Chauve-souris argentée		
	Équation	p	r ²	Équation	p	r ²	Équation	p	r ²	Équation	p	r ²
Province	$y = -0,51x + 1033,50$	0,0005	0,49		0,1559			0,0984		$y = 0,56x - 1130,51$	< 0,0001	0,72
Bas-Saint-Laurent	$y = -0,91x + 1863,28$	0,0387	0,27		0,1764			0,1312			0,6444	
Saguenay–Lac-Saint-Jean		0,6686			0,7469			0,6130		$y = 0,96x - 1915,05$	0,0058	0,39
Capitale-Nationale	$y = 2,76x - 517,57$	0,0020	0,46		0,4918		$y = 2,19x - 4379,91$	<0,0001	0,70	$y = 1,46x - 2918,20$	0,0030	0,43
Mauricie		0,2338			0,0834			0,8839		$y = 0,21x - 435,33$	0,0100	0,32
Estrie		0,6247		$y = 0,41x - 816,54$	0,0201	0,29	$y = 0,36x - 718,40$	0,0415	0,23	$y = 0,20x - 405,72$	<0,0001	0,78
Outaouais	$y = 4,92x - 856,21$	0,0048	0,44	$y = 2,04x - 4082,51$	0,0093	0,39	$y = 0,52x - 1034,15$	0,0168	0,34	$y = 2,60x - 5208,91$	0,0027	0,49
Abitibi		0,7525			0,9821			0,8328		$y = 0,86x - 1731,19$	0,0156	0,33
Témiscamingue	$y = 2,41x - 794,72$	0,0014	0,51	$y = 0,69x - 1370,01$	0,0221	0,30		0,3996		$y = 1,45x - 2916,72$	0,0040	0,43
Côte-Nord		0,2532			0,0948			0,1084			nd	
Nord-du-Québec		0,1834			0,2582			0,2004			0,0860	
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine		0,0556			0,7087			0,9932			0,3894	
Chaudière-Appalaches	$y = -1,10x + 2243,83$	0,0268	0,27		0,8647			0,5843			0,3385	
Laval		0,5181			0,5235		$y = -0,2x + 563,45$	0,0012	0,45	$y = 0,24x - 479,99$	0,0233	0,25
Lanaudière		0,1685			0,5976			0,3346			0,3491	
Laurentides		0,1250			0,2227			0,5554		$y = 0,61x - 1227,05$	0,0009	0,56
Montérégie		0,1885			0,4311			0,0914			0,7211	

nd : non disponible.

*Seuil de 5 %.

Résultats pour la pipistrelle de l'Est, la chauve-souris rousse et le complexe grande brune/argentée.

Les équations et les r^2 des régressions sont présentés lorsqu'une relation significative est détectée.

Régions	Pipistrelle de l'Est			Chauve-souris rousse			Complexe grande brune/ argentée			Total		
	Équation	p	r^2	Équation	p	r^2	Équation	p	r^2	Équation	p	r^2
Province		0,0707		$y = 0,06x - 126,96$	0,0152	0,28	$y = 0,71x - 1412,67$	0,0001	0,62	$y = 0,44x - 870,73$	0,0277	0,24
Bas-Saint-Laurent		0,8787			0,9671			0,1332		$y = -0,91x + 1863,29$	0,0387	0,27
Saguenay-Lac-Saint-Jean		nd			0,9764		$y = 0,91x - 1818,26$	0,0168	0,31		0,6686	
Capitale-Nationale		0,7822			0,8513		$y = 1,56x - 3116,73$	0,0033	0,43	$y = 2,76x - 5517,57$	0,0020	0,46
Mauricie		0,2709			0,2536		$y = 0,33x - 659,01$	0,0037	0,38		0,2338	
Estrie		0,3110		$y = 0,05x - 105,48$	0,0155	0,31	$y = 0,61x - 1222,26$	0,0020	0,46		0,6247	
Outaouais		0,2265		$y = 0,14x - 276,99$	0,0381	0,27	$y = 4,64x - 9291,40$	0,0017	0,52	$y = 4,92x - 9856,21$	0,0048	0,44
Abitibi		0,8458			0,9601		$y = 0,87x - 1733,95$	0,0084	0,38		0,7525	
Témiscamingue		0,2228		$y = 0,83x - 1666,39$	0,0214	0,31	$y = 2,14x - 4286,24$	0,0006	0,56	$y = 2,41x - 4794,72$	0,0014	0,51
Côte-Nord		nd			0,7380			0,0948			0,2532	
Nord-du-Québec		nd			0,7858			0,1599			0,1834	
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine		0,9628			0,8229			0,5740			0,0556	
Chaudière-Appalaches		0,3366			0,2586			0,7713		$y = -1,10x + 2243,83$	0,0268	0,27
Laval		nd			0,2709			0,6109			0,5181	
Lanaudière		0,7110			0,3920			0,2985			0,1685	
Laurentides		0,6050			0,8885		$y = 0,84x - 1675,99$	0,0025	0,49		0,1250	
Montérégie		0,8461			0,5958			0,4758			0,1885	

nd : non disponible.

