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

par

l'Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec

Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec

Produit pour le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Mai 2019

Référence à citer :

ÉQUIPE DE RÉTABLISSEMENT DES CHAUVES-SOURIS DU QUÉBEC (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.

La version intégrale de ce document est accessible à l'adresse suivante :
www.mffp.gouv.qc.ca/documents/faune/plan_retablissement_chauves-souris_2019-2029.pdf
www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=65

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2019
ISBN : 978-2-550-80904-3 (version imprimée)
ISBN : 978-2-550-80905-0 (version PDF)

AVERTISSEMENT

Les membres de l'Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec ont convenu du contenu du présent document. Ils ont utilisé la meilleure information disponible à ce jour et ont proposé la stratégie et les moyens d'action qui, de leur avis, sont de nature à permettre le rétablissement de la petite chauve-souris brune, de la chauve-souris nordique et de la pipistrelle de l'Est au Québec.

Les membres de l'Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec ne peuvent cependant prendre l'engagement que toutes les mesures proposées seront appliquées, compte tenu des ressources financières disponibles pour le rétablissement des espèces menacées et vulnérables, de la priorité accordée à chaque espèce et de la contribution des nombreux organismes impliqués tout au long de la durée du Plan. De plus, la participation des membres à l'Équipe n'engage en rien les organismes qu'ils représentent à mettre en œuvre les mesures et les actions qui sont inscrites dans la stratégie de rétablissement proposée dans le présent document.

Ce plan de rétablissement constitue également un avis à l'intention des autres ministères et organisations qui pourraient participer au rétablissement de ces espèces.

AVANT-PROPOS

L'Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec a été créée en avril 2014 à la demande du ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs de l'époque[1]. Son mandat consiste, entre autres, à examiner la situation des espèces de chauves-souris dont la situation est jugée précaire au Québec, d'évaluer leur potentiel de rétablissement, de proposer des actions visant à améliorer l'état des populations de chacune des espèces et de produire des plans de rétablissement.

Les quatre espèces actuellement visées par ce processus sont la petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*), la chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*), la pipistrelle de l'Est (*Perimyotis subflavus*) et la chauve-souris rousse (*Lasiurus borealis*). Les trois premières espèces sont cavernicoles et résidentes du Québec et ont une écologie assez semblable, tandis que la dernière est arboricole et migratrice et diffère des précédentes dans son comportement et son écologie. Notons que la chauve-souris pygmée de l'Est (*Myotis leibii*), qui est présente dans le sud du Québec, figure sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Il existe très peu de données sur les populations de cette espèce au Québec et elle n'est pas intégrée au présent plan de rétablissement.

Par souci d'économie, d'efficacité et de communication des enjeux relatifs à ces espèces, l'Équipe a décidé de produire deux plans de rétablissement distincts pour prendre en compte les besoins écologiques de ces espèces. Le présent Plan porte donc sur les trois chauves-souris résidentes qui sont en situation précaire. Un autre plan pour l'espèce migratrice, la chauve-souris rousse, sera produit ultérieurement.

[1] Les équipes de rétablissement fauniques sont sous la responsabilité du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) depuis la création de ce ministère en mai 2014.

COMITÉ DE RÉDACTION

- Pierre-André Bernier, consultant pour la Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune (DEFTHA) du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (au moment de la rédaction du Plan)
- Walter Bertacchi, MFFP (au moment de la rédaction du Plan)
- Fabienne Côté, coordonnatrice de l'Équipe, consultante pour le MFFP, DEFTHA
- Michel Delorme, expert externe
- Nathalie Desrosiers, MFFP, DEFTHA
- François Fabianek, Groupe Chiroptères du Québec
- Sylvain Giguère**,** Service canadien de la faune, Environnement et Changement climatique Canada
- Jean-François Houle, Sépaq, parc national de Plaisance
- Louis Lazure, Société zoologique de Granby
- Gilles Lupien, MFFP (au moment de la rédaction du Plan)
- Ariane Massé, MFFP, DEFTHA
- Julie Mc Duff, WSP
- Alexandra Riverin, MFFP, Direction de la gestion de la faune du Nord-du-Québec
- Anouk Simard, MFFP, DEFTHA
- Valérie Simard, MFFP, DEFTHA

LISTE DES MEMBRES DE L'ÉQUIPE DE RÉTABLISSEMENT DES CHAUVES-SOURIS DU QUÉBEC

(au moment de la rédaction du Plan)

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

- Sylvie Beaudet, Direction de la gestion des forêts de la Mauricie–Centre-du-Québec
- Fabienne Côté, coordonnatrice de l'Équipe, consultante pour la DEFTHA
- Nathalie Desrosiers, DEFTHA
- Christine Lambert, Direction de la gestion de la faune du Nord-du-Québec
- Maryse Lapointe, Direction générale de la protection de la faune — Nord-du-Québec
- Ariane Massé, DEFTHA
- Anouk Simard, DEFTHA
- Valérie Simard, DEFTHA

Environnement et Changement climatique Canada — Service canadien de la faune, région du Québec (ECCC — SCF)

- Pierre-André Bernier

Groupe Chiroptères du Québec

- François Fabianek

Intervenants indépendants

- Michel Delorme, président de l'Équipe
- Gilles Lupien
- Walter Bertacchi

Société des établissements de plein air du Québec

- Jean-François Houle, Parc national de Plaisance

WSP

- Julie Mc Duff

Société zoologique de Granby

- Louis Lazure

Nature-Action Québec

- Alexandrine Larson-Dupuis

RÉSUMÉ

Les trois espèces de chauves-souris concernées par ce plan de rétablissement sont la petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*), la chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*) et la pipistrelle de l'Est (*Perimyotis subflavus*). La pipistrelle de l'Est est peu commune au Québec et se trouve principalement dans le sud de la province. La petite chauve-souris brune et la chauve-souris nordique sont largement répandues au sud du 54^{e} parallèle. Ces trois espèces résident et hibernent en territoire québécois ou, tout au plus, à quelques centaines de kilomètres du Québec.

La menace la plus importante pour ces trois espèces de chauves-souris est le syndrome du museau blanc, une infection causée par le champignon *Pseudogymnoascus destructans*. Il affecte les chauves-souris cavernicoles durant leur hibernation et cause des taux de mortalité extrêmes engendrant un brutal déclin des populations. Au syndrome du museau blanc s'ajoutent plusieurs autres menaces directes ou indirectes qui deviennent particulièrement préoccupantes compte tenu des effectifs des populations qui sont déjà décimées. Il s'agit du dérangement des individus, du vandalisme et de la persécution, de l'exclusion et de l'extermination, de la foresterie, du développement résidentiel et commercial, de l'activité minière, de la production d'énergie, de l'agriculture, des contaminants agricoles et industriels ainsi que des changements climatiques.

Au Québec, les densités et les tendances des populations ne sont pas connues précisément. Cependant, les inventaires réalisés dans la province indiquent qu'il y a eu un déclin important des populations de la petite chauve-souris brune, de la chauve-souris nordique et de la pipistrelle de l'Est au cours des dernières années. La production et la mise en œuvre d'un plan de rétablissement s'avèrent donc essentielles pour contrer les principales menaces pesant sur elles.

Le but à long terme du Plan de rétablissement des chauves-souris résidentes du Québec est d'assurer des conditions qui permettront le rétablissement de populations autosuffisantes, écologiquement fonctionnelles et largement réparties dans l'aire de répartition actuelle de ces espèces au Québec. Pour atteindre ce but, quatre objectifs ont été fixés :

Objectif 1 : Sensibiliser les citoyens à la situation des chauves-souris résidentes du Québec et travailler en partenariat pour favoriser le passage à l'action des intervenants

Objectif 2 : Suivre l'évolution des populations de chauves-souris résidentes du Québec dans le contexte du syndrome du museau blanc

Objectif 3 : Développer, appliquer et évaluer des mesures de protection ou d'atténuation pour favoriser le rétablissement des populations de chauves-souris résidentes du Québec

Objectif 4 : Poursuivre la réalisation de travaux d'acquisition de connaissances sur les chauves-souris résidentes du Québec et sur les facteurs susceptibles de favoriser leur maintien et leur rétablissement

Afin d'atteindre les objectifs établis, une stratégie de rétablissement comprenant 13 mesures et 35 actions est proposée.

TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT iii
AVANT-PROPOS iv
COMITÉ DE RÉDACTION v
LISTE DES MEMBRES DE L'ÉQUIPE DE RÉTABLISSEMENT DES CHAUVES-SOURIS DU QUÉBEC vi
RÉSUMÉ vii
TABLE DES MATIÈRES ix
LISTE DES TABLEAUX x
LISTE DES FIGURES xi
DÉFINITIONS xii
1 INTRODUCTION 1
2 ÉTAT DE LA SITUATION 2
2.1 RENSEIGNEMENTS SUR LES ESPÈCES 2
2.2 DESCRIPTION DES ESPÈCES 4
2.3 RÉPARTITION 6
2.4 BIOLOGIE DES ESPÈCES 15
2.5 ÉTAT ET TENDANCES DES POPULATIONS 18
2.6 DESCRIPTION DES HABITATS 28
2.7 FACTEURS LIMITANTS 31
2.8 DESCRIPTION DES MENACES 34
2.9 MESURES DE PROTECTION 43
2.10 IMPORTANCE PARTICULIÈRE 48
3 STRATÉGIE DE RÉTABLISSEMENT 49
3.1 POTENTIEL DE RÉTABLISSEMENT 49
3.2 FAISABILITÉ DU RÉTABLISSEMENT 50
3.3 BUT 50
3.4 OBJECTIFS 51
4 PLAN D'ACTION 53
4.1 MESURES VISANT À SENSIBILISER LES CITOYENS À LA SITUATION DES CHAUVES-SOURIS RÉSIDENTES DU QUÉBEC ET À TRAVAILLER EN PARTENARIAT POUR FAVORISER LE PASSAGE À L'ACTION DES INTERVENANTS (OBJECTIF 1) 54

4.2 MESURES VISANT À SUIVRE L'ÉVOLUTION DES POPULATIONS DE CHAUVES-SOURIS RÉSIDENTES DU QUÉBEC DANS LE CONTEXTE DU SYNDROME DU MUSEAU BLANC (OBJECTIF 2) 58
4.3 MESURES VISANT À DÉVELOPPER, À APPLIQUER ET À ÉVALUER DES MESURES DE PROTECTION OU D'ATTÉNUATION POUR FAVORISER LE RÉTABLISSEMENT DES POPULATIONS DE CHAUVES-SOURIS RÉSIDENTES DU QUÉBEC (OBJECTIF 3) 61
4.4 MESURES VISANT À POURSUIVRE LA RÉALISATION DE TRAVAUX D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES CHAUVES-SOURIS RÉSIDENTES DU QUÉBEC ET SUR LES FACTEURS SUSCEPTIBLES DE FAVORISER LEUR MAINTIEN ET LEUR RÉTABLISSEMENT (OBJECTIF 4) 65
5 ENJEUX SOCIOÉCONOMIQUES LIÉS À LA MISE EN ŒUVRE DU PLAN 70
6 CONCLUSION 71
REMERCIEMENTS 72
BIBLIOGRAPHIE 73
ANNEXE 1 Liste des sigles et des acronymes utilisés dans le document 98
ANNEXE 2 Définitions des valeurs des rangs de priorité attribués par NatureServe 100
ANNEXE 3 Désignation en vertu des lois d'autres provinces canadiennes pour chacune des espèces cibles 101
ANNEXE 4 Répartition des routes d'écoute du réseau d'inventaire acoustique Chirops au Québec 102

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nombre de chauves-souris dénombrées lors des inventaires dans huit hibernacles. 22
Tableau 2. Abondance de chauves-souris du genre *Myotis* spp. avant et après (cellules ombrées) la détection du SMB dans cinq hibernacles du Québec, de 2008 à 2016. 24
Tableau 3. Décomptes effectués dans certaines colonies de maternité de chauves-souris du Québec avant et après (cellules ombrées) la détection du SMB. 28

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Morphologie des tragus de la petite chauve-souris brune (gauche), de la chauve-souris nordique (centre) et de la pipistrelle de l'Est (droite)..... 5

Figure 2. Aire de répartition de la petite chauve-souris brune en Amérique du Nord, y compris l'aire de répartition potentielle au Québec et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté..... 7

Figure 3. Aire de répartition de la petite chauve-souris brune au Québec, y compris l'aire de répartition potentielle et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté..... 8

Figure 4. Aire de répartition de la chauve-souris nordique en Amérique du Nord, y compris l'aire de répartition potentielle au Québec et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté..... 10

Figure 5. Aire de répartition de la chauve-souris nordique au Québec, y compris l'aire de répartition potentielle et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté..... 11

Figure 6. Aire de répartition de la pipistrelle de l'Est en Amérique du Nord, y compris l'aire de répartition potentielle au Québec et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté..... 13

Figure 7. Aire de répartition de la pipistrelle de l'Est au Québec, y compris l'aire de répartition potentielle et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté..... 14

Figure 8. Recensement des chauves-souris à la caverne du Trou de la Fée (Desbiens, Québec) de 1999 à 2016 (avant et après le SMB). 22

Figure 9. Nombre moyen de passages enregistrés lors des inventaires acoustiques du réseau Chirops réalisés de 2000 à 2015 pour l'ensemble du Québec..... 25

Figure 10. Nombre moyen de passages de *Myotis* spp. enregistré par région lors des inventaires acoustiques du réseau Chirops réalisés de 2000 à 2015..... 27

DÉFINITIONS

ADN mitochondrial : Matériel génétique contenu à l'intérieur de structures spécialisées de la cellule, appelées mitochondries.

Aire de répartition : Zone où se trouvent toutes les populations d'une espèce.

Barotraumatisme : C'est un phénomène causé par la chute de pression d'air occasionnée par la rotation des pales de l'éolienne. Les chauves-souris ne détectent pas ces chutes de pression. En passant à proximité, la baisse de pression provoquera une dilatation excessive de leurs poumons et causera des hémorragies internes (Baerwald et coll., 2009).

Caverne : Sorte de grotte (cavité souterraine) généralement naturelle creusée par le ruissellement de l'eau et ayant son ouverture sous la terre. Les cavernes comportent souvent une connotation liée à l'activité humaine, à une présence animale ou encore associée à un mythe.

Cavernicole : Terme décrivant les espèces de chauves-souris qui utilisent des milieux souterrains (ex. grottes, cavernes, mines désaffectées) comme sites d'hibernation.

Chicot : Arbre mort qui est encore sur pied.

Chiroptères : Ordre de mammifères comprenant plusieurs espèces de chauves-souris.

Disparition fonctionnelle : Terme signifiant que le nombre d'individus restants est si faible qu'il n'y a pas assez d'individus pour soutenir une population viable.

Écholocalisation (ou écholocation) : Méthode qui consiste à détecter des objets par l'émission d'ondes sonores aigües (pour la plupart imperceptibles par l'oreille humaine) dont l'écho renseigne sur le milieu environnant.

Filet japonais : Filet constitué de minces fils de nylon, tendu entre des perches. Les chauves-souris y sont capturées, puis libérées vivantes. En anglais, *mist net*.

Grotte : Cavité naturelle creusée par le ruissellement de l'eau et ayant généralement une seule ouverture horizontale ou verticale sur une colline ou une montagne. Les grottes ont tendance à être extrêmement abruptes vers le bas au lieu de l'être vers le haut. L'utilisation générale du terme inclut les cavernes.

Hibernacle : Lieu où se regroupent les chauves-souris pour hiberner.

Microbiome : Le microbiome se rapporte aux espèces microscopiques qui vivent à l'intérieur ou à la surface d'un organisme vivant.

Persécution : Maltraitance systématique envers les individus d'une espèce par un individu ou un groupe. Pour les chauves-souris, la persécution peut être infligée dans les colonies estivales ou hivernales.

Piège à filins : Piège consistant en un cadre dans lequel sont tendus des filins. Les chauves-souris cherchant à éviter le cadre glissent dans un sac de capture, puis sont libérées vivantes. En anglais, *harp trap*. Le terme « piège harpe » est aussi utilisé couramment.

Population autosuffisante : Population qui n'a pas besoin d'intervention humaine pour persister à long terme.

Protection : Ensemble de moyens visant à maintenir l'état et la dynamique naturelle des écosystèmes et à prévenir ou à atténuer les menaces à la biodiversité.

Résidente : Terme décrivant les espèces de chauves-souris qui effectuent des déplacements entre leurs sites hivernaux et estivaux inférieurs à 1 000 km durant les périodes de transit printanier et automnal.

Ségrégation : Séparation physique des chauves-souris femelles et mâles.

Taux de reproduction : Le taux de reproduction correspond à la proportion des femelles adultes qui sont en état de reproduction (en gestation, en période d'allaitement ou postallaitement).

Torpeur diurne : Terme correspondant à une baisse temporaire de la température corporelle, accompagnée d'une réduction du métabolisme, qui se produit durant le jour.

Tragus : Petite pointe de cartilage et de peau située devant le trou de l'oreille.

Vandalisme : Tout acte de destruction ou de dégradation gratuite visant des biens publics ou privés. Pour les chauves-souris, on peut observer du vandalisme causé aux grilles fermant l'accès des hibernacles ou à certaines maternités.

1 INTRODUCTION

Les trois espèces de chauves-souris concernées par le Plan de rétablissement sont la petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*), la chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*) et la pipistrelle de l'Est (*Perimyotis subflavus*). Elles sont regroupées dans un même plan de rétablissement, car plusieurs aspects de leur écologie sont similaires et elles sont toutes les trois affectées par le syndrome du museau blanc (SMB[2]) à l'échelle de l'est de l'Amérique du Nord. Cette infection fongique est à l'origine des mortalités massives survenues dans les hibernacles et qui ont engendré un déclin extrême des populations. Par ailleurs, les outils actuels de suivi acoustique ne permettent pas de différencier spécifiquement la petite chauve-souris brune et la chauve-souris nordique.

À l'échelle canadienne, ces trois espèces ont fait l'objet d'une évaluation d'urgence par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) (Forbes, 2012a; b; c) et ont été désignées « en voie de disparition » en novembre 2013 (COSEPAC, 2013). À la suite de cette évaluation, elles ont été inscrites par l'intermédiaire d'un décret d'urgence comme espèces en voie de disparition au Canada à l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril (LEP; L.C. 2002, c. 29) en novembre 2014. Une proposition de Programme de rétablissement de la petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*), de la chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*) et de la pipistrelle de l'Est (*Perimyotis subflavus*) au Canada a été publiée en 2015 (ECCC, 2015).

Le gouvernement du Québec souscrit aux objectifs internationaux de maintien de la biodiversité sur le plan des gènes, des espèces et des écosystèmes. Ainsi, en juin 1989, il a adopté la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV) (RLRQ, c. E-12.01), et, en 1992, il a adhéré à la Convention sur la diversité biologique adoptée sous l'égide des Nations Unies. La LEMV prévoit la désignation des espèces en situation précaire et la mise en place d'une stratégie pour rétablir les espèces désignées menacées ou vulnérables et leurs habitats. Actuellement, aucune espèce de chauve-souris n'est désignée menacée ou vulnérable au Québec en vertu de la LEMV, mais les espèces visées par l'actuel Plan de rétablissement pourraient être désignées à court ou moyen terme. Pour le moment, seule la pipistrelle de l'Est est inscrite sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables au Québec.

Ce document constitue le premier plan de rétablissement pour ces espèces depuis la création de l'Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec en avril 2014. La stratégie de rétablissement élaborée ici vise la période 2019-2029. Au cours de cette période, des bilans annuels présentant l'état d'avancement du Plan de rétablissement seront produits, comme il est prévu par le Cadre de référence des équipes de rétablissement (Gauthier, 2015).

[2] La liste des sigles et des acronymes est présentée à l'annexe 1.

2 ÉTAT DE LA SITUATION

2.1 Renseignements sur les espèces

2.1.1 Petite chauve-souris brune

Nom scientifique : *Myotis lucifugus* (Le Conte, 1831)

Noms communs français : Petite chauve-souris brune, vespertilion brun

Noms communs anglais : *Little Brown Bat, Little Brown Myotis*

Désignation légale selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec : Aucune désignation.

Occurrence au Canada : Alberta, Colombie-Britannique, Île-du-Prince-Édouard, Manitoba, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Ontario, Québec, Saskatchewan, Terre-Neuve-et-Labrador, Territoires du Nord-Ouest, Yukon.

Désignation légale selon la Loi sur les espèces en péril du Canada :
Désignation à titre d'espèce en voie de disparition (annexe 1) depuis novembre 2014.

Justification de la désignation : Les déclins catastrophiques et la disparition fonctionnelle (moins de 1 % de la population historique) prévue dans le nord-est des États-Unis s'appliqueront fort probablement à la population canadienne de ces trois espèces d'ici deux à trois générations. Des cas de mortalité massive ont été enregistrés au Nouveau-Brunswick en 2011, des déclins importants ont été constatés dans des hibernacles du Québec et de l'Ontario, et des observations de chauves-souris en vol en hiver dans de nombreux sites où l'infection par le SMB est connue ont été rapportées. Le SMB a été détecté dans cinq provinces canadiennes et se propage au rythme de 200 à 250 km/an. Si la propagation du SMB se poursuit au rythme actuel, la totalité de la population canadienne sera touchée d'ici à 2025-2028 (Forbes, 2012a; b; c).

Historique de la désignation : Des résumés techniques et des données d'appui pour une évaluation d'urgence ont été produits pour les trois espèces en 2012 par le COSEPAC (Forbes, 2012a; b; c). Ces espèces y ont été désignées « en voie de disparition » en novembre 2013 (COSEPAC, 2013). En novembre 2014, elles ont été inscrites par l'intermédiaire d'un décret d'urgence comme espèces en voie de disparition au Canada à l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril.

Évaluation des rangs de précarité[3] :

Rang S : Terre-Neuve : S4; Labrador : S4; Nouvelle-Écosse : S1; Île-du-Prince-Édouard : S1; Québec : S1; Nouveau-Brunswick : S1; Ontario : S4; Manitoba : S2N, S5B; Saskatchewan : S5N, S5B; Alberta : S5; Colombie-Britannique : S4; Territoires du Nord-Ouest : S2; Yukon : S1S3

Rang N : Canada : N3; États-Unis : N3

Rang G : G3G4

[3] Les définitions des valeurs de rangs de priorité sont présentées à l'annexe 2.

2.1.2 Chauve-souris nordique

Nom scientifique : *Myotis septentrionalis* (Trovessart, 1897)

Noms communs français : Chauve-souris nordique, vespertilion nordique

Noms communs anglais : *Northern Long-eared Bat, Northern Myotis*

Désignation légale selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec :
Aucune désignation.

Occurrence au Canada : Alberta, Colombie-Britannique, Île-du-Prince-Édouard, Manitoba, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Ontario, Québec, Saskatchewan, Terre-Neuve-et-Labrador, Territoires du Nord-Ouest, Yukon.

Désignation légale selon la Loi sur les espèces en péril du Canada :
Désignation à titre d'espèce en voie de disparition (annexe 1) depuis novembre 2014.

Justification de la désignation : Les déclins catastrophiques et la disparition fonctionnelle (moins de 1 % de la population historique) prévue dans le nord-est des États-Unis s'appliqueront fort probablement à la population canadienne de ces trois espèces d'ici deux à trois générations. Des cas de mortalité massive ont été enregistrés au Nouveau-Brunswick en 2011, des déclins importants ont été constatés dans des hibernacles du Québec et de l'Ontario, et des observations de chauves-souris en vol en hiver dans de nombreux sites où l'infection par le SMB est connue ont été rapportées. Le SMB a été détecté dans cinq provinces canadiennes et se propage au rythme de 200 à 250 km/an. Si la propagation du SMB se poursuit au rythme actuel, la totalité de la population canadienne sera touchée d'ici à 2025-2028 (Forbes, 2012a; b; c).

Historique de la désignation : Des résumés techniques et des données d'appui pour une évaluation d'urgence ont été produits pour les trois espèces en 2012 par le COSEPAC (Forbes, 2012a; b; c). Ces espèces y ont été désignées « en voie de disparition » en novembre 2013 (COSEPAC, 2013). En novembre 2014, elles ont été inscrites par l'intermédiaire d'un décret d'urgence comme espèces en voie de disparition au Canada à l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril.

Évaluation des rangs de précarité[4] :

Rang S : Terre-Neuve : S2S3; Labrador : SNR; Nouvelle-Écosse : S2; Île-du-Prince-Édouard : S1; Québec : S1; Nouveau-Brunswick : S1; Ontario : S3; Manitoba : S3S4NS4B; Saskatchewan : SNRN, S4B; Alberta : S2S4; Colombie-Britannique : S3S4; Territoires du Nord-Ouest : S2; Yukon : S1S2

Rang N : Canada : N2N3; États-Unis : N1N2

Rang G : G1G2

[4] Les définitions des valeurs de rangs de priorité sont présentées à l'annexe 2.

2.1.3 Pipistrelle de l'Est

Nom scientifique : *Perimyotis subflavus* (Menu, 1984)

Noms communs français : Pipistrelle de l'Est, chauve-souris tricolore

Noms communs anglais : *Tri-colored Bat, Eastern Pipistrelle*

Désignation légale selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec :
Inscrite sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables.

Occurrence au Canada : Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Ontario, Québec.

Désignation légale selon la Loi sur les espèces en péril du Canada :
Désignation à titre d'espèce en voie de disparition (annexe 1) depuis novembre 2014.

Justification de la désignation : Les déclins catastrophiques et la disparition fonctionnelle (moins de 1 % de la population historique) prévue dans le nord-est des États-Unis s'appliqueront fort probablement à la population canadienne de ces trois espèces d'ici deux à trois générations. Des cas de mortalité massive ont été enregistrés au Nouveau-Brunswick en 2011, des déclins importants ont été constatés dans des hibernacles du Québec et de l'Ontario, et des observations de chauves-souris en vol en hiver dans de nombreux sites où l'infection par le SMB est connue ont été rapportées. Le SMB a été détecté dans cinq provinces canadiennes et se propage au rythme de 200 à 250 km/an. Si la propagation du SMB se poursuit au rythme actuel, la totalité de la population canadienne sera touchée d'ici à 2025-2028 (Forbes, 2012a; b; c).

Historique de la désignation : Des résumés techniques et des données d'appui pour une évaluation d'urgence ont été produits pour les trois espèces en 2012 par le COSEPAC (Forbes, 2012a; b; c). Ces espèces y ont été désignées « en voie de disparition » en novembre 2013 (COSEPAC, 2013). En novembre 2014, elles ont été inscrites par l'intermédiaire d'un décret d'urgence comme espèces en voie de disparition au Canada à l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril.

Évaluation des rangs de précarité[5] :

Rang S : Nouvelle-Écosse : S1; Québec : S1; Nouveau-Brunswick : S1; Ontario : S3?

Rang N : Canada : N2N3; États-Unis : N3N4

Rang G : G3G4

Les désignations en vertu des lois d'autres provinces canadiennes sont présentées à l'annexe 3.

2.2 Description des espèces

Les trois espèces décrites sont des chauves-souris résidentes de petite envergure, typiques de la famille des Vespertilionidés. Elles sont considérées comme résidentes, car, en plus d'être actives tout l'été, elles demeurent et hibernent en territoire québécois ou à quelques centaines de kilomètres du Québec.

[5] Les définitions des valeurs de rangs de priorité sont présentées à l'annexe 2.

2.2.1 Petite chauve-souris brune

La couleur du pelage de la petite chauve-souris brune varie du brun jaunâtre au brun foncé, avec la base des poils noire. La fourrure ventrale est plus claire et contraste nettement avec la fourrure dorsale plus foncée (Banfield, 1974). Les membranes alaires et la peau des oreilles sont brun foncé. Cette espèce peut mesurer de 22 à 27 cm d'envergure et la masse des adultes varie de 7,0 à 14,0 g (Naughton, 2012). Le tragus (figure 1) est étroit et allongé avec l'extrémité arrondie (Fraser et coll., 2007). Le radius mesure de 33 à 41 mm (Fenton et Barclay, 1980).

2.2.2 Chauve-souris nordique

La couleur de la fourrure de la chauve-souris nordique varie du brun jaunâtre au brun foncé avec la peau des oreilles, du museau et des membranes alaires plus foncée. La fourrure ventrale est plus claire et contraste avec la fourrure dorsale (Banfield, 1974). Ses oreilles sont relativement longues par rapport aux autres espèces de chauves-souris du genre *Myotis*. Son envergure mesure de 22 à 26 cm et la masse des adultes peut varier de 4,5 à 11,0 g (Harvey et coll., 2011; Naughton, 2012). Le tragus (figure 1) est étroit et allongé en forme d'éperon avec l'extrémité pointue (Fraser et coll., 2007). Son radius mesure de 34 à 38 mm (Caceres et Barclay, 2000).

2.2.3 Pipistrelle de l'Est

Les poils dorsaux tricolores de la pipistrelle de l'Est — noirâtres à la base, clairs au milieu et brun foncé à l'extrémité — lui confèrent une teinte qui peut varier de jaunâtre à brun roux. L'envergure varie de 20 à 26 cm et la masse des adultes, de 6,0 à 7,9 g (Naughton, 2012). Le tragus est plutôt court et arrondi (figure 1) et le radius mesure de 31,4 à 34,1 mm (Fujita et Kunz, 1984).

Figure 1. Morphologie des tragus de la petite chauve-souris brune (gauche), de la chauve-souris nordique (centre) et de la pipistrelle de l'Est (droite).

2.3 Répartition

Pour plus de détails sur la répartition des espèces, voir l'évaluation et le rapport de situation du COSEPAC (2013). Le Plan présente les aires de répartition des trois espèces. Au Québec, ces aires ont été bonifiées par l'ajout des régions où les espèces ont été détectées par des inventaires acoustiques (aires de répartition potentielles).

2.3.1 Petite chauve-souris brune

La petite chauve-souris brune est présente dans la majeure partie de l'Amérique du Nord, de l'océan Atlantique à l'océan Pacifique, et de la limite septentrionale des arbres jusqu'au centre du Mexique, à l'est de la Sierra Madre occidentale (figure 2).

La répartition canadienne de l'espèce s'étend du sud de la limite des arbres jusqu'à la frontière des États-Unis. Elle est présente dans toutes les provinces et tous les territoires du Canada, à l'exception du Nunavut. Au Québec, la petite chauve-souris brune est bien répartie dans le sud de la province, mais la limite nordique de son aire de répartition n'est pas clairement définie (figure 3). Des observations de la petite chauve-souris brune sont rapportées jusqu'à la hauteur de la route Transtaïga, soit au sud du 54e parallèle (MFFP, données inédites). La mention confirmée la plus nordique de *Myotis* spp.[6] se situe au-delà de la limite nord de la forêt boréale, à la hauteur du village nordique de Kuujjuaq, au Nunavik (58,1° N.) (MFFP, données inédites). Par ailleurs, l'étude de Genivar (2013) mentionne des observations de chauves-souris en vol à Kuujjuaq, à Salluit (62,2° N.), à Kangiqsujuaq (61,6° N.) et à Quaqtaq (61,0° N.). Ces informations ponctuelles suggèrent que la répartition nordique des *Myotis* spp. s'étendrait au-delà de ce qui est rapporté dans la littérature.

[6] Dans le présent document, on désigne par « *Myotis* spp. » les trois espèces de chauves-souris du Québec qui appartiennent au genre *Myotis*, soit la petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la chauve-souris pygmée de l'Est.

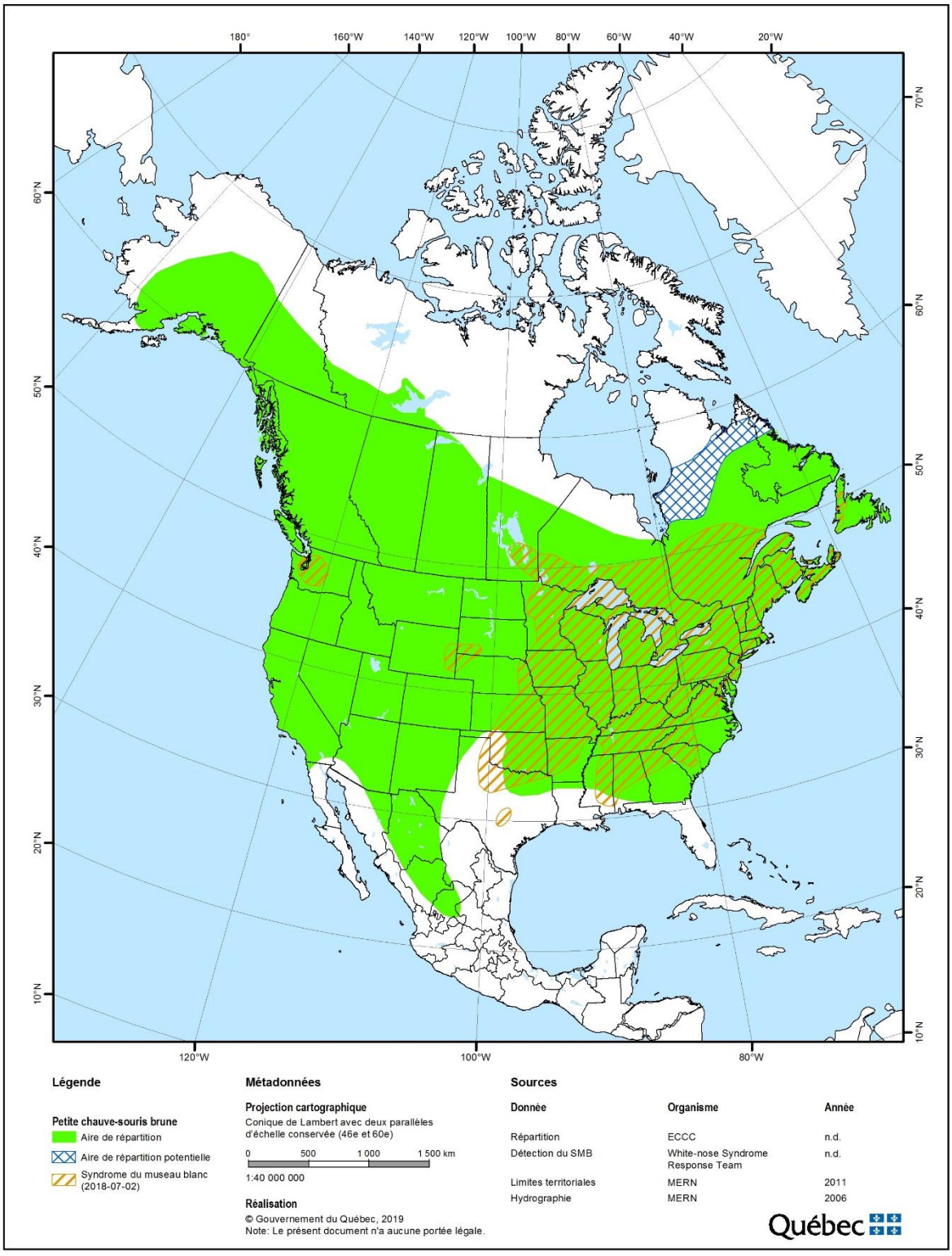


Figure 2. Aire de répartition de la petite chauve-souris brune en Amérique du Nord, y compris l'aire de répartition potentielle au Québec et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté.

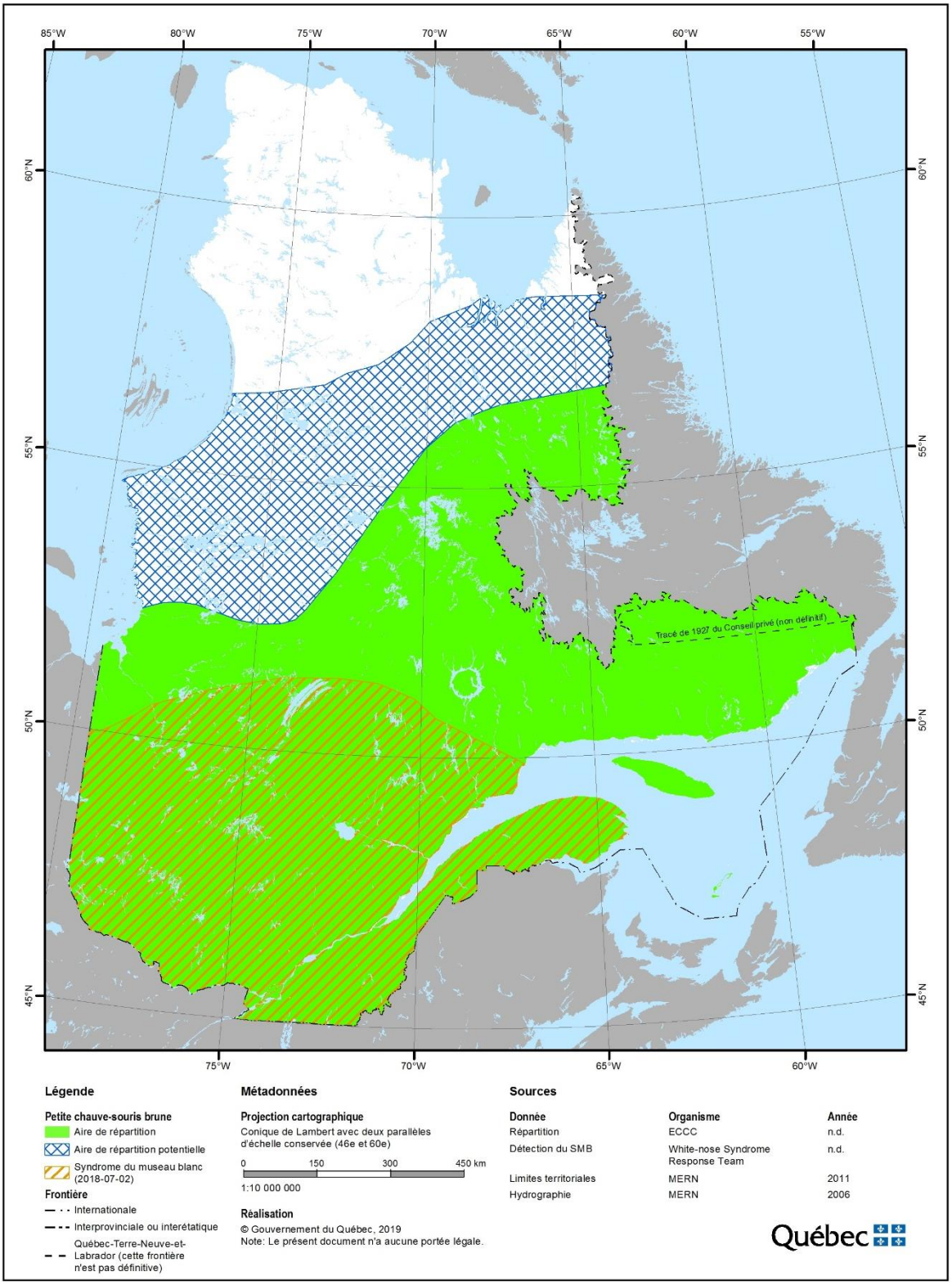


Figure 3. Aire de répartition de la petite chauve-souris brune au Québec, y compris l'aire de répartition potentielle et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté.

2.3.2 Chauve-souris nordique

L'aire de répartition de la chauve-souris nordique couvre principalement le sud du Canada et l'est des États-Unis (figure 4). Elle est plus commune au centre et dans l'est du Canada, et dans le nord des États-Unis (COSEPAC, 2012).

Comme pour la petite chauve-souris brune, la répartition canadienne connue de l'espèce s'étend à la forêt boréale, de la limite des arbres jusqu'à la frontière des États-Unis. Elle est présente dans toutes les provinces et tous les territoires du Canada, à l'exception du Nunavut. Au Québec, l'espèce est bien répartie dans le sud de la province, mais, comme pour la petite chauve-souris brune, il est difficile d'établir la limite septentrionale de son aire de répartition (figure 5). Des mentions ont néanmoins été confirmées jusqu'au nord du 52^{e} parallèle (MFFP, données inédites).

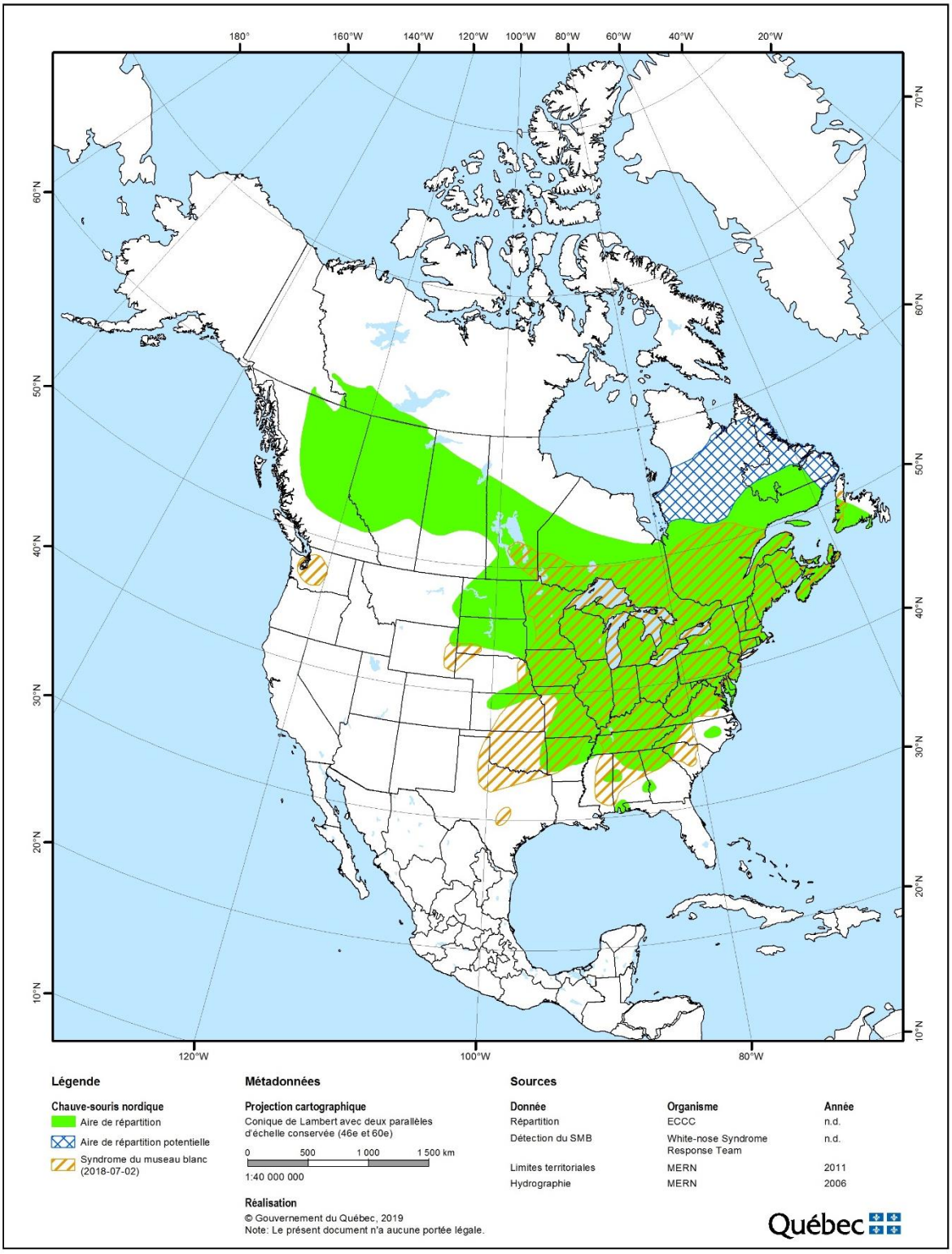


Figure 4. Aire de répartition de la chauve-souris nordique en Amérique du Nord, y compris l'aire de répartition potentielle au Québec et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté.