*Seuil de 5 %.

Annexe 2 Résultats des analyses de variance de l'activité des espèces et complexe d'espèces de chauves-souris comparant les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome du museau blanc pour les 20 années d'inventaires acoustiques (2000-2019)

Résultat des analyses de variance de l'activité des espèces et du complexe d'espèces de chauves-souris par région, comparant les périodes d'avant et d'après la détection du syndrome du museau blanc.

L'année de détection propre à chaque région (voir figure 2) a été considérée pour les analyses, alors que 2010 a été utilisé à l'échelle de la province. Le nombre de degrés de liberté (DI) varie selon le nombre d'années d'inventaires réalisés dans chacune des régions. Les données en gras indiquent une relation significative, alors que celles en italique révèlent une diminution des niveaux d'activité.

Régions	DI	Complexe <i>Myotis</i> spp.		Complexe grande brune/argentée		Grande chauve-souris brune		Chauve-souris cendrée		Chauve-souris argentée		Chauve-souris rousse		Pipistrelle de l'Est		Total	
		F	p*	F	p*	F	p*	F	p*	F	p*	F	p*	F	p*	F	p*
Province	1,16	57,67	0,0001	31,02	0,0001	3,98	0,0614	1,67	0,2122	32,27	0,0001	5,17	0,0354	9,39	0,0067	2,14	0,1611
Bas-Saint-Laurent	1,15	6,64	0,0219	2,09	0,1707	1,28	0,2774	1,72	0,2107	0,55	0,4724	2,16	0,1639	0,58	0,4577	12,54	0,0033
Saguenay-Lac-Saint-Jean	1,17	6,02	0,0260	5,82	0,0282	0,01	0,9315	0,17	0,6881	7,28	0,0158	0,07	0,8197	---	---	0,09	0,7625
Capitale-Nationale	1,17	9,70	0,0067	13,73	0,0019	0,72	0,4102	54,61	0,0001	1,65	0,0020	0,05	0,8248	1,27	0,2764	2,56	0,0003
Mauricie	1,19	28,53	0,0001	1,64	0,2168	0,17	0,6831	1,67	0,2130	2,15	0,1599	1,02	0,3260	1,24	0,2806	10,67	0,0043
Estrie	1,17	15,72	0,0011	8,91	0,0087	4,51	0,0497	4,29	0,0549	30,21	0,0001	4,33	0,0538	0,79	0,3872	0,24	0,6313
Outaouais	1,15	5,79	0,0305	5,06	0,0411	2,82	0,1153	1,79	0,2025	5,61	0,0328	1,41	0,2550	2,46	0,1388	3,54	0,0807
Abitibi	1,16	19,76	0,0005	9,14	0,0085	1,45	0,2475	0,43	0,5232	3,69	0,0739	0,13	0,7211	1,13	0,3037	0,02	0,9013
Témiscamingue	1,16	5,22	0,0374	17,59	0,0008	12,83	0,0027	0,31	0,5849	7,18	0,0171	4,11	0,0607	4,08	0,0617	17,67	0,0008
Côte-Nord	1,13	0,92	0,3568	1,62	0,2277	1,62	0,2277	0,68	0,4270	---	---	1,50	0,2442	---	---	1,12	0,3100
Nord-du-Québec	1,15	1,07	0,3186	3,91	0,0679	2,85	0,1135	0,16	0,6933	3,94	0,0672	1,00	0,3343	---	---	1,31	0,2713
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	1,15	6,30	0,0250	0,71	0,4122	0,38	0,5470	0,01	0,9067	1,33	0,2678	1,73	0,2095	0,44	0,5191	4,44	0,0536
Chaudière-Appalaches	1,17	27,80	0,0001	0,14	0,7166	0,00	0,9549	0,25	0,6242	0,55	0,4686	3,76	0,0703	3,51	0,0795	15,77	0,0011
Laval	1,19	0,04	0,8377	0,29	0,5978	0,48	0,4978	5,34	0,0329	7,03	0,0163	1,24	0,2806	---	---	0,10	0,7576
Lanaudière	1,13	26,91	0,0002	0,90	0,3622	0,22	0,6465	1,20	0,2947	4,80	0,0490	1,75	0,2099	0,51	0,4880	4,70	0,0510
Laurentides	1,15	46,61	0,0001	9,48	0,0082	1,76	0,2057	0,91	0,3556	9,81	0,0073	0,04	0,8444	0,77	0,3963	6,10	0,0270

*Seuil de 5 %.

**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 