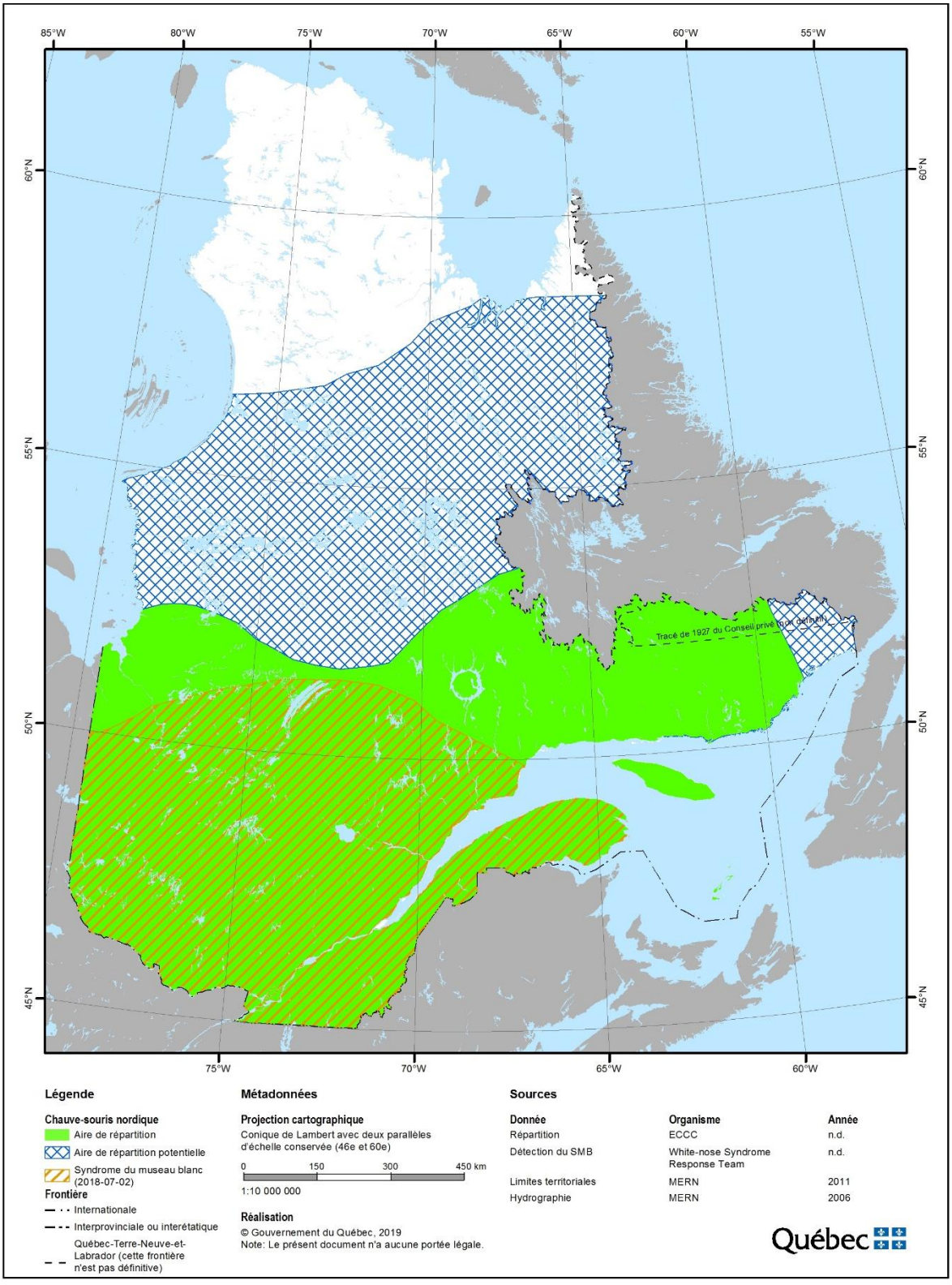


Figure 5. Aire de répartition de la chauve-souris nordique au Québec, y compris l'aire de répartition potentielle et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté.

2.3.3 Pipistrelle de l'Est

L'aire de répartition de la pipistrelle de l'Est couvre la côte de l'Atlantique, de la Géorgie à la Nouvelle-Écosse, et s'étend à l'ouest jusqu'à l'État du Michigan et au nord du Mexique (Fujita et Kunz, 1984; figure 6).

L'aire de répartition canadienne de la pipistrelle de l'Est englobe la Nouvelle-Écosse continentale, le sud du Nouveau-Brunswick, le Québec et l'Ontario. Au Québec, elle a été détectée dans les régions de l'Outaouais, de l'Estrie, des Laurentides, de Lanaudière, de la Mauricie, de la Montérégie et de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (figure 7).

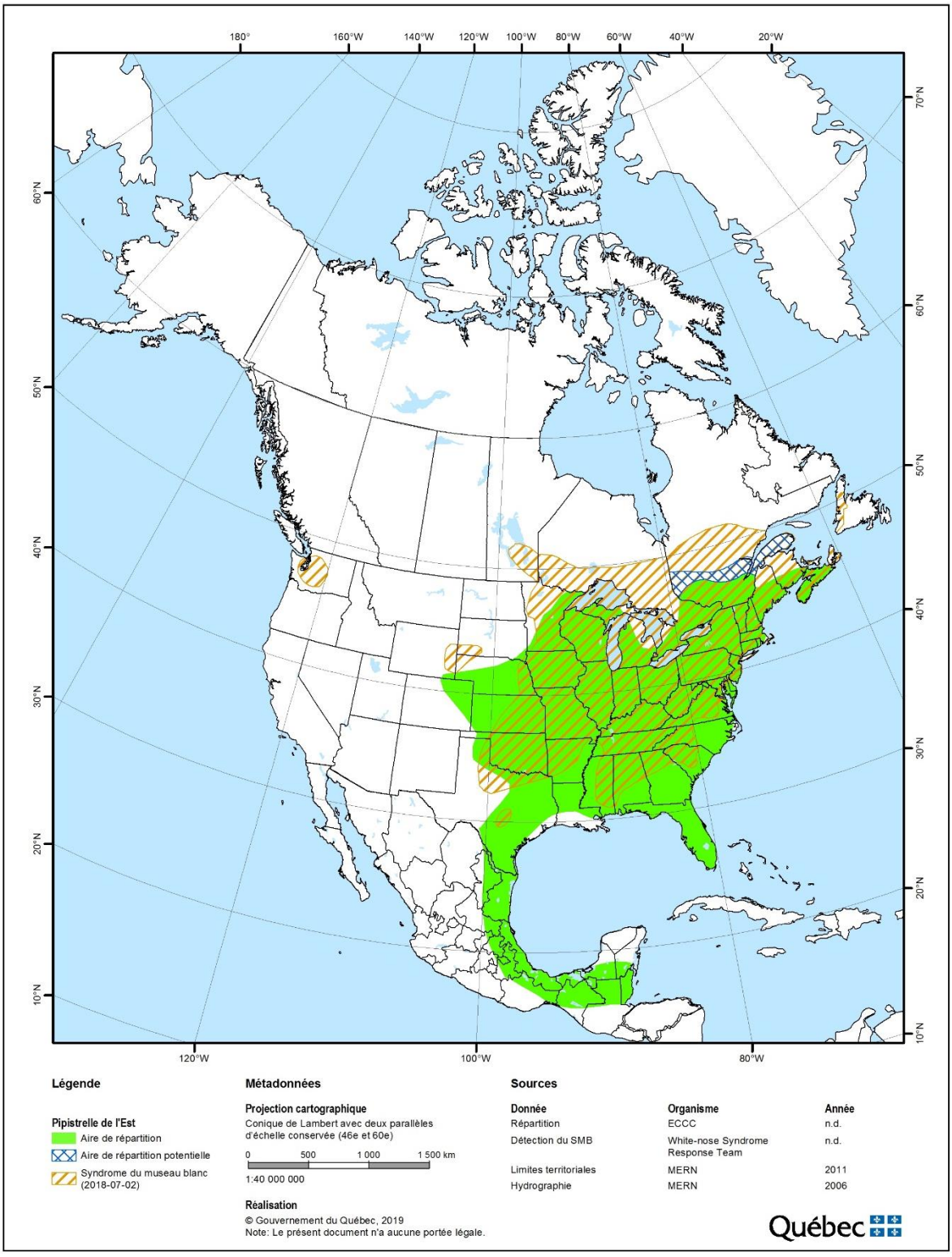


Figure 6. Aire de répartition de la pipistrelle de l'Est en Amérique du Nord, y compris l'aire de répartition potentielle au Québec et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté.

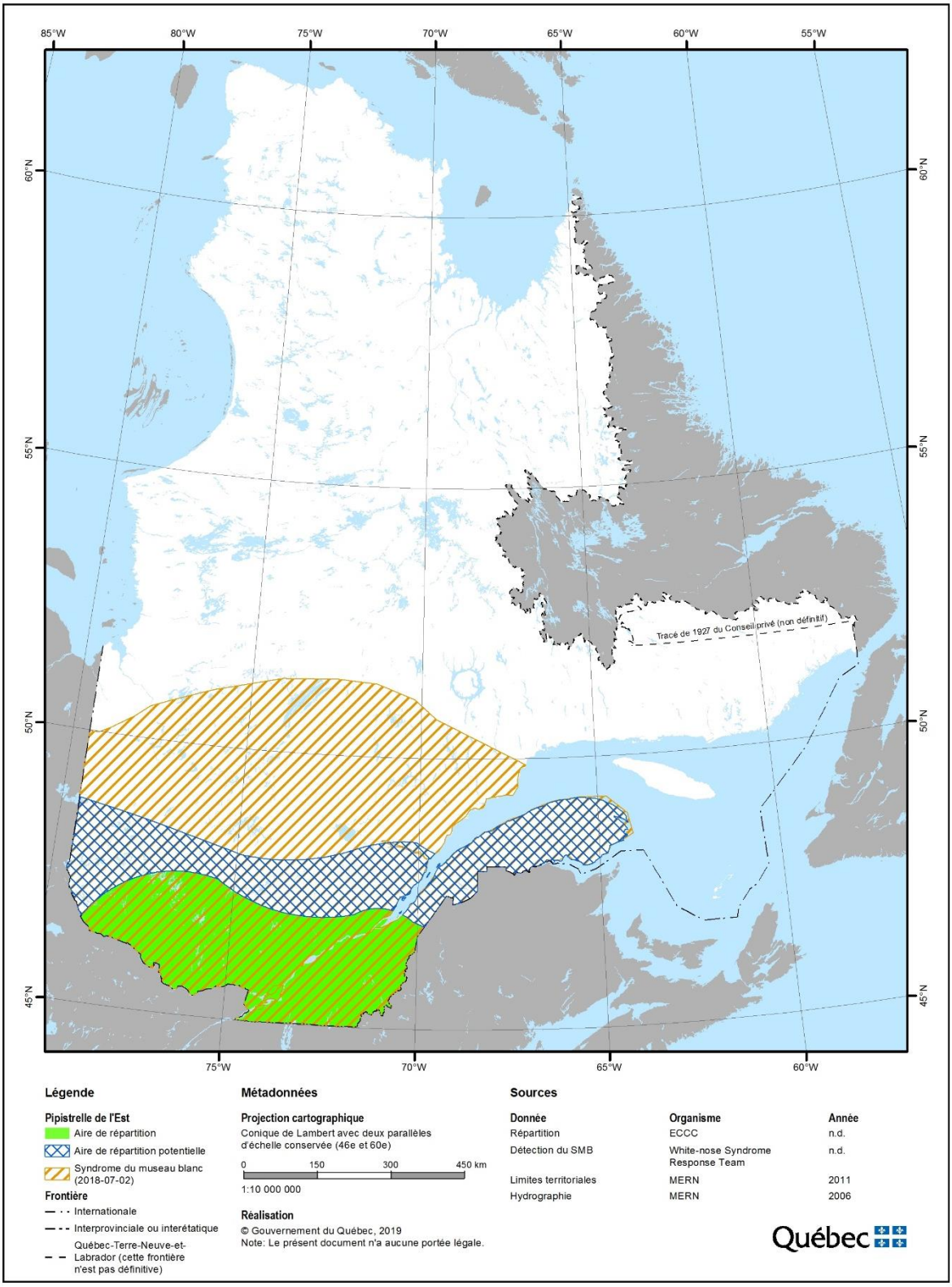


Figure 7. Aire de répartition de la pipistrelle de l'Est au Québec, y compris l'aire de répartition potentielle et les régions où le syndrome du museau blanc a été détecté.

2.4 Biologie des espèces

Les principaux aspects de la biologie des trois espèces ayant une influence sur leur rétablissement sont discutés dans les sections qui suivent. On trouve d'autres renseignements dans l'évaluation et le rapport de situation du COSEPAC (2013).

2.4.1 Hibernation

L'hibernation prolongée est une stratégie adaptative qui permet aux chauves-souris résidentes de subsister en période hivernale lorsqu'il n'y a plus d'insectes pour se nourrir. L'hibernation dure de la fin de septembre/mi-octobre jusqu'à la fin d'avril/début juin chez les trois espèces (Fujita et Kunz, 1984; Caceres et Barclay, 2000). Selon la latitude, les chauves-souris hibernent de cinq à huit mois au Québec. Des travaux effectués au site d'hibernation de la mine Bruneau, à Chibougamau, ont permis de constater que les petites chauves-souris brunes femelles et les chauves-souris nordiques arrivent plus tardivement au site d'hibernation que les petites chauves-souris brunes mâles (Mc Duff et coll., 2001). Les chauves-souris du genre *Myotis* hibernent habituellement avec des individus de leur propre espèce, en groupes pouvant varier de deux à plusieurs milliers d'individus (Tuttle, 2003). La pipistrelle de l'Est présente un comportement d'hibernation plus solitaire que les *Myotis*, mais elle peut être trouvée en petits groupes d'individus (Briggler et Prather, 2003, Vincent et Whitaker, 2007).

Les chauves-souris survivent à l'hiver grâce à une stratégie physiologique qui consiste à accumuler une réserve de graisse à l'approche de l'automne (Kunz et coll., 1998) et à abaisser leur métabolisme ainsi que leur température corporelle durant l'hiver (Henshaw et Folk, 1966; Geiser, 2004). Les chauves-souris sortent périodiquement de cette torpeur hivernale pour s'abreuver, se toiletter ou s'accoupler (Whitaker et Rissler, 1992; Thomas et Geiser, 1997). Les réveils représentent la majeure proportion des dépenses énergétiques des chauves-souris en hibernation, soit près de 85 % chez la petite chauve-souris brune (Thomas et coll., 1990). Les femelles consomment leurs réserves plus lentement que les mâles, car elles en dépendent au printemps pour amorcer leur gestation (Jonasson et Willis, 2011).

2.4.2 Reproduction, mise bas et allaitement

Les trois espèces sont polygames. L'accouplement a lieu pendant les périodes de regroupement à la fin de l'été, à l'automne ou à l'hiver (COSEPAC, 2013). Les chauves-souris résidentes se regroupent habituellement à l'intérieur ou à proximité d'un site d'hibernation pour copuler avant d'entrer en hibernation (Randall et Broders, 2014). L'implantation et la fertilisation de l'ovule sont retardées jusqu'au printemps (mécanisme physiologique appelé « fécondation différée »). La période où ont lieu les naissances dépend de l'espèce, des conditions de température et de l'habitat environnant. Au Québec, elles ont généralement lieu entre la mi-juin et le début de juillet (Naughton, 2012). Les *Myotis* spp. donnent naissance à un seul petit par année (Fenton et Barclay, 1980; Caceres et Barclay, 2000), alors que les pipistrelles de l'Est produisent fréquemment des jumeaux (Fujita et Kunz, 1984). Les nouveau-nés sont sevrés au bout de trois à quatre semaines, période à laquelle ils commencent à voler. À la fin de l'été, ils atteignent une taille comparable à celle des adultes. Les femelles mettent bas et élèvent leurs petits au sein de colonies de maternité qu'elles occupent au printemps et durant la majeure partie de l'été.

Les petits atteignent la maturité sexuelle après leur première année et les adultes seront féconds toute leur vie (Fenton et Barclay, 1980). Le taux de reproduction se situe entre 87 % et 99 % par année (Frick et coll., 2010b). Le taux de reproduction de la petite chauve-souris brune varie et diminue généralement avec l'augmentation de la latitude (Barclay et coll., 2004). Les femelles semblent adapter l'allocation de leurs ressources à la reproduction et peuvent s'abstenir de se reproduire en fonction de certains facteurs tels que leur condition physique, la disponibilité des proies et les conditions climatiques (Barclay et coll., 2004).

Durant le jour, les trois espèces de chauves-souris peuvent entrer en torpeur diurne afin de réduire les coûts énergétiques associés au métabolisme (Naughton, 2012). Les femelles reproductives n'entrent pas en torpeur aussi longtemps et aussi souvent que les mâles et les femelles non reproductives afin d'éviter un ralentissement du développement embryonnaire et de la croissance des juvéniles (Dzal et Brigham, 2013; Johnson et Lacki, 2014; Stawski et coll., 2014).

2.4.3 Longévité et taux de survie

Les records de longévité d'individus marqués sont de 34 ans pour la petite chauve-souris brune (Davis et Hitchcock, 1995), de 18,5 ans pour la chauve-souris nordique (Hall et coll., 1957) et de 15 ans pour la pipistrelle de l'Est (Walley et Jarvis, 1972). Les durées d'une génération sont estimées à 11 ans pour la petite chauve-souris brune, à 6 ans pour la chauve-souris nordique et à 5 ans pour la pipistrelle de l'Est (Pacifici et coll., 2013). Avant l'arrivée du SMB, les estimations des taux de croissance annuels des populations des trois espèces de chauves-souris aux États-Unis indiquaient des populations stables ou croissantes (Frick et coll., 2010a; Langwig et coll., 2012).

2.4.4 Rage

Les chauves-souris peuvent être porteuses du virus de la rage (famille Rhabdoviridae, genre Lyssavirus), une maladie incurable et mortelle pour les mammifères et l'humain si elle n'est pas traitée à temps. Le virus de la rage se transmet généralement par la salive, une morsure ou une griffure. L'impact du virus sur les chauves-souris n'est pas clair. Une étude sur *Myotis myotis* réalisée en Espagne laisse supposer que l'infection au virus de la rage n'est pas un facteur qui régule les populations de chauves-souris (Amengual et coll., 2007). Il existerait un certain degré d'immunité, puisque 2 % des petites chauves-souris brunes examinées possédaient des anticorps contre le virus et n'avaient aucune lésion cérébrale (Messenger et coll., 2003, cité dans COSEPAC, 2013). Le taux de prévalence de la rage à l'échelle des populations de chauves-souris est difficile à établir en raison des biais d'échantillonnage. Ce sont des individus facilement accessibles aux humains (ex. chauves-souris trouvées au sol et possiblement paralysées par le virus) qui sont testés, et non un échantillon aléatoire à l'échelle de la population en milieu naturel. Il demeure tout de même qu'une proportion de chauves-souris, en apparence saine, soient porteuses du virus, c'est-à-dire moins de 1 % des petites chauves-souris brunes (Girard et coll., 1965). De 2015 à 2017, le nombre de cas de rage détecté au Québec a varié de 5 à 13 par année, soit de 11 % à 27 % chez les chauves-souris soumises pour analyse dans le cadre d'exposition humaine (MFFP, données inédites provenant de l'ACIA, 2017).

2.4.5 Déplacements

2.4.5.1 Mouvements estivaux

Les chauves-souris peuvent parcourir plusieurs kilomètres par nuit pour chasser, mais elles s'alimentent dans un territoire qui est relativement restreint (Brigham, 1991). Une étude en Indiana a démontré que la superficie de l'aire de repos estivale de la pipistrelle de l'Est variait de 0,1 à 2,3 ha (Veilleux et Veilleux, 2004). Au Michigan, les déplacements de chauves-souris nordiques entre des arbres-gîtes variaient de 6 à 2 000 m (Foster et Kurta, 1999), alors qu'Owen et coll. (2003) ont estimé un domaine vital moyen de 65 ha au Yukon. Au Québec, Henry et coll. (2002) ont démontré que les petites chauves-souris brunes femelles réduisaient leur domaine vital moyen et la distance moyenne parcourue jusqu'au site d'alimentation entre les périodes de gestation et de lactation.

Les *Myotis* spp. et la pipistrelle de l'Est peuvent changer de gîte fréquemment (ex. tous les 1 à 6 jours) (Veilleux et Veilleux, 2004; Olson, 2011; Fabianek et coll., 2015a). La fréquence des changements peut varier selon l'espèce, le sexe et le type de gîte utilisé, soit naturel ou anthropique (Garroway et Broders, 2008; Randall et coll., 2014). Les femelles manifestent une forte fidélité interannuelle à leur site de colonie de maternité où elles sont nées (mécanisme appelé « philopatrie ») (Lewis, 1995). Peu d'études font état de la fidélité interannuelle des chauves-souris mâles quant à leurs gîtes.

2.4.5.2 Dispersion

Une ségrégation sexuelle est observée chez les chauves-souris en saison estivale (Cryan et coll., 2000; Senior et coll., 2005). Les femelles reproductives s'assemblent en petits groupes temporaires selon leurs affinités et leur lien de parenté (Patriquin et coll., 2013). Certaines études indiquent que les femelles reproductives migrent vers des habitats estivaux localisés en basse altitude (Cryan et coll., 2000; Neubaum et coll., 2006). Le comportement de dispersion des femelles reproductives vers et entre les colonies de maternité est peu documenté et les facteurs impliqués dans ces mouvements sont encore mal compris (Watt et Fenton, 1995; Dixon, 2011). Les mâles et les femelles non reproductives ont pour leur part un comportement plus solitaire et se trouvent plus souvent dans les habitats en haute altitude (Grindal et coll., 1999; Cryan et coll., 2000).

2.4.5.3 Migration

Les trois espèces de chauves-souris effectuent d'importants déplacements régionaux printaniers et automnaux entre leurs sites hivernaux et estivaux (Cryan et coll., 2004). Ces distances n'ont pas été évaluées pour les populations du Québec, mais elles variaient de 1 à 647 km selon l'espèce et la localité, ailleurs au Canada et aux États-Unis (Caceres et Barclay, 2000; Johnson et Gates, 2008; Norquay et coll., 2013). Les petites chauves-souris brunes retournent généralement aux mêmes sites d'hibernation et gîtes estivaux année après année (Griffin, 1945; Fenton, 2012). L'étude de Norquay et coll. (2013) a démontré que seulement 0,8 % des individus ont changé de sites et que ces derniers avaient parcouru de longues distances (de 6 à 569 km). En somme, les mouvements entre les sites d'hibernation concernent très peu d'individus, mais peuvent se faire sur de longues distances. Les déplacements entre les sites estivaux et hivernaux peuvent nécessiter des gîtes

transitoires situés le long du corridor de dispersion (Neubaum et coll., 2006). Par ailleurs, les chauves-souris peuvent se rassembler à la fin de l'été à un endroit différent du site d'hibernation où a lieu la copulation (Norquay et coll., 2013). Toutefois, des études suggèrent que la majorité des individus hibernent à leur site de rassemblement (van Schaik et coll., 2015; Randall et Broders, 2014; Norquay et coll., 2013).

La migration chez la chauve-souris nordique est moins documentée, mais ses mouvements sont probablement semblables à ceux de la petite chauve-souris brune. Les pipistrelles de l'Est sont rarement trouvées dans les sites d'hibernation au Québec.

2.4.6 Alimentation

Les trois espèces sont insectivores et utilisent l'écholocalisation pour localiser et capturer leurs proies. Le régime alimentaire des chauves-souris varie en fonction de plusieurs facteurs, dont la période de l'année, la localisation géographique des individus et l'habitat dans lequel ils s'alimentent (Moosman et coll., 2012; Clare et coll., 2014a). La petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est consomment une grande variété d'arthropodes (insectes et araignées). Leur diète est dominée par les diptères, les coléoptères (carabidés), les homoptères (cicadellidés), les hyménoptères (formicidés), les trichoptères et les lépidoptères (Dodd et coll., 2012; Clare et coll., 2011; 2014a; 2014b). Au Québec, une analyse génétique de la diète en milieu boréal a montré que les petites chauves-souris brunes et les chauves-souris nordiques mâles consommaient une grande diversité de proies (43 espèces appartenant aux ordres des trichoptères, des éphémères, des mégaloptères, des neuroptères, des coléoptères et des araignées), y compris majoritairement des diptères en début de saison et des lépidoptères en fin de saison estivale (Fabianek, 2015).

En période estivale, l'activité de chasse atteint son pic après le crépuscule, suivie d'un second avant l'aube (Broders et coll., 2003; Brigham et coll., 2004). En une seule nuit, les chauves-souris mâles peuvent consommer une quantité d'arthropodes équivalant à la moitié de leur masse corporelle, alors que les femelles en lactation peuvent consommer l'équivalent de plus d'une fois leur masse (Coutts et coll., 1973; Kurta et coll., 1989).

2.5 État et tendances des populations

Les chauves-souris ont toujours été considérées comme un groupe omniprésent en raison de l'abondance de certaines espèces comme la petite chauve-souris brune, et ce, malgré le fait que des enjeux de conservation en menaçaient déjà quelques-unes (COSEPAC, 2013). Le suivi systématique des chauves-souris est demeuré limité au Canada et au Québec, mis à part quelques projets isolés (Jutras et coll., 2012; COSEPAC, 2013). Les sections qui suivent font état des données de suivi qui permettent d'estimer le niveau d'activité ou l'abondance relative ou locale de la petite chauve-souris brune, de la chauve-souris nordique et de la pipistrelle de l'Est, avant et après l'arrivée du syndrome du museau blanc.

2.5.1 Méthodes de suivi des populations au Québec

2.5.1.1 Abondance et activité relative estivale

Différentes techniques d'inventaire des chauves-souris en saison estivale permettent de générer des indices d'abondance et d'abondance relative (Kunz et Parsons, 2009). La capture d'individus au filet japonais ou avec un piège à filins permet de les identifier manuellement et de les marquer (ex. télémétrie, transpondeur ou baguage). La recapture d'individus préalablement marqués permet d'estimer l'abondance des populations (Kunz et Parsons, 2009). Une autre technique d'inventaire consiste à enregistrer les signaux d'écholocalisation des chauves-souris à l'aide d'un détecteur d'ultrasons afin d'identifier l'espèce ou le groupe d'espèces (Brigham et coll., 2004). En raison des comportements de vol des chauves-souris qui sont très diversifiés[7], cette méthode d'identification acoustique ne permet toujours pas de différencier distinctement certaines espèces, dont les chauves-souris du genre *Myotis*. Les signaux sont alors regroupés en complexes d'espèces correspondant au complexe des chauves-souris du genre *Myotis* (y compris la petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la chauve-souris pygmée de l'Est), au complexe grande chauve-souris brune/chauve-souris argentée et au complexe pipistrelle de l'Est/chauve-souris rousse. Les signaux presque constants de la chauve-souris cendrée permettent de l'identifier sans ambiguïté et ne nécessitent pas d'être regroupés dans un complexe. Les données obtenues par cette méthode ne permettent pas d'estimer l'abondance des populations, puisque le même individu peut être détecté à plusieurs reprises durant l'inventaire acoustique. Toutefois, un indice d'activité nocturne peut être généré avec ce type d'inventaire (Brigham et coll., 2004).

En 2000, la Société de la faune et des parcs de l'époque (maintenant MFFP), le Biodôme de Montréal et la firme Envirotel inc. (maintenant WSP) ont mis en place le « Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chiroptères » (réseau Chirops), basé sur la détection des signaux d'écholocalisation dans 15 routes d'écoute réparties à l'échelle de la province (annexe 4). Le but de ce réseau était d'améliorer les connaissances sur la répartition et l'activité relative des chauves-souris du Québec et de suivre les tendances des populations à long terme. La majorité des données sur les fluctuations d'activité des chauves-souris du Québec proviennent de ce réseau. Un autre réseau d'inventaire acoustique a été mis en place en 2006 dans les parcs provinciaux par la Société des établissements de plein air du Québec (Sépaq). Depuis 2014, en plus des parcours acoustiques, des stations fixes d'enregistrement ont été installées dans certains secteurs (ex. Côte-Nord) afin d'améliorer la couverture temporelle et spatiale et documenter le niveau d'activité des chauves-souris.

2.5.1.2 Suivi des hibernacles

Le suivi des hibernacles a été instauré au Québec en 2008 après l'arrivée du SMB aux États-Unis (2006), mais avant sa détection au Québec (2010). Les décomptes dans les hibernacles constituent une façon efficace d'effectuer un suivi des populations de chauves-souris résidentes, puisqu'elles utilisent un nombre limité d'hibernacles et qu'elles s'y regroupent en nombre important (Dubois et Monson, 2007; Vanderwolf et coll., 2012). Par contre, l'efficacité du décompte visuel dépend de

[7] Les signaux d'écholocalisation s'adaptent en fonction de la situation rencontrée par l'individu (ex. vol de transit, comportement de chasse, capture de la proie) et selon le milieu dans lequel ils sont enregistrés (ex. au-dessus d'un plan d'eau, en milieu ouvert, en bordure de forêt ou au sein de la canopée.

la configuration de l'hibernacle et des facilités à repérer les individus des espèces moins grégaires. Ainsi, la détection de la chauve-souris nordique est plus laborieuse, puisqu'elle tend à être plus isolée et à se cacher dans de petites ouvertures, comparativement aux individus de la petite chauve-souris brune qui se regroupent (Whitaker et Rissler, 1992). Par ailleurs, l'estimation de la proportion des espèces peut parfois être difficilement réalisable en raison des chauves-souris du genre *Myotis* qui sont difficilement distinguables sans manipulation.

La réalisation des décomptes à l'intérieur de plusieurs hibernacles est limitée en raison de contraintes relatives à la sécurité des sites (Jutras et coll., 2012). La majorité des hibernacles connus se trouvent dans des mines abandonnées et des cavités naturelles. Dans tous les cas, l'accès à certains sites peut être interdit par les autorités, en particulier lorsque la sécurité des lieux n'a pas été validée par un professionnel.

2.5.1.3 Suivi des colonies de maternité

Le suivi des colonies de maternité a débuté au Québec en 2012 afin de renforcer les données démographiques et suivre l'évolution de l'effectif de chauves-souris. Le programme de suivi lancé par le MFFP sollicite la participation des citoyens pour répertorier les colonies de maternité sur l'ensemble du territoire québécois. Facilement accessible en ligne sur le site « Chauves-souris aux abris »[8], les participants localisent les colonies de maternité et peuvent y effectuer le décompte des chauves-souris, ce qui permet de suivre leur abondance à un site donné en période estivale. Le suivi des colonies de maternité permet de mesurer l'abondance des femelles reproductives et d'estimer la démographie de certaines populations. Il peut aussi fournir une estimation plus précise du recrutement annuel. Le suivi des colonies permet d'obtenir une plus grande couverture spatiale que le suivi des hibernacles, puisqu'il fournit des renseignements pour des régions où aucun hibernacle n'est connu. Il a aussi l'avantage de présenter moins de contraintes que le suivi des hibernacles du point de vue de l'accès, de la sécurité et du dérangement des individus.

2.5.2 Historique de l'état des populations avant l'arrivée du syndrome du museau blanc

Tel que le mentionne le COSEPAC (2013), outre les données d'utilisation du territoire ou d'activité des chauves-souris obtenues par les inventaires acoustiques ou le dénombrement de certains hibernacles, la densité ou l'abondance réelle des différentes espèces de chauves-souris demeurent inconnues au Canada et au Québec, que ce soit avant ou après l'arrivée du SMB. Il est néanmoins connu qu'avant l'arrivée du SMB les chauves-souris du genre *Myotis*, particulièrement la petite chauve-souris brune, étaient de loin les plus abondantes. De façon générale, au Canada, la taille de la population était estimée à plus d'un million d'individus avant le SMB pour la petite chauve-souris brune et à moins d'un million pour la chauve-souris nordique. En ce qui concerne la pipistrelle de l'Est, la population canadienne était probablement inférieure à 20 000 individus (COSEPAC, 2013). Cette espèce était considérée comme rare dans les Maritimes et au Québec, et de peu commune à commune en Ontario. Les données sur les chauves-souris dans le nord du Canada, y compris le Nord-du-Québec, sont encore plus fragmentaires.

[8] http://www.chauve-souris.ca/. Ce site Web a été créé en partenariat avec le Centre de la science de la biodiversité du Québec. Il regroupe actuellement le Québec, l'Ontario, le Manitoba, la Saskatchewan, l'Alberta et est en voie de devenir pancanadien.

2.5.2.1 Niveau d'activité estival et abondance relative

Pour le Québec, les données du réseau Chirops de 2000 à 2009 indiquent que 41 % des passages de chauves-souris étaient associés au genre *Myotis* (Jutras et coll., 2012). Quant à la pipistrelle de l'Est, elle n'a été détectée qu'à 30 reprises (0,2 % des détections) en 9 ans dans les régions de l'Outaouais, de la Mauricie et de la Gaspésie. Sa présence a par contre été documentée dans d'autres régions de la province par des moyens différents. Au Nouveau-Brunswick, la proportion de pipistrelles de l'Est dans les inventaires acoustiques était analogue à celle du Québec, soit moins de 0,2 % (Broders et coll., 2001), alors qu'en Nouvelle-Écosse elle représentait 12 % des détections (Broders et coll., 2003). Dans l'étude de Fabianek (2008), la pipistrelle de l'Est était l'espèce la moins abondante (4,3 %) des quatre espèces recensées dans les espaces verts de l'île de Montréal. Il est donc indiqué de croire que, même avant l'avènement du SMB, la pipistrelle de l'Est était déjà rare et peu répandue à l'échelle de la province.

Les données du réseau Chirops démontrent qu'il y a des variations interannuelles dans la détection des différentes espèces de chauves-souris. L'origine de ces variations n'a pas encore été évaluée. Néanmoins, aucune relation significative n'a été trouvée entre l'abondance annuelle des *Myotis* spp. et les conditions climatiques à grande échelle (Froidevaux, 2012).

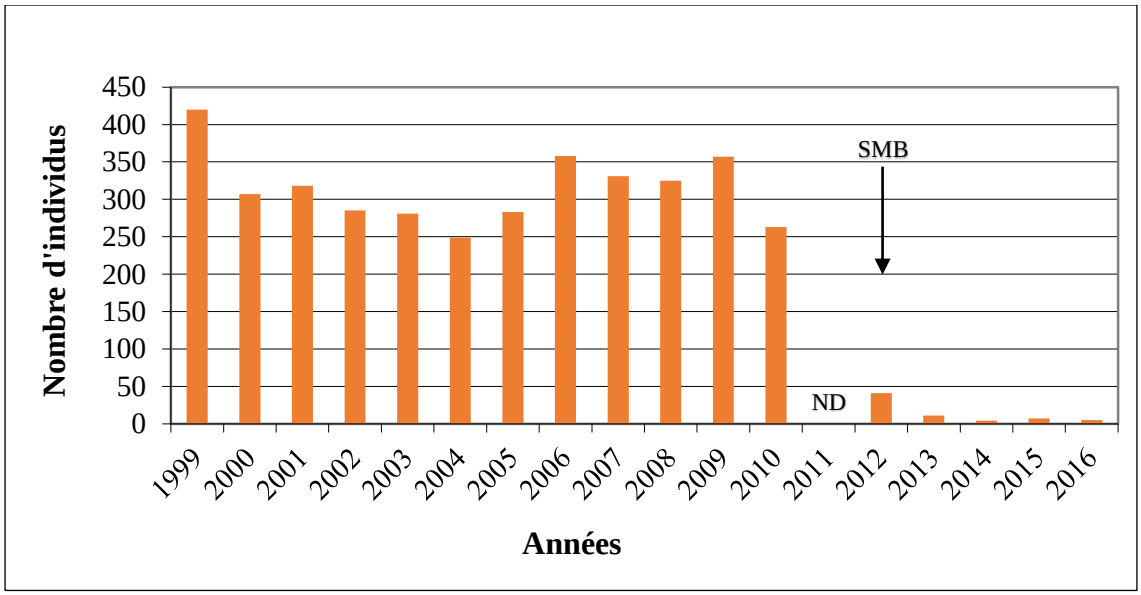
2.5.2.2 Tendances des populations au sein des hibernacles

Avant l'arrivée du SMB, 86 % (19 sur 22) des hibernacles du Nord-Est américain avaient une population stable ou en augmentation depuis les 30 dernières années (Frick et coll., 2010a). Ce type de tendance n'est pas disponible pour le Canada. Au Québec, il y a 30 hibernacles connus. La majorité de ces sites est située en Outaouais, en Montérégie et en Estrie. Dans certains hibernacles, des nombres importants de chauves-souris ont été dénombrés (tableau 1). Les grottes touristiques de la caverne du Trou de la Fée et de la Caverne Laflèche sont les plus gros hibernacles naturels connus (MFFP, données inédites). Les dénombrements réguliers à l'hibernacle de la caverne du Trou de la Fée, dans la région du Lac-Saint-Jean, indiquent une certaine stabilité (moyenne de 319 ±47) avant l'arrivée du SMB (figure 8; Gilles Lupien, données inédites).

Tableau 1. Nombre de chauves-souris dénombrées lors des inventaires dans huit hibernacles.

Année	Mine/grotte	Chauves-souris
Novembre 2009	Lac Rose (Nord-du-Québec)	9 000[a]
Novembre 2009	Copperstream-Frontenac (Estrie)	5 020[b]
Mars 2010	Mine-aux-Pipistrelles (Estrie)	4 900[b]
Mars 2008	Québec Copper-Huntingdon (Estrie)	3 583[b]
Avril 2008	Saint-Robert Métal (Estrie)	1 260[b]
Janvier 2008	Halifax (Centre-du-Québec)	975[b]
Mars 2010[c]	Caverne Laflèche	450[b]
Décembre 2009	Caverne du Trou de la Fée	357[b]

[a] Information provenant de Mc Duff, 2009.
[b] Information provenant du MFFP, données inédites.
[c] 70 % portaient des signes du SMB.



ND : Aucune donnée n'est disponible pour 2011, puisque le site était inaccessible.

Figure 8. Recensement des chauves-souris à la caverne du Trou de la Fée (Desbiens, Québec) de 1999 à 2016 (avant et après le SMB).

La proportion des espèces présentes dans les hibernacles diffère selon les sites. Au Québec, le pourcentage de petites chauves-souris brunes se situe généralement autour de 60 à 85 % (et jusqu'à 100 % dans certains sites), comparativement à 15 à 40 % pour la chauve-souris nordique. Il existe une exception, soit la mine du Lac Rose qui faisait état de 98 % de chauves-souris nordiques contre 2 % de petites chauves-souris brunes lors de l'inventaire en 1996, et de 60 % de chauves-souris

nordiques contre 40 % de petites chauves-souris brunes en 2009 (Mc Duff, 2009). Les données sur la présence de la pipistrelle de l'Est dans les hibernacles indiquent que cette espèce est rare depuis de nombreuses années. Au Québec, les décomptes se limitent souvent à quelques individus. Seulement 4 des 281 (1,4 %) chauves-souris baguées à la Caverne Laflèche de 1939 à 1958 étaient des pipistrelles de l'Est (Hitchcock, 1965). Lors de décomptes effectués dans cinq mines abandonnées en 2007-2008 et 2008-2009, seulement 0,1 % des chauves-souris étaient identifiées comme des pipistrelles de l'Est (Mainguy et coll., 2011).

2.5.3 État des populations depuis l'arrivée du syndrome du museau blanc

NatureServe (2016) mentionne que la taille de la population mondiale de petites chauves-souris brunes est inconnue, mais dépasserait encore les 100 000 individus. Dans le nord-est des États-Unis, six ans après l'arrivée du SMB en 2006, les estimations de mortalité atteignaient de 5,7 à 6,7 millions d'individus (toutes espèces confondues) (U.S. Fish et Wildlife Service, 2012, cité par COSEPAC, 2013). L'étude de Turner et coll. (2011), effectuée sur 42 sites aux États-Unis, évalue le taux de mortalité général à 88 %, 5 ans après l'apparition du SMB. Les déclins observés sont de 91 % pour la petite chauve-souris brune, de 98 % pour la chauve-souris nordique et de 75 % pour la pipistrelle de l'Est. Pour plus de détails, voir l'évaluation et le rapport de situation du COSEPAC (2013).

Selon Frick et coll. (2010a), les probabilités que la petite chauve-souris brune disparaisse fonctionnellement du Nord-Est américain d'ici à 2026 sont de 99 % en raison du taux de mortalité associé au SMB. Une étude plus récente mentionne que la chauve-souris nordique a une probabilité d'extinction encore plus grande aux États-Unis, car elle serait déjà disparue d'au moins 69 % des hibernacles qu'elle fréquentait (Frick et coll., 2015). Même si la mortalité liée au SMB diminue dans le temps, la population de petites chauves-souris brunes dans le Nord-Est américain serait plutôt de 65 000 individus d'ici à 2030 au lieu de 6,5 millions (c.-à-d. 1 % de la population pré-SMB), ce qui constituerait une disparition fonctionnelle (Frick et coll., 2010a). De nouvelles données indiquent que certains individus survivent à l'infection et que les taux de survie ont augmenté à des endroits où des populations avaient été décimées. Toutefois, selon Maslo et coll. (2015), ces taux de survie accrus ne seraient pas suffisants pour soutenir une tendance positive en matière de croissance démographique.

2.5.3.1 Tendance des populations au sein des hibernacles

Le déclin observé dans les hibernacles du nord-est des États-Unis se situe entre 60 % et 98 % (toutes espèces confondues), avec un taux de mortalité important chez la chauve-souris nordique (Frick et coll., 2015). Au Québec, les données disponibles pour cinq hibernacles révèlent que les populations ont diminué de plus de 95 %, et même de 100 % à la suite de l'arrivée du SMB (tableau 2). Des carcasses ont été observées à plusieurs autres hibernacles, mais des contraintes de sécurité n'ont pas permis d'effectuer de décompte à l'intérieur de ces sites. Des inventaires acoustiques réalisés de 2012 à 2014 à la sortie de l'hibernacle de la mine Bruneau (Chibougamau, Nord-du-Québec) révèlent une grande diminution de l'activité des chauves-souris après la détection du SMB en 2013 à ce site (MFFP, données inédites).

Tableau 2. Abondance de chauves-souris du genre *Myotis* spp. avant et après (cellules ombrées) la détection du SMB dans cinq hibernacles du Québec, de 2008 à 2016.

Région administrative	Hibernacle	Période de surveillance									Déclin max.
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Centre-du-Québec	Mine Halifax	951	915	975	50	3	0	-	1	-	100 %
Estrie	Mine-aux-Pipistrelles	5255	5125	4900	-	8	-	-	-	-	100 %
Saguenay−Lac-Saint-Jean	Caverne du Trou de la Fée	331*	325*	300*	263*	166	57	7	2	7	99 %
Outaouais	Mine Emerald	-	-	735	517	12	25	-	-	-	98 %
	Caverne Laflèche	-	600	450	131	72	69	137	125	155	88 %

Note : La période de surveillance débute le 1er novembre de l'année précédente et se prolonge jusqu'au 31 mai de l'année suivante (ex. « 2016 » correspond à la période du 1er novembre 2015 au 31 mai 2016. Les « - » correspondent à des données non disponibles (inventaire non réalisé). Les « * » correspondent à des décomptes réalisés à l'automne, alors que la majorité des inventaires sont réalisés à l'hiver.

2.5.3.2 Niveau d'activité estival et abondance relative

Bien que les pourcentages de déclin soient principalement issus de données hivernales, les indices d'activité ou d'abondance relative évalués durant l'été permettent de confirmer les tendances observées (MFFP, données inédites). L'analyse des 15 années d'inventaires acoustiques du réseau Chirops (figure 9) permet de constater des tendances de populations en observant l'activité des chauves-souris à l'échelle du Québec (MFFP, données inédites).

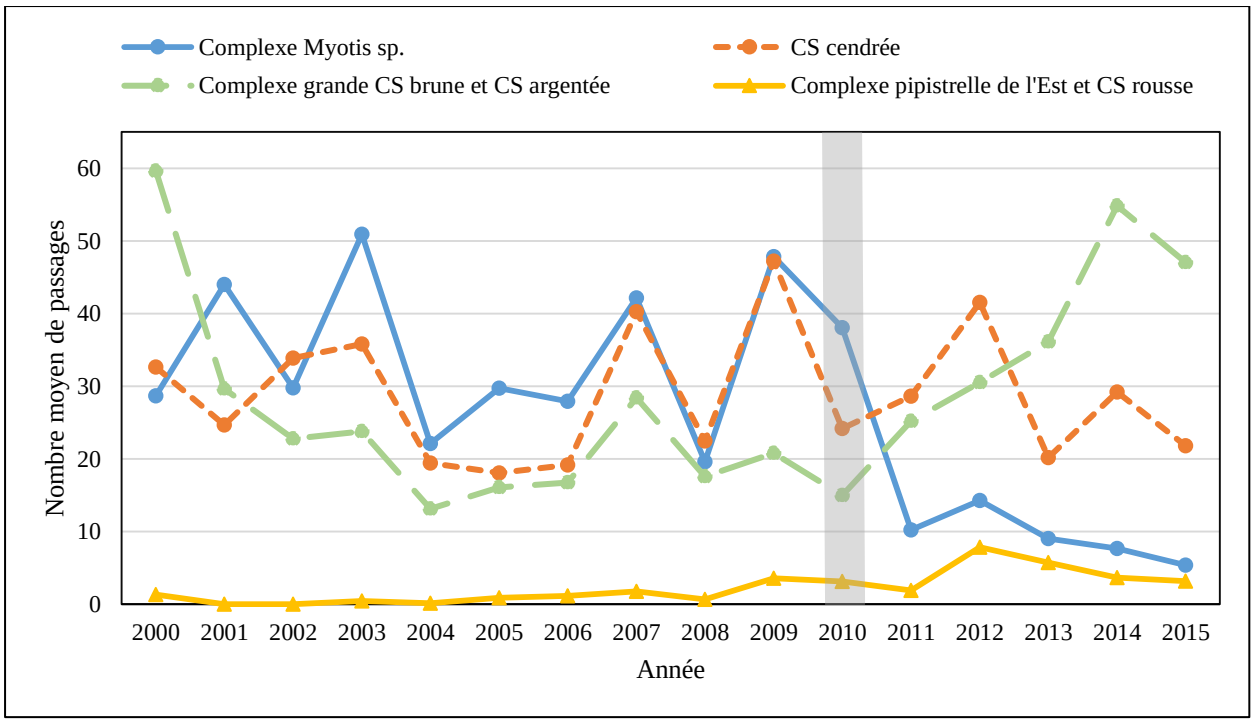


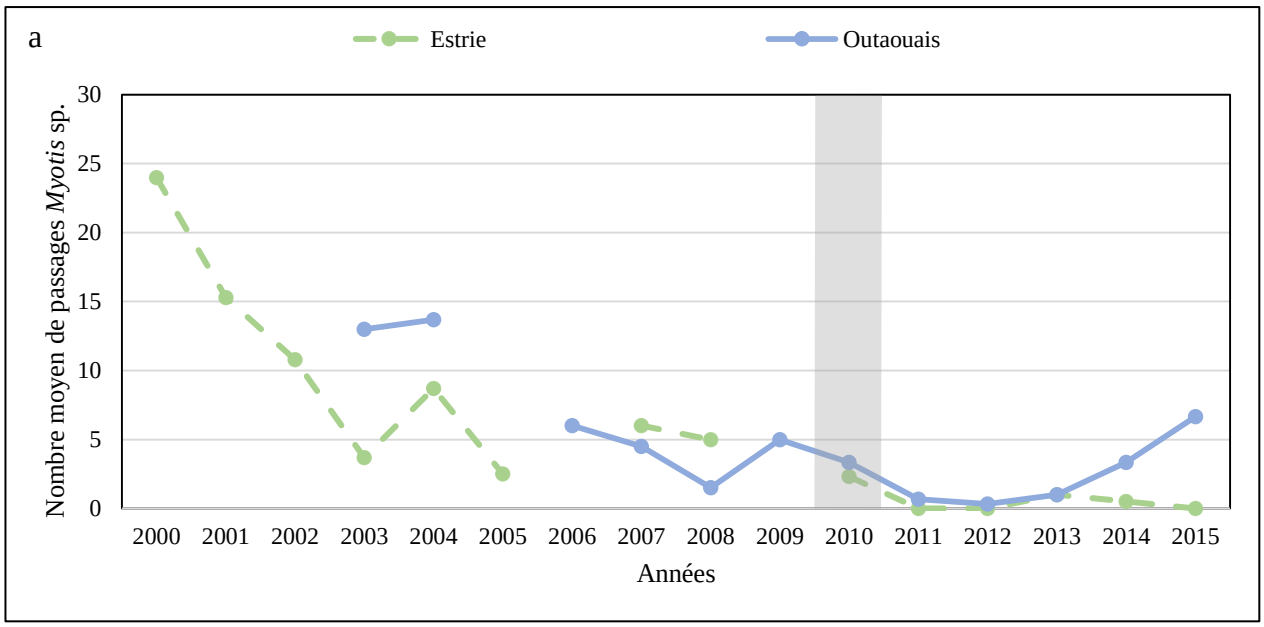
Figure 9. Nombre moyen de passages enregistrés lors des inventaires acoustiques du réseau Chirops réalisés de 2000 à 2015 pour l'ensemble du Québec. La zone ombrée représente l'année de détection du SMB au Québec.

Dès 2009, le complexe des *Myotis* spp. a subi un brusque déclin pour atteindre un taux de détection moyen de 10 passages/parcours en 2011. Ce déclin s'est poursuivi au courant des années subséquentes pour atteindre 5,4 passages en moyenne par parcours en 2015. Le complexe grande chauve-souris brune/chauve-souris argentée a quant à lui subi un déclin au début des années 2000, atteignant 13 passages/parcours en 2004. Depuis 2010, ce complexe démontre une hausse de détection (55 passages/parcours en 2014). Le complexe pipistrelle de l'Est/chauve-souris rousse est rare dans les données antérieures à 2008. Par la suite, le taux de détection est en légère augmentation. En ce qui concerne les chauves-souris cendrées, le taux de détection est très variable, et aucune tendance n'est décelée. L'analyse des données du réseau Chirops permet de montrer des changements dans la proportion des espèces détectées avant et après le SMB. La proportion de détections associées au complexe *Myotis* spp. est passée de 39 % avant l'arrivée du SMB à 11 %, comparativement au complexe grande chauve-souris brune/chauve-souris argentée qui est passé de 27 % avant l'arrivée du SMB à 48 % après. Une analyse complémentaire souligne un déclin de 77 ±6 % des passages de *Myotis* spp. après le SMB, soit de 9,90 ±0,57 à 2,3 ±0,3 passages par nuit, comparativement à une augmentation 230 ±40 % pour le complexe grande chauve-souris brune/chauve-souris argentée, soit de 5,95 ±0,49 à 13,81 ±1,16 passages par nuit (Faure-Lacroix et coll., données non publiées).

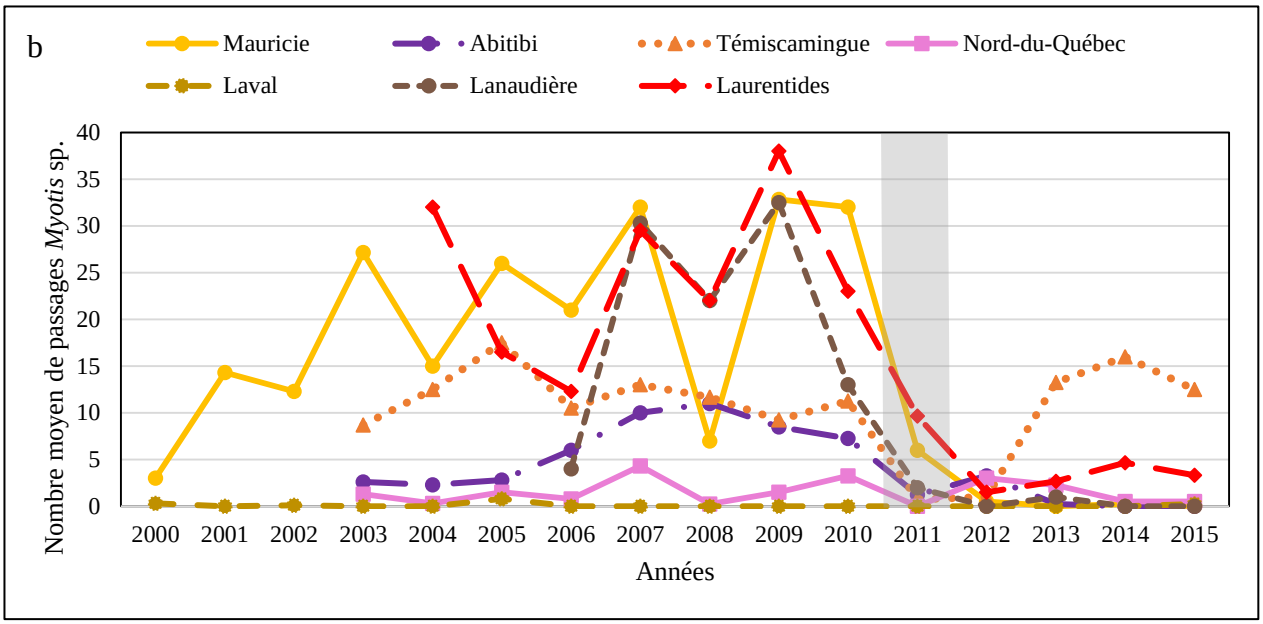
L'analyse des données du complexe *Myotis* spp. par région administrative en fonction de l'année de détection du SMB (figures 10 a, b, c) démontre que le nombre moyen de passages était déjà à la baisse avant la détection du SMB dans la région. Les données pour les régions de la Côte-Nord et de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine ne sont pas présentées, car l'arrivée du SMB est estimée à

2015. Ainsi, au moment de l'analyse, l'état des populations post-SMB n'était pas connu. De plus, les régions de la Montérégie[9] et du Centre-du-Québec ne sont pas représentées, puisqu'il n'y a aucune route d'écoute.

Toutes les régions affichent des variations interannuelles, mais la baisse de détection survenue à la suite du SMB se prolonge sur plusieurs années, contrairement aux autres baisses plus ponctuelles des années précédentes. De plus, il est possible d'observer, pour certaines régions, une augmentation du nombre de passages de ce complexe quelques années après le SMB. Cette augmentation est plus marquée dans les régions du Témiscamingue (de 0,8 à 16 passages/parcours), de l'Outaouais (de 0,3 à 6,7 passages/parcours) et des Laurentides (de 1,5 à 4,7 passages/parcours). Comme les appareils utilisés pour le suivi acoustique du réseau Chirops ne permettent pas de différentier les espèces de *Myotis* spp., il est impossible d'attribuer précisément cette augmentation à l'une ou l'autre des trois espèces comprises dans ce complexe.



[9] Il est à noter qu'il existe une route d'écoute en Montérégie, mais seulement depuis 2012. De plus, aucune donnée de *Myotis* n'y a été recueillie.



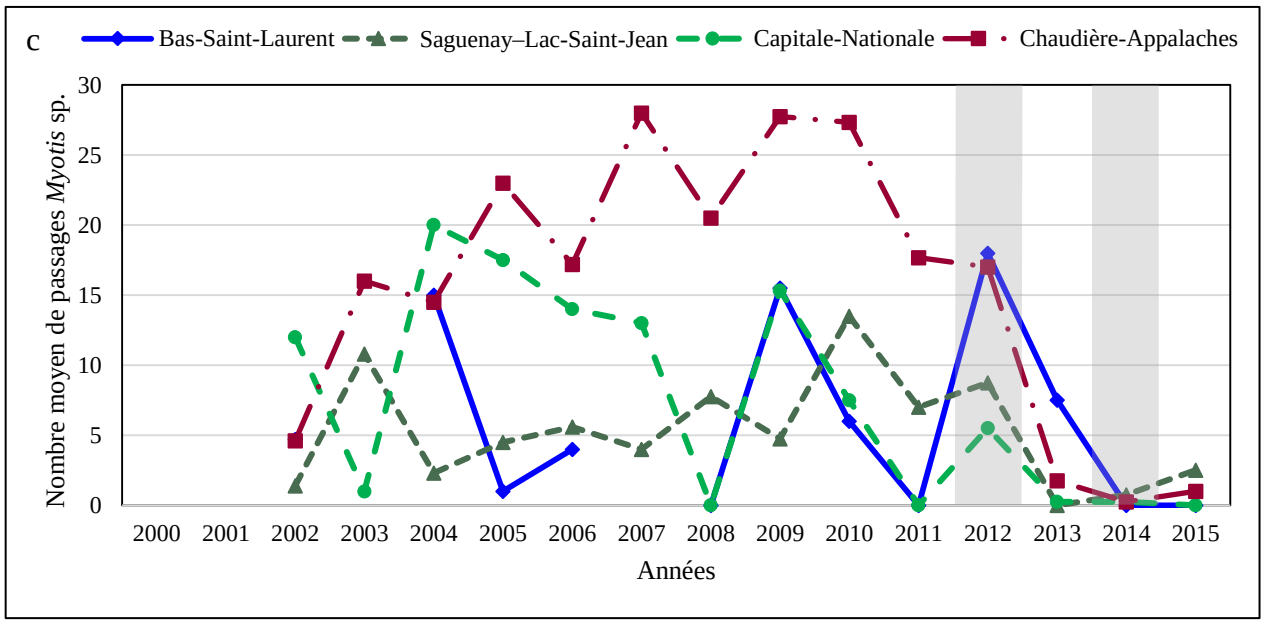


Figure 10. Nombre moyen de passages de *Myotis* spp. enregistré par région lors des inventaires acoustiques du réseau Chirops réalisés de 2000 à 2015. La zone ombrée représente l'année de détection observée ou estimée du SMB selon les régions a) 2010; b) 2011; c) 2012 (2014 pour le Bas-Saint-Laurent).

Ces baisses de détection acoustique ont également été observées lors d'autres travaux. Une étude réalisée dans le secteur de la Forêt Montmorency et du parc national de la Jacques-Cartier démontre un déclin de près de 95 % de 2011 à 2013 lors des captures et de l'activité acoustique (François Fabianek, données inédites). Une diminution de 94 % à 30 % de l'activité relative des chauves-souris du genre *Myotis* spp. a également été observée en 2012 et 2013 dans le parc national d'Aiguebelle en Abitibi-Témiscamingue (Fabianek et Provost, 2013). Le suivi fait par la Sépaq au

parc national de Plaisance démontre aussi un déclin des *Myotis* spp. Alors qu'elles comptaient pour plus de 50 % de l'ensemble des signaux en 2006 et 2009, elles en représentaient moins de 1 % en 2012 et en 2015.

2.5.3.3 Tendance au sein des colonies de maternité

Il existe peu de colonies pour lesquelles des données de suivi sont disponibles avant et après l'année de détection du SMB au Québec. La dizaine de sites pour lesquels ces données existent montrent un déclin moyen de 94 % dans l'effectif (tableau 3). Dans la région de la Côte-Nord, le SMB n'est pas confirmé, mais un important déclin dans les colonies de maternité a été détecté en 2015 et 2016, ce qui suggère que le SMB y est présent. Une constatation similaire a été faite pour la colonie de maternité du lac du Spodumène, située au nord du 52^{e} parallèle où le SMB a finalement été confirmé en 2018.

Tableau 3. Décomptes effectués dans certaines colonies de maternité de chauves-souris du Québec avant et après (cellules ombrées) la détection du SMB.

Nom de la colonie de maternité	Région	Maximum historique pré-SMB	Décompte depuis l'arrivée du SMB au Québec								
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Déclin[a]
Fort Lennox	Montérégie	243	-	-	15	-	-	-	20	6	98 %
Domaine Joly	Chaudière-Appalaches	1227	700	389	72	52	32	49	39	30	94 %
Grosse Île (presbytère)	Chaudière-Appalaches	228	-	-	4	-	1	-	2	-	100 %
Lac Fou	Portneuf	200	160	35	3	-	-	1	5	12	99 %
Lac du Spodumène	Nord-du-Québec	300	300	-	-	87	100	-	50	31	90 %
Camp Scott	Bas-Saint-Laurent	-	-	-	277	26	32	31	37	34	88 %
Camp Brillant	Bas-Saint-Laurent	-	-	-	41	46	15	12	13	35	74 %
Bersimis 2	Côte-Nord	-	-	-	567	605	113	74	21	-	97 %
Lac Walker	Côte-Nord	-	-	-	-	179	102	58	0	3	98 %
Zec Godbout	Côte-Nord	-	-	-	-	100	55	0	7	0	100 %

[a] Les pourcentages de déclin sont calculés à partir des valeurs maximales et minimales.

2.6 Description des habitats

L'habitat des chauves-souris résidentes doit répondre à leurs besoins d'alimentation, d'hydratation, de repos, de reproduction et d'hibernation (Kurta, 2001). Les hibernacles et les colonies de maternité sont les principaux habitats limitant la distribution des trois espèces sur l'étendue de leur aire de répartition (Barclay et Brigham, 1996). Ces dernières peuvent utiliser les mêmes habitats estivaux, de transitions saisonnières et d'hivernage et les aires d'alimentation peuvent se

chevaucher. Pour plus de détails sur les interactions interspécifiques des espèces, voir l'évaluation et le rapport de situation du COSEPAC (2013).

2.6.1 Habitats d'hibernation

La petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est peuvent séjourner dans les mêmes hibernacles. Au Québec, les hibernacles sont fréquentés environ six mois par année, dès la fin de l'été jusqu'au printemps suivant. Les mines désaffectées et les cavités naturelles creusées dans la roche telles que les grottes et les cavernes sont les principaux sites occupés par les *Myotis* spp. et la pipistrelle de l'Est (Kunz et Fenton, 2006). Les secteurs utilisés au sein des hibernacles présentent généralement des températures qui varient de 2 à 10 °C (Vanderwolf et coll., 2012) ainsi qu'un taux d'humidité relatif supérieur à 80 %, permettant de réduire les pertes d'eau par évaporation (Cryan et coll., 2010; Kurta, 2014).

Les études réalisées au Manitoba et en Ontario sur la petite chauve-souris brune (Norquay et coll., 2013) et celle sur la pipistrelle de l'Est réalisée au Nebraska (Damm et Geluso, 2008) montrent que les chauves-souris sont fidèles à leur site d'hibernation. Selon Caceres et Barclay (2000), la chauve-souris nordique montre aussi un certain degré de fidélité aux hibernacles. Au Québec, les mouvements d'individus entre les hibernacles ne sont pas documentés.

2.6.2 Habitats de transit automnal et printanier

Les habitats de transit sont situés le long des corridors de dispersion utilisés durant les périodes printanière et automnale de déplacement. Ces habitats permettent aux chauves-souris de se déplacer, de s'alimenter, de se reposer et de copuler. À partir du mois d'août, les chauves-souris résidentes se rassemblent à proximité ou dans des hibernacles pour la copulation (Randall et Broders, 2014; Thomas et coll., 1979). Les chauves-souris étant encore actives durant cette période, le milieu forestier situé à proximité des hibernacles doit fournir des habitats de repos (ex. arbres-gîtes) et de chasse adéquats (Randall, 2011; Lowe, 2012). Les bâtiments et les chicots peuvent être utilisés par les chauves-souris du genre *Myotis* spp. pendant cette période (Lowe, 2012). L'utilisation des habitats jouxtant les hibernacles durant le transit est peu documentée à cause des difficultés inhérentes au suivi des individus durant ces courtes périodes de déplacement (Kunz et Parsons, 2009).

2.6.3 Habitats estivaux

Durant la saison estivale, les besoins en habitat des chauves-souris sont plus diversifiés et doivent inclure des habitats de repos diurnes et nocturnes, des habitats permettant le rassemblement des femelles reproductives (colonies de maternité) et des habitats d'alimentation (Kunz et Fenton, 2006).

2.6.3.1 Habitats de repos et sites de colonies de maternité

Habitats de repos diurnes et nocturnes

Les chauves-souris utilisent des emplacements pour se reposer le jour et la nuit (Brigham et coll., 2004). Les sites de repos diurnes sont utilisés par des juvéniles, des mâles et des femelles non reproductives. Au Québec, la petite chauve-souris brune et la chauve-souris nordique se reposent

sous l'écorce exfoliante, dans des cavités et de fissures dans les troncs d'arbres (Lacki et coll., 2007; Fabianek et coll., 2015b). Elles sont également observées dans des crevasses et des abris sous roche (Lausen et Barclay, 2003; Barclay et Kurta, 2007). La pipistrelle de l'Est est plutôt considérée comme une espèce généraliste en matière d'emplacements de repos (Fujita et Kunz, 1984). Elle a été observée dans des cavités, dans le feuillage et dans le lichen en forêt boréale (Perry et Thill, 2007; Poissant et coll., 2010).

Les bâtiments sont aussi utilisés par les trois espèces comme alternative aux emplacements naturels. La chauve-souris nordique est moins rapportée dans les sites d'origine anthropique comparativement à la petite chauve-souris brune (Henderson et Broders, 2008; Broders et coll., 2013). L'utilisation de bâtiments par la pipistrelle de l'Est est mentionnée à l'extérieur du Québec, mais aucun cas n'a été rapporté dans la province (MFFP, données inédites).

En milieu forestier, les chauves-souris utilisent un réseau d'arbres-gîtes sélectionné selon leur hauteur, leur diamètre, leur état de décomposition, la densité d'arbres morts sur pied, le degré d'ouverture de la canopée et la distance au point d'eau le plus proche (Kalcounis-Rüeppell et coll., 2005; Fabianek et coll., 2015b). Les emplacements qui réduisent le risque de prédation, minimisent les coûts énergétiques associés aux déplacements et procurent un microclimat stable semblent être privilégiés par les chauves-souris (Barclay et Kurta, 2007; Fabianek et coll., 2015b) et plus particulièrement par les femelles en période d'allaitement (Lacki et coll., 2013; Johnson et Lacki, 2014).

Les emplacements de repos nocturnes peuvent être utilisés par les mâles et les femelles entre les périodes d'alimentation, en particulier lorsque la température extérieure descend en deçà de 15 °C (Henry, 2001) et que la densité des proies diminue (Anthony et coll., 1981). Ces emplacements sont utilisés exclusivement la nuit et diffèrent spatialement des emplacements utilisés durant la journée. Les femelles reproductrices en période de lactation utilisent principalement le site de la colonie de maternité comme emplacement nocturne, puisqu'elles y demeurent inféodées jusqu'au sevrage des juvéniles. À la fin de l'été, les emplacements nocturnes sont davantage utilisés par les juvéniles apprenants à voler (Anthony et coll., 1981; Lacki et coll., 2007). Aucune information sur les emplacements de repos nocturnes utilisés par les chauves-souris résidentes n'est disponible au Québec.

Sites de colonies de maternité

Les sites de colonies de maternité sont utilisés par les femelles reproductives pour mettre bas et allaiter les nouveau-nés. Ils peuvent abriter une dizaine, voire plusieurs centaines d'individus dans le cas de la petite chauve-souris brune. Les femelles sont regroupées les unes contre les autres (Willis et Brigham, 2007) dans un emplacement où la température ambiante doit rester relativement stable et élevée afin de favoriser le développement et la croissance des juvéniles (Willis et coll., 2005; Park et Broders, 2012; Lacki et coll., 2013). Ces sites peuvent être localisés dans des bâtiments et dans des cavités d'arbres à tronc creux et de chicots de grand diamètre (Broders et coll., 2006; Park et Broders, 2012).

Dortoirs artificiels

Les chauves-souris résidentes peuvent coloniser des dortoirs artificiels. Ces dortoirs peuvent être posés à l'extérieur ou intégrés aux bâtiments (Tuttle et coll., 2013; Mering et Chambers, 2014). Les dortoirs semblent surtout colonisés par des mâles et des femelles non reproductives de manière sporadique et le taux de colonisation par des femelles reproductives reste relativement bas (Thomas et Delorme, 1997; Mering et Chambers, 2014; Rueegger, 2016). Ils demeurent néanmoins une alternative potentiellement intéressante lorsqu'il est question de déplacer une colonie de chauves-souris établie dans un bâtiment (Brittingham et Williams, 2000), mais ne devraient pas être utilisés comme mesure compensatoire à la suite du prélèvement d'arbres-gîtes potentiels en milieu forestier (Rueegger, 2016). Selon l'étude de López-Baucells et coll. (2016), l'habitat localisé en périphérie (5 km) des dortoirs expliquerait 70 % de l'occupation des dortoirs. Thomas et Delorme (1997) ont également montré que les dortoirs situés dans des milieux forestiers et à moins de 300 m d'un plan d'eau présentent un taux d'occupation plus élevé. La proximité de plusieurs dortoirs permettrait également d'accroître le taux d'occupation (Tuttle et coll., 2013; Mering et Chambers, 2014). Selon Thomas et Delorme (1997), les dortoirs installés au Québec ne se réchaufferaient pas suffisamment le jour et ne conserveraient pas des températures assez élevées durant la nuit pour attirer les femelles reproductrices ou gestantes.

2.6.3.2 Habitats d'alimentation

L'habitat d'alimentation comprend les zones de chasse proprement dites et les « corridors de dispersion » entre les emplacements de repos diurnes et les zones de chasse nocturnes. La capacité d'une espèce à exploiter un habitat d'alimentation dépend de sa taille, de la morphologie de ses ailes, des signaux d'écholocalisation émis en vol et du degré d'obstruction de l'habitat (Schnitzler et Kalko, 2001; Fukui et coll., 2011). Les individus des trois espèces visées par le Plan volent lentement, mais affichent une forte manœuvrabilité. Elles s'alimentent de préférence sous le couvert forestier, dans les trouées, à l'orée des boisés et à proximité ou en bordure des plans d'eau où la productivité d'insectes est forte (Fabianek et coll., 2011; Loeb et O'Keefe, 2011; Bender et coll., 2015). La pipistrelle de l'Est et la chauve-souris nordique évitent les habitats forestiers fragmentés (Segers et Broders, 2014).

2.7 Facteurs limitants

2.7.1 Stratégie de reproduction

Les *Myotis* spp. et la pipistrelle de l'Est sont des espèces longévives dont les taux de reproduction sont bas (voir section 2.4.2 Reproduction, mise bas et allaitement). Elles sont très vulnérables aux événements de mortalité massive, comme ceux causés par le SMB. Même si une population persiste à la suite d'un tel événement, elle risque d'être soumise à un appauvrissement de la diversité génétique mettant en péril sa persistance à long terme (Frankham et coll., 2009).

2.7.2 Exigences physiologiques

2.7.2.1 Colonies de maternité

L'étude d'Henry et Thomas (2001), menée au lieu historique national de la Grosse-Île-et-le-Mémorial-des-Irlandais (Québec), indique que la température du site de maternité est un élément crucial au maintien d'une colonie de maternité de petites chauves-souris brunes. Les préférences thermiques des chauves-souris reproductives variaient de 30 à 37 °C. Le développement et la survie des nouveau-nés nécessitent des conditions élevées de température (≈31 à 35 °C durant le jour; Syme et coll., 2001). La gestation et la lactation sont très exigeantes pour les femelles du point de vue énergétique (Kurta et coll., 1989). Par ailleurs, au-delà des caractéristiques de la colonie de maternité, il faut aussi que le territoire environnant offre de la nourriture et de l'eau en quantité suffisante et accessible (voir section 2.6.3.2 Habitats d'alimentation), ce qui complexifie la sélection des sites de colonies de maternité.

2.7.2.2 Hibernacles

Tout comme pour les sites de colonies de maternité, les hibernacles doivent fournir des conditions relativement stables. Plusieurs sites peuvent être apparemment propices à l'hibernation, mais très peu possèdent les caractéristiques pour être un hibernacle favorable à une ou l'autre des trois espèces (Vanderwolf et coll., 2012). Le microclimat d'hibernation est conditionné par un ensemble de contraintes physiologiques et environnementales qui induisent des variations interspécifiques et intraspécifiques (Humphries et coll., 2003). Habituellement, seules des portions du site d'hibernation sont utilisées.

L'hibernation est une stratégie physiologique de conservation de l'énergie qui est optimale dans une plage restreinte de température et d'humidité. Malgré cela, des individus en torpeur ont été observés dans une grande gamme de températures : de −4,0 à 13,0 °C pour la petite chauve-souris brune, de 0,6 à 13,0 °C pour la chauve-souris nordique et de 0,0 à 17,8 °C pour la pipistrelle de l'Est (Webb et coll., 1996). Bien que les chauves-souris puissent être en torpeur à des températures plus élevées, le maintien de l'état de « torpeur profonde » à un coût énergétique minimal survient à 2 °C (Hock, 1951; Humphries et coll., 2002).

Certaines études tendent à démontrer que le taux de survie d'une population affectée par le SMB est plus élevé dans les hibernacles dont le microclimat est froid et sec (Johnson et coll., 2014; Grieneisen et coll., 2015). De telles conditions seraient moins favorables à la croissance du champignon, dont l'intervalle thermique se situe entre 0,8 °C et 19,8 °C (Verant et coll., 2012).

Une étude réalisée dans des hibernacles naturels de la région de l'Outaouais fréquentés par la petite chauve-souris brune et la chauve-souris nordique a démontré que ces sites tamponnaient la variabilité des températures extérieures de manière analogue à celles observées dans le nord-est des États-Unis. Néanmoins, les chauves-souris passant l'hiver en Outaouais doivent faire face à des conditions thermiques plus rigoureuses et à un climat beaucoup plus instable que celles trouvées au sud de leur aire de répartition (Twente, 1955; Grieneisen, 2011). Dans plusieurs sites à l'étude, les températures internes atteignaient des valeurs inférieures à 0 °C et parfois sur de longues périodes, ce qui n'y empêchait pas la présence des chauves-souris durant l'hiver (MFFP, données inédites).

En plus de la température, l'humidité est un facteur important pour les chauves-souris en hibernation. Selon les travaux de Thomas et Cloutier (1992), la fréquence et la durée des périodes d'éveil chez les chauves-souris seraient influencées par les pertes d'eau. Un bilan hydrique négatif force les chauves-souris en état de torpeur à se réveiller pour s'hydrater. Pour réguler leurs pertes d'eau, les petites chauves-souris brunes auraient tendance à s'installer où l'humidité relative est plus élevée. Cette dernière doit être d'au moins 99 % pour assurer le maintien d'un bilan hydrique positif. Une autre façon de réduire les pertes d'eau par évaporation cutanée chez cette espèce est de former des attroupements serrés, ce qui aurait pour effet de réduire les surfaces exposées à l'air ambiant. Cette stratégie permettrait à la petite chauve-souris brune d'accroître sa tolérance à des taux d'humidité relative plus bas. Il a été avancé que l'équilibre hydrique jouerait un rôle très important dans l'interaction entre le champignon *Pseudogymnoascus destructans* et les espèces affectées par le SMB (Cryan et coll., 2010; Willis et coll., 2011; voir section 2.8.1 Syndrome du museau blanc).

2.7.3 Disponibilité des habitats

Les chauves-souris démontrent des exigences élevées lors de la sélection des sites de colonies de maternité et d'hibernation. Le nombre d'habitats adéquats peut donc être relativement restreint et devenir un facteur limitatif pour la population (Perkins, 1996).

En ce qui concerne les gîtes d'hibernation pour les *Myotis* spp. et la pipistrelle de l'Est, les grottes et les mines désaffectées sont des hibernacles de choix (Fujita et Kunz, 1984). Or, celles-ci sont plutôt rares sur le territoire du Québec, à l'exception d'une bande de calcaire située entre le fleuve Saint-Laurent et le Bouclier canadien, propice à l'érosion et à la formation de grottes (Corbel, 1958). Les mines désaffectées sont gérées dans une optique de sécurité (MRN, 1997), mais le Règlement sur les substances minérales autres que le pétrole, le gaz naturel et la saumure (RLRQ, c. M-13.1, r. 2) du gouvernement du Québec prescrit l'installation de grilles permettant aux chauves-souris d'accéder au site tout en éliminant le dérangement humain. Les grilles utilisées à l'embouchure des mines et des grottes pourraient par contre dissuader les chauves-souris d'y pénétrer et rendre le site moins attrayant (Ludlow et Gore, 2000; Pugh et Altringham, 2005).

En milieu forestier exploité, la disponibilité d'arbres-gîtes pourrait être un facteur limitatif pour les colonies de maternité. L'abattage à grande échelle des vieux arbres et des chicots réduit le nombre de gîtes potentiels (Broders et Forbes, 2004), surtout dans le nord de l'aire de répartition où les chicots de grand diamètre sont rares. La disponibilité de gîtes potentiels situés à proximité permettrait à la chauve-souris nordique de tolérer un certain degré de perturbation (moins de 20 % de perte de gîtes) et de se trouver un nouveau gîte (Silvis et coll., 2014; 2015).

2.7.4 Grégarité

La grégarité est considérée comme un facteur limitatif, car elle favorise la transmission des agents pathogènes tels que le champignon responsable du SMB (Langwig et coll., 2012). Cette grégarité peut aussi entraîner la disparition d'un grand nombre d'individus à cause d'un événement isolé (ex. vandalisme, dérangement intense, éboulement; O'Shea et coll., 2016). La petite chauve-souris brune est majoritairement grégaire (Fenton et Barclay, 1980). La chauve-souris nordique l'est également, mais dans une moindre mesure (Caceres et Barclay, 2000). Selon l'étude de Kurta et Smith (2014) au Michigan, 75 % des chauves-souris nordiques hibernent seules, comparativement

à 22 % pour les petites chauves-souris brunes. Les pipistrelles de l'Est sont souvent solitaires ou forment de petits groupes mono- ou multispécifiques en hiver (Fujita et Kunz, 1984).

Le comportement de grégarité risque de s'atténuer à la suite du déclin massif des populations causé par le SMB. En effet, dans certains hibernacles ou colonies de maternité, il reste maintenant moins d'une dizaine d'individus, alors qu'ils s'y trouvaient par centaines quelques années plus tôt. Un déclin de la taille des groupes risque d'entraîner une augmentation des dépenses énergétiques et de réduire les chances de survie (Boyles et Brack, 2009). Il faut donc se questionner sur la taille minimale requise pour assurer la viabilité à long terme des populations.

2.8 Description des menaces

Les principales menaces actuelles connues et présumées qui pèsent sur la petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est sont présentées ici. Ces menaces sont décrites en fonction du système de classification élaboré par Salafsky et coll. (2008) et adopté par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Il est à noter que l'importance respective de ces menaces est reflétée dans les mesures, les actions et les priorités du plan d'action présenté à la section 4.

2.8.1 Syndrome du museau blanc

Le SMB est une infection fongique qui affecte les trois espèces concernées par ce plan et est de loin la plus importante cause de mortalité pour ces espèces (O'Shea et coll., 2016). En Amérique du Nord, la mortalité totale attribuée au SMB est estimée à 6 millions d'individus (USFWS, 2017). Le SMB a fait son apparition dans l'État de New York (Howes Cave, près d'Albany) en 2006 en provenance d'Europe et s'est propagé rapidement. Le SMB est apparu au Québec et en Ontario en 2010, puis a été détecté à partir de 2011 en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick et à partir de 2013 à l'Île-du-Prince-Édouard, puis en 2017 à Terre-Neuve-et-Labrador et en 2018 au Manitoba (COSEPAC, 2013; RCSF, 2018). En juillet 2018, sept provinces canadiennes et 33 États américains étaient touchés par le SMB et la propagation se poursuivra au courant des prochaines années (KDWPT, 2018; RCSF, 2018). Alors que le SMB semblait limité à l'est de l'Amérique du Nord, il a été détecté en mars 2016 dans le Nord-Ouest américain (près de Seattle, dans l'État de Washington; WDFW, 2016). La propagation rapide (200 à 250 km/an) du SMB permet d'estimer que l'ensemble de l'aire de répartition canadienne de la petite chauve-souris brune devrait être touchée d'ici à 2025-2028 (COSEPAC, 2013), quoique la détection récente dans l'État de Washington puisse signifier une dissémination plus rapide encore.

À la suite de l'hiver 2014-2015, presque toute l'aire de répartition québécoise des trois espèces était touchée (RCSF, 2016). La seule région où le SMB n'avait pas été observé était la Côte-Nord, où aucun site d'hibernation n'est actuellement connu (MFFP, 2015a). Cependant, les déclins observés dans certaines colonies de maternité de la Côte-Nord depuis 2014 indiquent que le SMB est possiblement déjà présent dans la région (voir section 2.5.3.3 Tendance au sein des colonies de maternité).

Le syndrome du museau blanc est causé par un champignon, *Pseudogymnoascus destructans*, auparavant appelé *Geomyces destructans* (Lorch et coll., 2011; Minnis et Lindner, 2013). Il s'agit d'un organisme ayant la capacité de se développer à des taux d'humidité élevés et à des

températures froides (Gargas et coll., 2009; Chaturvedi et coll., 2010). Ces conditions de croissance optimales ressemblent aux conditions ayant cours dans les hibernacles de chauves-souris d'Amérique du Nord (Blehert et coll., 2009; Cryan et coll., 2010). Ce champignon détritivore ne vise pas précisément les chauves-souris ni ne nécessite de chauves-souris comme hôtes pour sa survie. Une fois introduit dans un site, il peut résister aux conditions défavorables et demeurer latent pendant plusieurs années (Lindner et coll., 2011; Lorch et coll., 2013; Hoyt et coll., 2015a).

Le champignon colonise la peau des chauves-souris en pénétrant dans les tissus sans poils (ailes, museau et oreilles). Une « mousse » blanche apparaît alors sur la peau de même qu'une décoloration, une détérioration et de la sécheresse sur les ailes (Blehert et coll., 2009; Cryan et coll., 2010). La colonisation du champignon est facilitée par la réponse immune très faible chez les individus en hibernation (Meteyer et coll., 2009; Cryan et coll., 2010). Bien que le champignon sécrète un enzyme qui dégrade le collagène et détériore les tissus (O'Donoghue et coll., 2015), la cause ultime de la mort n'est pas l'infection elle-même. La mort est entraînée par la combinaison d'un dérèglement dans l'équilibre physiologique causé par les dommages aux ailes et les épisodes d'éveil supplémentaires en hiver. Ces deux facteurs mènent à la déshydratation et à l'épuisement des réserves de graisse (énergie) (Warnecke et coll., 2013; Wilcox et coll., 2013; Verant et coll., 2014).

Bien que des signes soient visibles à l'œil nu, la confirmation de l'infection doit se faire en laboratoire par une analyse microscopique des tissus (Meteyer et coll., 2009) ou par des analyses génétiques. Du point de vue comportemental, les chauves-souris affectées sont parfois observées en vol près des hibernacles en hiver (Boyles et Willis, 2010; Cryan et coll., 2010). Par ailleurs, Wilcox et coll. (2013) mentionnent que de petites chauves-souris brunes inoculées avec le champignon avaient tendance à être plus solitaires, ce qui augmente leurs dépenses énergétiques et réduit leurs chances de survie (Boyles et Brack, 2009).

L'hibernation est le principal facteur modulant la dynamique de transmission de l'agent pathogène (Langwig et coll., 2015b). L'infection se transmet par contact avec un milieu ou un individu contaminé (Lorch et coll., 2013). La densité d'individus est donc un facteur de risque pour la transmission (Langwig et coll., 2012). Le champignon se propage par le déplacement des chauves-souris ou le transport des cellules de reproduction du champignon par les humains (Okoniewski et coll., 2010). Dixon (2011) mentionne que la migration saisonnière et la dispersion des petites chauves-souris brunes devraient être considérées comme des facteurs potentiels de dispersion. En effet, des femelles provenant d'hibernacles différents peuvent se retrouver dans une même colonie estivale et inversement (Norquay et coll., 2013). L'effet du comportement de dispersion sur l'effondrement des populations occasionné par le SMB est actuellement inconnu. Le comportement de regroupement à l'automne et les mouvements entre les sites d'hibernation sont sans doute des raisons qui expliquent la propagation fulgurante du SMB. Il n'est toutefois pas exclu que les humains puissent également l'accélérer, notamment en visitant des sites utilisés par les chauves-souris sans suivre les consignes de décontamination.

Actuellement, la détection se fait principalement dans les hibernacles, puisqu'il est difficile de détecter le champignon dans les colonies de maternité ou dans les échantillons récoltés durant la saison estivale. La prévalence du SMB est moindre en été, en raison des conditions qui sont peu favorables au champignon (Langwig et coll., 2015a) et de la disponibilité des ressources (eau et

nourriture) pour les chauves-souris qui permettent de compenser la déshydratation et les pertes d'énergie. En plus de causer de la mortalité dans les hibernacles, le SMB pourrait réduire le taux de reproduction des survivants (Frick et coll., 2010a; Jonasson et Willis, 2011).

Aucun traitement contre le SMB à grande échelle n'existe au moment de la rédaction du Plan de rétablissement. Cependant, il y a certaines pistes de solution. La résilience de certains individus dans des hibernacles infectés (Dobony et coll., 2011; Reichard et coll., 2014; MFFP, données inédites) laisse croire que certains d'entre eux possèdent une résistance ou une immunité génétique à l'infection. Plusieurs espèces en Europe et en Asie semblent immunisées, car le champignon y est répandu et ne cause pas de taux de mortalité inhabituels (Lorch et coll., 2011; Warnecke et coll., 2012; Hoyt et coll., 2016). Découvrir la cause ou le mécanisme derrière cette résistance pourrait faire partie d'une éventuelle solution. Différentes interventions ont aussi été proposées : l'utilisation de produits naturels ou chimiques pour combattre le champignon (Raudabaugh et Miller, 2015; Langwig et coll., 2015b; Boire et coll., 2016), la mise en place de chauffage artificiel dans les grottes (Boyles et Willis, 2010), l'aménagement d'hibernacles artificiels (Ornes, 2012), la vaccination (Langwig et coll., 2015b) et la lutte biologique à l'échelle du microbiome (Cornelison et coll., 2014; Hoyt et coll., 2015b). Dans ce dernier cas, une étude réalisée à l'Université de Montréal a comparé le microbiome de la peau de chauves-souris hibernant au Québec (présence du SMB) et au Manitoba (absence de SMB). Les chauves-souris qui vivaient avec le SMB depuis plusieurs années avaient un microbiome moins diversifié, mais présentaient une plus grande abondance d'espèces de bactéries reconnues pour leur activité antifongique. Ces bactéries étaient absentes chez les chauves-souris n'ayant jamais été en contact avec le champignon (Lemieux-Labonté et coll., 2017).

Au-delà des effets catastrophiques du SMB, il est essentiel pour l'instant de réduire l'impact des autres menaces pour permettre aux populations de persister à défaut de contrôler l'épidémie ou de guérir l'infection (Reichard et coll., 2014; Langwig et coll., 2015b).

2.8.2 Dérangement des individus, vandalisme et persécution

Comme mentionné à la section 2.7.4 Grégarité, la concentration d'un grand nombre d'individus au même endroit augmente les risques d'un événement de mort massive. Avant l'année 2000, la persécution intentionnelle de colonies de maternité constituait la principale cause d'événements de mortalité massive chez les chauves-souris dans le monde (O'Shea et coll., 2016).

La petite chauve-souris brune et, dans une moindre mesure, la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est s'installent dans diverses structures construites par l'homme, où elles peuvent établir des colonies de maternité. Face aux dérangements (ex. obstruction de l'accès au site, variation des paramètres de température), les femelles peuvent être forcées de se reloger dans des sites de moindre qualité. Les *Myotis* spp. semblent être tolérantes à un certain degré de perturbation, comme le suggère la présence de colonies de maternité dans des habitations. Par contre, elles peuvent également subir des persécutions plus importantes lorsque certains propriétaires utilisent des moyens chimiques ou physiques agressifs pour se débarrasser d'elles (empoissonnement, piège collant). Le vandalisme nuit également aux chauves-souris à différents égards. La destruction intentionnelle des grilles utilisées à l'embouchure des mines et des grottes ainsi que l'altération délibérée des structures artificielles ou naturelles pouvant leur servir de gîte estival en sont des cas types.

Les chauves-souris en hibernation sont beaucoup plus vulnérables et sensibles aux perturbations de leur environnement. Lorsqu'elles sont en torpeur, elles ne sont pas en mesure de fuir rapidement dans le cas de menace. Considérant que les chauves-souris en hibernation consomment une importante quantité d'énergie (accumulée sous forme de graisses) à chaque réveil (Johnson et coll., 1998; Boyles et Brack, 2009), tout dérangement dans un hibernacle réduira leurs chances de survie jusqu'à la fin de l'hiver. Ainsi, il est à considérer que les activités de spéléologie et l'ouverture au tourisme de certaines cavernes, grottes et mines en période hivernale pourraient nuire à la survie des chauves-souris en hibernation.

La modification de la structure de l'hibernacle (ex. par la création d'une nouvelle ouverture ou en scellant l'entrée d'une mine) provoque des changements de conditions microclimatiques (température, humidité, création de courants d'air) qui altèrent la qualité de l'hibernacle (Richter et coll., 1993; Perry, 2013) et peuvent entraîner son abandon. La petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est sont très fidèles à leurs hibernacles, et leur capacité à en rechercher et à en adopter un nouveau est inconnue.

2.8.3 Exclusion et extermination

La crainte de la rage ou des chauves-souris elles-mêmes motive souvent leur extermination (O'Shea et coll., 2016). Au Québec, il est interdit de chasser, d'acheter, de vendre et de garder en captivité des chauves-souris en vertu de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (LCMVF) (RLRQ, c. C-61.1). Selon l'article 67, nul ne peut abattre ou capturer un animal qui cause du dommage aux biens ou qui doit être déplacé à des fins d'intérêt public, sauf aux conditions déterminées par un règlement du ministre (voir section 2.9.1 Mesures légales). Il faut utiliser des mesures non létales pour exclure les chauves-souris des habitations. Il n'y a aucun pesticide homologué au Canada contre les chauves-souris (ARLA, 2017). L'utilisation de la fumée, de produits en aérosol toxiques (insecticides), de poisons, de sources lumineuses ou sonores excessives, le confinement forcé, les pièges collants et les actions physiques directes pour faire fuir ou tuer des chauves-souris sont des méthodes à proscrire. L'exclusion est la seule méthode efficace pour évincer des chauves-souris. Elle consiste à colmater les ouvertures et n'en garder qu'une seule avec la pose d'un système à voie unique permettant aux chauves-souris de sortir, mais pas de revenir. L'éviction d'une colonie de maternité doit toujours être réalisée en dehors de la période de reproduction (juin à septembre) afin d'éviter d'enfermer les chauves-souris, de les tuer ou de les confiner aux espaces habités. L'exclusion d'une colonie a probablement des répercussions négatives sur celle-ci en raison de la grande fidélité des chauves-souris à ces sites (Neilson et Fenton, 1994). Une étude sur la grande chauve-souris brune réalisée dans la région d'Ottawa a démontré que le succès de reproduction a été réduit après l'exclusion (Brigham et Fenton, 1986).

2.8.4 Foresterie

Les trois espèces visées par ce Plan utilisent entre autres le milieu forestier comme habitat. Elles dépendent de nombreux attributs de ces milieux, dont les gîtes naturels. La conservation de chicots de grande taille, qui peuvent être utilisés comme dortoirs par de petites colonies, est souvent un enjeu en foresterie, notamment pour des raisons de sécurité des travailleurs. Cependant, cette préoccupation est de plus en plus prise en compte dans les pratiques forestières.

La perte d'habitat forestier nuit aux *Myotis* spp. (Jung et coll., 1999; Henderson et coll., 2008), et plus particulièrement à la chauve-souris nordique qui est fortement associée à cet habitat pour la sélection des gîtes (Menzel et coll., 2002; Broders et coll., 2006). L'effet des coupes forestières sur la pipistrelle de l'Est est mitigé : Ethier et Fahrig (2011) ont démontré qu'un plus grand couvert forestier réduit son abondance relative en Ontario, alors que Farrow et Broders (2011) ont montré qu'elle réagit négativement à l'ouverture du couvert forestier. Les coupes partielles peuvent avoir des effets bénéfiques tels que la création de lisières forestières et d'îlots boisés qui sont propices à la chasse et au déplacement en milieu forestier pour toutes les espèces (Henderson et Broders, 2008; Ethier et Fahrig, 2011).

2.8.5 Développement résidentiel et commercial

Selon Johnson et coll. (2008), la petite chauve-souris brune et la chauve-souris nordique se retrouvent davantage en région rurale qu'en région urbaine, alors que la pipistrelle de l'Est occuperait tout le paysage. Elles peuvent donc vivre en milieu urbain où elles sont associées aux boisés et aux cours d'eau (Fabianek et coll., 2011).

Le développement cause une perte d'habitat pour les chauves-souris, qui se traduit par une réduction du nombre de gîtes et de sites d'alimentation et par une augmentation des risques de dérangement liés à l'activité humaine. Au Québec, le développement mène à la conversion et à la perte de milieux humides, dont la majorité (85 %) est des tourbières. Seuls 8 % de ces milieux sont protégés (Pellerin et Poulin, 2013). Pour les trois espèces visées par le Plan, ces habitats sont une source importante de proies (Ford et coll., 2006; Lookingbill et coll., 2010).

Le développement s'accompagne de l'expansion du réseau routier qui entraîne une fragmentation de l'habitat. Les routes peuvent être une barrière au déplacement des chauves-souris (Bennett et Zurcher, 2013; Bennett et coll., 2013), mais peuvent aussi favoriser les mouvements à travers le paysage, particulièrement pour les *Myotis* spp. (Ethier et Fahrig, 2011). Dans leur étude en Indiana, Bennett et Zurcher (2013) ont démontré qu'une route de plus de 2 m de largeur suffisait à faire rebrousser chemin aux chauves-souris. Dans certains milieux étudiés, elles évitaient même de s'approcher des routes (Loeb et O'Keefe, 2006). Par ailleurs, plus le bruit généré par les véhicules est élevé, plus les chauves-souris sont portées à les éviter (Bennett et Zurcher, 2013). Il existe aussi un risque de collision avec les véhicules en mouvement (Medinas et coll., 2013), mais aucune donnée de ce type n'existe au Québec.

La pollution lumineuse, particulièrement à proximité des centres urbains, peut nuire aux activités des chauves-souris. Cela peut notamment les inciter à modifier leur trajet (Kuijper et coll., 2008; Stone et coll., 2009) ou à augmenter le risque de prédation (Rydell et coll., 1996; Longcore et Rich, 2004). À l'inverse, la lumière artificielle peut avoir des effets bénéfiques en attirant des proies (Blake et coll., 1994; Acharya et Fenton, 1999; Côté, 2006; Perkin et coll., 2014) ou négatifs tels que les lampes à diodes électroluminescentes (DEL) qui attirent beaucoup moins les insectes que les lampes à incandescence (Justice, 2016).

Finalement, la pollution sonore associée aux développements urbains ou commerciaux pourrait aussi nuire aux chauves-souris (Siemers et Schaub, 2011). Des sources de bruits pourraient perturber leur écholocalisation et nuire à leur capacité de s'alimenter (Jones, 2008; Bunkley et coll., 2015).

2.8.6 Activités minières

Selon la Chaire en éco-conseil (2013), les projets miniers modifient considérablement le paysage, ce qui peut entraîner la perte et la fragmentation d'habitat et la modification du régime hydrique. L'activité minière rejette aussi des contaminants (acides, métaux lourds, émissions gazeuses) qui polluent l'eau et l'air. L'utilisation de machinerie lourde aurait aussi un effet indirect sur l'utilisation des gîtes situés à proximité, en produisant du bruit et des vibrations (Bunkley et coll., 2015). L'échantillonnage du minerai dans les mines désaffectées peut aussi causer du dérangement, particulièrement si celles-ci sont utilisées comme sites d'hibernation et contaminés par le SMB. Il devient une source de perturbation additionnelle et un agent potentiel de propagation. En 2005, lors d'un inventaire réalisé dans l'hibernacle de la mine du Lac Rose (Nord-du-Québec), les restes d'environ 150 chauves-souris ont été trouvés à proximité d'un secteur où des forages avaient été réalisés au cours de l'hiver 2004-2005 (Mc Duff et Brunet, 2005; Mc Duff, 2009).

2.8.7 Production d'énergie

2.8.7.1 Éolien

Les éoliennes causent la mort des chauves-souris par collision directe avec les structures fixes, les pales en mouvement ou par barotraumatisme (Grodsky et coll., 2011; Rollins et coll., 2012; Greif et coll. 2017). Les raisons pour lesquelles les chauves-souris s'approchent des éoliennes demeurent inexpliquées (Jameson et Willis, 2014). En Amérique du Nord, la majorité des chauves-souris rapportées pour des collisions avec des éoliennes sont des espèces migratrices (Arnett et coll., 2008; Horn et coll., 2008). Les trois espèces concernées par ce Plan seraient moins à risque que les espèces migratrices (Kunz et coll., 2007). Toutefois, les espèces résidentes représentent tout de même jusqu'à 25 % des mortalités à différents sites étudiés au Canada et aux États-Unis (Arnett et coll., 2008). La petite chauve-souris brune et la pipistrelle de l'Est représenteraient 6 % des mortalités, contre moins de 0,1 % pour la chauve-souris nordique (Arnett et Baerwald, 2013). En Amérique du Nord, la mortalité annuelle des petites chauves-souris brunes est estimée entre 51 617 à 106 925 individus depuis 2000, et bien que ce nombre soit largement inférieur à celui estimé pour les chauves-souris migratrices, il est d'autant plus important dans un contexte de déclin massif causé par le SMB (Arnett et Baerwald, 2013). Zimmerling et Francis (2016) estiment que 13 % des carcasses de chauves-souris trouvées au Canada sont des petites chauves-souris brunes. Il existe aussi certaines différences régionales, c'est-à-dire que, dans les forêts décidues du Nord-Est américain, la petite chauve-souris brune correspondait parfois à près de 60 % des mortalités.

Au Québec, le nombre de chauves-souris mortes à cause des éoliennes est estimé entre 3 000 et 5 000 chauves-souris (résidentes et migratrices) par année (MFFP données non publiées), et la composition des espèces trouvées mortes aux pieds des éoliennes ne diverge pas des tendances observées ailleurs en Amérique du Nord. En effet, parmi les carcasses analysées avec le protocole du ministère des Ressources naturelles et de la Faune de 2008, 69,1 % appartenaient à une espèce migratrice, 27,3 % étaient des espèces résidentes et 3,6 % n'ont pu être identifiées (Lemaître et coll., 2017). Il est important de mentionner qu'un grand nombre des résultats utilisés dans les compilations concernent la période d'avant 2010, c'est-à-dire avant l'hécatombe occasionnée par le SMB (Barclay et coll., 2007; Arnett et coll., 2008; Baerwald et Barclay, 2009; Tremblay, 2012; Études d'oiseaux Canada et coll., 2014). Actuellement, la mort d'un individu a des conséquences

encore plus grandes sur la survie de ces espèces et, évidemment, à la suite du déclin des populations, on peut s'attendre à ce que le nombre total de mortalités d'individus d'espèces résidentes soit moindre.

2.8.7.2 Hydroélectricité

Tout comme les activités minières, la construction de barrages dans les projets hydroélectriques modifie le paysage et le régime hydrique. Elle peut aussi entraîner des contaminations au mercure (Rosenberg et coll., 1995; Rosenberg et coll., 1997; Nilsson et Berggren, 2000). Lors de l'inondation du territoire, certains gîtes souterrains deviennent inutilisables. Une modification à grande échelle du territoire (ex. réservoirs de plusieurs centaines de kilomètres carrés) peut aussi perturber les déplacements de la faune. Une étude réalisée au Portugal a démontré que l'activité des chauves-souris s'est déplacée en périphérie d'un nouveau réservoir (250 km^2) et sur les îles à l'intérieur de celui-ci, mais que l'effet à long terme reste incertain (Rebelo et Rainho, 2009). Les lignes de transport d'électricité en milieu forestier pourraient également être une barrière aux déplacements des chauves-souris lorsque l'emprise est trop large. Selon les espèces, les chauves-souris ne s'aventurent généralement pas très loin de la bordure de la forêt (Henderson et Broders, 2008; Morris et coll., 2009). Les espèces forestières comme la petite chauve-souris brune et particulièrement la chauve-souris nordique évitent les secteurs ouverts (Patriquin et Barclay 2003).

2.8.8 Agriculture

Au même titre que la foresterie et le développement résidentiel et commercial, l'expansion de l'agriculture réduit l'habitat naturel des chauves-souris, notamment en éliminant de nombreux boisés et arbres-gîtes. Néanmoins, l'étude de Côté (2006) réalisée en Estrie, où le paysage présente beaucoup de petits boisés, de cours d'eau et de rangées d'arbres, a démontré que les *Myotis* spp. peuvent être abondantes en milieu agricole.

Les zones agricoles représentent 4 % du territoire québécois et ne sont pas en expansion (ISQ, 2015). Par contre, plusieurs cultures intensives sont en augmentation (ex. augmentation de 1 286 % des superficies ensemencées en soya de 1991 à 2016 [Leblanc, 2010; ISQ, 2016]). Les produits utilisés dans le cadre des cultures intensives peuvent avoir des effets négatifs sur les chauves-souris. Une étude au Royaume-Uni a montré que l'activité des chauves-souris est plus grande dans les cultures biologiques que dans les cultures intensives, ce qui pourrait être expliqué par une plus grande quantité d'insectes, une meilleure qualité de l'eau ou de plus grandes haies brise-vent (Wickramasinghe et coll., 2003).

2.8.9 Contaminants agricoles

Selon Bayat et coll. (2014), les chauves-souris sont exposées directement ou indirectement aux contaminants dans leur environnement, ce qui peut leur causer des problèmes chroniques ou occasionner leur mort. L'exposition aux pesticides organochlorés (ex. DDT, Dieldrine) dans les années 1960 et 1970 a été responsable de nombreuses mortalités directes chez les chauves-souris (Clark, 1988; O'Shea et Johnston, 2009; Bayat et coll., 2014). D'autres contaminants organiques peuvent aussi avoir des effets délétères (ex. biphényles polychlorés, hydrocarbures aromatiques polycycliques, composés contenant du cyanure, néonicotinoïdes). Des résidus de contaminants ont été trouvés notamment chez la chauve-souris nordique et la petite chauve-souris brune (Eidels et

Sparks, 2007; Kannan et coll., 2010). Comme les chauves-souris sont des espèces longévives prédatrices d'arthropodes, elles souffriraient des effets de la bioaccumulation (Bayat et coll., 2014). Les contaminants chimiques s'accumulent dans leurs tissus adipeux et cela peut entraîner une augmentation du taux de mortalité, de même que des effets chroniques importants (ex. altération du vol et de la capacité à s'alimenter, immunodépression, réduction du succès reproducteur, augmentation du métabolisme) (Berny, 2007; Quarles, 2013; Bayat et coll., 2014).

De plus, les contaminants chimiques se transmettent de la mère à son nouveau-né par le lait (Clark et Lamont, 1976; Kunz et coll., 1977). Les effets chroniques des pesticides pourraient, entre autres, rendre les chauves-souris plus susceptibles au SMB (Quarles, 2013). O'Shea et Johnston (2009) estiment que l'effet actuel des contaminants chimiques sur les chauves-souris est probablement sous-estimé, mais qu'il est difficile de faire des liens entre ces substances et le déclin des populations (Bayat et coll., 2014). D'autre part, la réduction des populations d'insectes occasionnée par l'épandage d'insecticides en milieu agricole aurait pour effet d'augmenter l'effort de chasse des chauves-souris, d'où une plus grande dépense énergétique liée à cette activité. Cela pourrait compromettre certains processus biologiques (ex. gestation, hibernation, immunisation) et, ultimement, menacer les populations (Mason et coll., 2013).

2.8.10 Contaminants industriels

Certaines activités industrielles, d'extraction et de production d'énergie libèrent des métaux lourds (ex. cadmium, plomb, mercure) dans l'environnement (EC, 2012). Le mercure a été l'une des substances les plus étudiées pour ses effets sur la faune. Chez les chauves-souris en particulier, il cause des dommages aux systèmes nerveux, excrétoire et reproducteur ainsi que des anomalies génétiques (Wolfe et coll., 1998; Karouna-Renier et coll., 2014; Yates et coll., 2014). Le mercure se transmet de la mère à son petit par le placenta et le lait. L'exposition des chauves-souris au mercure est élevée dans le Nord-Est américain. Parmi les espèces testées, les taux les plus élevés ont été trouvés chez les trois espèces visées par le Plan (Yates et coll., 2014). Des concentrations élevées de mercure ont été trouvées chez la petite chauve-souris brune dans les provinces de l'Atlantique (Little et coll., 2015). Des dommages à l'ADN mitochondrial ont aussi été détectés chez des petites chauves-souris brunes vivant près d'une rivière contaminée au mercure (Karouna-Renier et coll., 2014).

2.8.11 Changements climatiques

Les répercussions des changements climatiques sur les chauves-souris pourraient se faire sentir sur les plans démographique, physiologique et alimentaire. Les aires de répartition des chauves-souris pourraient changer et subir une expansion vers le nord (Wu, 2016; Ancillotto et coll., 2016; Barnhart et Gillan, 2016), à condition que des sites propices à l'hibernation existent (Geluso et coll., 2005). De nouveaux hibernacles n'offrant actuellement pas de conditions idéales pour l'hibernation en étant trop froids pourraient devenir favorables et être colonisés par les chauves-souris.

Dans le nord-est de l'Amérique du Nord, l'effet des changements climatiques sera plus grand en hiver, rendant les espèces qui hibernent particulièrement à risque. Les changements climatiques rendront les hibernacles plus chauds, ce qui peut influencer les mécanismes physiologiques et réduire les taux de survie de la petite chauve-souris brune (Rodenhouse et coll., 2009). Par ailleurs,

ce microclimat relativement sec pourrait limiter le développement du syndrome du museau blanc (Langwig et coll., 2012; Johnson et coll., 2014; Grieneisen et coll., 2015; Hayman et coll., 2016). Les changements climatiques pourraient avoir des effets positifs sur la reproduction des chauves-souris, puisque la proportion de femelles reproductives augmente avec l'élévation de la température moyenne annuelle (Barcley et coll., 2004). Le succès reproducteur pourrait néanmoins décliner dans le cas de périodes de sécheresse durant la saison estivale (Adams, 2010).

Du point de vue de l'alimentation, les chauves-souris sont des prédateurs très généralistes qui capturent un large éventail de proies. L'abondance des arthropodes est positivement corrélée avec une augmentation des températures, particulièrement dans les régions relativement froides (Youngsteadt et coll., 2017). Par contre, le manque de connaissances sur les dynamiques de populations d'arthropodes en fonction de la météorologie et du climat empêche de conclure à un effet bénéfique ou néfaste des changements climatiques sur l'abondance des proies des chauves-souris. Néanmoins, les corrélations entre un climat chaud et un plus grand nombre de proies laissent tout de même présager que les proies seront plus abondantes avec les changements climatiques.

Indirectement, les changements climatiques influeront l'environnement et les ressources utilisées par les chauves-souris à plusieurs niveaux : précipitations et événements extrêmes (Jones et coll., 2009; Rodenhouse et coll., 2009), étendue, dynamique et composition des habitats forestiers (Goldblum et Rigg, 2005; Flannigan et coll., 2009; Ise et Moorcroft, 2010) et conditions et utilisation des gîtes (Sherwin et coll., 2012). Les changements climatiques pourraient aussi favoriser l'apparition de nouvelles infections fongiques chez les mammifères (Garcia-Solache et Casadevall, 2010).

2.8.12 Perception populaire

La perception négative des chauves-souris par le grand public constitue une menace pour leur conservation. Leur nature cryptique, leur mode de vie nocturne, les fausses croyances et la méconnaissance de l'animal et des services écologiques rendus contribuent à former cette perception (Hoffmaster et coll., 2016). La conservation des chauves-souris ne repose pas uniquement sur les ressources qui y sont investies, mais aussi sur l'adhésion de la communauté aux actions mises en œuvre (Stankey et Shindler, 2006; Vincenot et coll., 2015).

L'association entre les chauves-souris et des maladies comme la rage ou l'histoplasmose est une autre cause de perception négative par la population. L'histoplasmose est une maladie infectieuse du poumon chez l'humain causée par l'inhalation des spores d'un champignon (*Histoplasma capsulatum*). Les chauves-souris porteuses éliminent ce micro-organisme dans leur guano, lequel peut persister plusieurs années dans l'environnement. Le soulèvement de poussières contenant les spores peut infecter l'humain. En général, les spores de ce champignon ne survivent pas dans les greniers chauds et secs. Toutefois, le risque de contamination à l'histoplasmose peut survenir lors de travaux de rénovation majeurs où l'accumulation de guano est importante (MSSS, 2016)[10]. Ainsi, bien que les risques de transmission soient réels, ils demeurent faibles (MSSS, 2016).

[10] Pour plus de détails, consulter le site « Chauves-souris aux abris » : https://chauve-souris.ca/pr%C3%A9caution-pour-votre-sant%C3%A9-rage-et-autres-maladies.

Concernant la rage, moins de 1 % des chauves-souris en milieu naturel en seraient porteuses et un seul décès associé aux chauves-souris a eu lieu au Québec depuis plus de 50 ans (Despond et coll., 2002; INSPQ, 2016). Bien que la transmission de la rage soit rare, la gravité de cette maladie mortelle incite les responsables de la santé publique à miser sur l'éducation du public au sujet des risques encourus et des mesures préventives (Deshaies et coll., 2004). En effet, la majorité des cas de rage humaine en Amérique du Nord est associée aux chauves-souris (MSSS, 2016). Une vaccination administrée après l'exposition prévient la maladie lors de certains contacts physiques à risque avec une chauve-souris. Cependant, le meilleur moyen de promouvoir la protection des personnes et la conservation des chauves-souris est d'adopter des comportements sécuritaires, notamment en évitant de les toucher ou de les manipuler.

2.8.13 Autres menaces potentielles

Bien que le SMB soit actuellement la menace la plus préoccupante, la possibilité de l'émergence de nouveaux agents pathogènes chez les populations de chauves-souris du Québec n'est pas à négliger. Partout dans le monde, les chauves-souris peuvent être porteuses d'une multitude d'infections virales et bactériennes (Kuzmin et coll., 2011; O'Shea et coll., 2016). La découverte en 2015 au Wisconsin de 2 000 petites chauves-souris brunes mortes d'une infection pulmonaire sans lien avec le SMB et sans autre explication (USGS, 2015) rappelle la part de facteurs imprévisibles qui peuvent menacer les populations de chauves-souris, notamment les espèces grégaires.

2.9 Mesures de protection

Au Québec, les habitats de chauves-souris sont localisés dans une grande diversité de paysages (urbains, ruraux, agricoles, forestiers, etc.), de tenure privée ou publique, et sur des terres pouvant appartenir à différentes instances (municipales, provinciales, fédérales, communautés autochtones, etc.). La protection de ces habitats dépend donc d'une grande variété d'intervenants et de diverses mesures légales ou administratives.

2.9.1 Mesures légales

La protection légale des espèces fauniques au Québec relève de plusieurs lois et règlements. Selon l'article 10 de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV) (RLRQ, c. E-12.01), le gouvernement du Québec peut par règlement : 1° désigner comme espèce menacée ou vulnérable toute espèce qui le nécessite; et 2° déterminer les caractéristiques ou les conditions servant à désigner les habitats légalement protégés à l'égard de l'espèce. Les caractéristiques de l'habitat de l'espèce menacée ou vulnérable désignée doivent être inscrites dans le Règlement sur les espèces fauniques menacées ou vulnérables et leurs habitats (REFMVH) (RLRQ, c. E-12.01, r. 2). La protection accordée aux habitats fauniques légalement désignés est régie par la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (LCMVF) (RLRQ, c. C-61.1) et le Règlement sur les habitats fauniques (RHF) (RLRQ, c. C-61.1, r. 18). Toute activité susceptible de modifier un élément biologique, physique ou chimique propre à l'habitat de l'espèce visée, sous réserve des exclusions ou des normes prévues dans la LCMVF et le RHF, est interdite sans autorisation. Pour assurer la protection légale de l'habitat des trois espèces de chauves-souris visées par le présent document, il faudrait d'abord que celles-ci soient désignées en vertu de la LEMV et que les

caractéristiques de leur habitat soient définies dans le REFMVH. Ensuite, un plan pour chacun des habitats pourrait être dressé et publié dans la *Gazette officielle du Québec*. Il est à noter que le RHF permet d'assurer la protection de l'habitat d'une espèce faunique menacée ou vulnérable que sur les terres du domaine de l'État.

Par ailleurs, la LCMVF stipule que : « Nul ne peut déranger, détruire ou endommager les œufs, le nid ou la tanière d'un animal » (art. 26). Comme cet article s'applique autant sur les terres publiques que privées, il pourrait empêcher la destruction ou le dérangement de sites d'hibernation (ex. grottes, cavernes, mines désaffectées). En effet, les hibernacles situés dans des mines désaffectées, ne sont pas à l'abri de nouveaux travaux d'exploration ou d'une nouvelle exploitation, comme c'est le cas à l'hibernacle de la mine Lac Rose et à celui de la mine Opémiska dans le Nord-du-Québec (MFFP, données inédites). Cet article pourrait aussi permettre la protection de colonies de maternité. Dans le Nord-du-Québec, il a déjà été utilisé pour empêcher la destruction d'une colonie de maternité établie dans un camp de chasse localisé sur des terres publiques.

La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU) (RLRQ, c. A-19.1) confère quant à elle aux municipalités régionales de comté (MRC) et aux municipalités les pouvoirs relatifs, entre autres, à la planification territoriale (ex. schéma, plan d'urbanisme), qui peuvent prendre en compte les habitats d'espèces en situation précaire. À ce jour, aucun habitat de chauves-souris situé sur des terres privées n'a été protégé grâce à cette loi.

D'autres lois provinciales pourraient être invoquées pour protéger l'habitat sur des terres privées, notamment la Loi sur la conservation du patrimoine naturel (LCPN) (RLRQ, c. C-61.01) qui permet de mettre des terres en réserve. Cette loi confère au ministre du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) le pouvoir de créer diverses aires protégées — par expropriation, acquisition ou autrement —, notamment les réserves écologiques qui visent, entre autres, les habitats des espèces menacées ou vulnérables. Jusqu'à présent, les possibilités de protection d'habitat d'une espèce menacée ou vulnérable par l'entremise de cette loi ont été très peu utilisées. La LCPN comporte aussi des dispositions qui permettent au ministre du MELCC de désigner un milieu naturel qui se distingue par une caractéristique biophysique rare et d'intérêt exceptionnel et d'en dresser un plan (art. 13), ou de soumettre à son autorisation une intervention projetée pouvant sévèrement dégrader ce milieu naturel (art. 19). Ces dispositions ont été peu utilisées jusqu'à maintenant pour la protection des chauves-souris au Québec. Néanmoins, certains habitats estivaux et habitats de transit (automnal et printanier) bénéficient d'une certaine protection du fait qu'ils sont localisés sur le territoire d'une aire protégée (ex. parcs nationaux du Québec, refuges fauniques, réserves naturelles, réserves écologiques, parcs nationaux du Canada, réserves nationales de faune). Un hibernacle a aussi été protégé par l'établissement d'une aire protégée en 2002. En effet, la réserve écologique de la Mine-aux-Pipistrelles a été établie, en milieu souterrain, sur le site de la mine désaffectée Van-Reet (Estrie) qui abritait à ce moment les cinq espèces de chauves-souris résidentes du Québec.

Une étude d'impact sur l'environnement réalisée en vertu de l'article 31.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) (RLRQ, c. Q-2) doit comprendre, notamment, la description des composantes du milieu biophysique compris dans la zone d'étude du projet. Selon les directives pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement (MDDELCC, 2017), les espèces fauniques et floristiques et leurs habitats (cycles annuels et habitudes migratoires), en particulier les espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, les espèces exotiques

envahissantes et les espèces qui revêtent une importance spécifique sur le plan social, économique, culturel ou scientifique doivent être prises en considération lors de l'analyse d'un projet. De plus, dans le contexte d'un projet de parc éolien, il est précisé qu'une attention particulière doit être portée à l'utilisation de la zone d'étude par les oiseaux nicheurs, les oiseaux migrateurs, en fonction des saisons, les oiseaux de proie et les chauves-souris (MDDELCC, 2016).

À l'échelle fédérale, la LEP vient compléter et soutenir les autres lois (provinciales et fédérales) en matière de protection des espèces en péril et de leurs habitats. Elle comporte plusieurs dispositions qui permettent de protéger les individus, la résidence et l'habitat (y compris l'habitat essentiel) des espèces inscrites à l'annexe 1. Ces dispositions incluent des interdictions générales et la possibilité de prendre des arrêtés ministériels (art. 58), des décrets (art. 61 et 80) et des règlements (art. 59). L'application de ces différentes dispositions varie en fonction du type d'espèce (ex. espèces aquatiques ou terrestres), leur statut et la tenure des terres. La petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est sont inscrites comme « espèces en voie de disparition » depuis novembre 2014 dans la LEP. Ainsi, sur le territoire fédéral, il est interdit de tuer, de harceler, de capturer, de prendre, de posséder, de collectionner, d'acheter, de vendre, d'échanger ou de nuire à un individu de ces espèces (art. 32), et d'endommager ou de détruire leurs résidences (art. 33). La LEP prévoit également la possibilité de mettre en place d'autres mécanismes permettant de favoriser la conservation et le rétablissement des espèces en péril, notamment des accords de conservation (art. 11), l'élaboration de codes de pratique (art. 56) et l'acquisition de terres (art. 64).

2.9.2 Mesures administratives

Il existe plusieurs situations au Québec où la protection des espèces menacées ou vulnérables est prise en compte par des mesures administratives découlant de l'application des lois, telles que la LEMV, la LCMVF et la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (LADTF) (RLRQ, c. A-18.1). Par exemple, les activités d'aménagement forestier, éolien, immobilier et minier, généralement pratiquées sur les terres (provinciales) du domaine de l'État peuvent être soumises à des mesures de protection. Bien que la priorité soit cependant donnée aux espèces ayant un statut officiel en vertu de la LEMV et que les chauves-souris résidentes ne sont actuellement pas désignées menacées ou vulnérables au Québec, l'application de mesures administratives pourrait contribuer significativement à la conservation de ces espèces et de leurs habitats.

2.9.2.1 Mesures de protection en foresterie

Stratégie d'aménagement durable des forêts

La Stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF) est à la base de toutes les politiques et actions liées à l'aménagement durable des forêts du MFFP (MFFP, 2015b). L'orientation 2 de la SADF consiste à maintenir des habitats de qualité pour les espèces nécessitant une attention particulière et pour celles qui sont sensibles à l'aménagement forestier. L'un des objectifs est de tenir compte des exigences particulières de certaines espèces au moment de la planification et de la pratique des activités d'aménagement forestier. L'aménagement et la protection de sites fauniques d'intérêt et d'habitats d'espèces menacées ou vulnérables en constituent des exemples.

Aménagement écosystémique

L'aménagement écosystémique qui consiste à assurer le maintien de la biodiversité et la viabilité des écosystèmes, en diminuant les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle, est le moyen privilégié par le gouvernement du Québec pour assurer l'aménagement durable de ses forêts. La protection des espèces menacées ou vulnérables de flore, de faune et de leurs habitats est considérée comme un enjeu écologique par le MFFP et devient, de ce fait, un incontournable dans la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique (MFFP, 2015c). De plus, les actions pour répondre à d'autres enjeux identifiés par le MFFP, comme ceux liés aux attributs de structure interne des peuplements et au bois mort, peuvent indirectement contribuer à la préservation des habitats pour la faune.

Entente administrative concernant la protection des espèces menacées ou vulnérables de faune et de flore et d'autres éléments de biodiversité dans le territoire forestier du Québec

Cette entente a été mise en place en 1996 par le MFFP et le MELCC pour la sauvegarde des espèces menacées ou vulnérables sur le territoire forestier du Québec. La protection des espèces menacées ou vulnérables fait partie des processus associés à l'aménagement forestier. Elle compte parmi les exigences des certifications forestières. Au Québec, certaines espèces menacées ou vulnérables vivant dans les forêts du domaine de l'État sont protégées en vertu de cette entente administrative. Cette dernière permet d'établir les mesures de protection et les mécanismes requis pour les mettre en œuvre. Les sites d'espèces menacées ou vulnérables du milieu forestier sont intégrés dans la planification forestière et les mesures de protection établies doivent être respectées lors de la réalisation des travaux d'aménagement forestier. Actuellement, aucune espèce de chauve-souris ne fait l'objet de mesures de protection en vertu de cette entente.

Sites fauniques d'intérêt

En 2008, le MFFP s'est doté d'une orientation ministérielle visant à assurer la protection de certains sites d'intérêt particulier pour la faune qui ne bénéficient actuellement pas de protection découlant des diverses dispositions de la législation québécoise. Pour ce faire, les directions régionales de la gestion de la faune et de la gestion des forêts ont la responsabilité de répertorier des « sites fauniques d'intérêt » (SFI), soit un « lieu circonscrit, constitué d'un ou plusieurs éléments biologiques et physiques propices au maintien ou au développement d'une population ou d'une communauté faunique, dont la valeur biologique ou sociale le rend remarquable dans un contexte local ou régional » (MRNF, 2008). Par la suite, les directions régionales déterminent les attributs à protéger et les modalités à mettre en place pour assurer leur protection. Les modalités de protection des SFI peuvent varier d'une région à l'autre. Actuellement, une seule direction régionale, soit la Direction de la gestion de la faune de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, a identifié un SFI en lien avec à un hibernacle de chauves-souris, et a déterminé des modalités de protection particulières afin d'éliminer les risques de dérangement durant la période d'accouplement automnale (Dorais, 2014).

2.9.2.2 Mesures de protection par rapport aux éoliennes

Une étude d'impact sur l'environnement est requise dans le cadre d'un projet d'implantation d'éoliennes dont la puissance nominale totale est supérieure à 10 MW (Règlement sur l'évaluation

et l'examen des impacts sur l'environnement, RLRQ, c. Q -2, r. 23), en vertu de la LQE. Selon la directive du MELCC (MDDELCC, 2016) pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de parc éolien, le promoteur est tenu d'effectuer un suivi environnemental, lequel inclut un inventaire acoustique des chauves-souris en phase de préinstallation (MRNF, 2008) et un suivi des mortalités par des inventaires de carcasses pendant trois ans après la mise en service d'un parc éolien (puis tous les 10 ans par la suite; MRNF, 2008; MDDEFP, 2013). Dans les deux cas, les protocoles décrivent les procédures à suivre pour réaliser les suivis et précisent les périodes propices pour recenser les chauves-souris. De plus, le protocole de suivi des mortalités du MDDEFP (2013) spécifie qu'en regard des résultats obtenus les autorités pourront formuler des demandes précises ayant pour but de recueillir des données complémentaires, de mettre en place des mesures d'atténuation ou d'assurer un suivi de l'efficacité de ces mesures sur les oiseaux et les chiroptères.

2.9.2.3 Mesures de protection par rapport aux mines

L'exploitation minière est soumise à l'application de la LQE. L'établissement d'une mine est assujetti, selon les cas, à l'obtention d'une autorisation ou à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Lors de l'analyse des projets, les hibernacles de chauves-souris ne sont actuellement pas considérés. De plus, il n'existe aucune procédure qui permette de conserver l'accès pour les chauves-souris à des sites pouvant servir d'hibernacles, lorsque les activités minières sont terminées.

L'exploration minière est également soumise à l'application de l'article 22 de la LQE, à l'exception de certains travaux de jalonnement, de levés ou de forages exploratoires. Ainsi, bien que des mesures de protection des sites d'hibernation de chauves-souris soient en place afin d'aménager les mines désaffectées, celles-ci ne garantissent pas la pérennité des sites. En effet, des forages exploratoires peuvent avoir lieu dans les mines désaffectées aménagées et être dommageables pour les habitats d'hibernation et de reproduction des chauves-souris.

2.9.2.4 Encadrement des inventaires

La capture et la manipulation de chauves-souris à des fins scientifiques, éducatives ou de gestion de la faune sont soumises à l'octroi d'un permis scientifique, éducatif ou de gestion (SEG) et d'un certificat de bons soins aux animaux (CBSA) délivré par un comité de protection des animaux (CPA). Les activités d'aménagement nécessitant une étude d'impact sur l'environnement ou une demande de certificat d'autorisation peuvent inclure, selon le cas, l'étude des chauves-souris et de leurs habitats dans le cadre d'inventaires fauniques. Outre la prise en compte du protocole d'inventaires acoustiques de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec (MRNF, 2008), il n'y a présentement aucun protocole d'inventaire standardisé encadrant les autres activités d'aménagement. Actuellement, il est pratique courante d'utiliser le protocole destiné aux projets d'implantation d'éoliennes pour les études d'impact sur l'environnement ou les demandes de certificat d'autorisation exigées pour les activités d'aménagement forestier, immobilier et minier.

2.10 Importance particulière

La valeur écologique et économique des chauves-souris n'a pas été formellement documentée ou quantifiée au Québec. Il est par contre évident qu'elles contribuent à certains processus écologiques qui peuvent se traduire en services écosystémiques. Étant strictement insectivores, les chauves-souris du Québec consomment une grande variété et quantité d'arthropodes (voir section 2.4.6 Alimentation). Des études ont montré que certaines des proies des *Myotis* spp. et de la pipistrelle de l'Est sont des ravageurs forestiers ou agricoles (Clare et coll., 2009; Clare et coll., 2014a; Kunz et coll., 2011). La valeur estimée des chauves-souris pour l'agriculture américaine sur l'ensemble de son territoire varie de 3,7 à 53,0 milliards de dollars par année (Boyles et coll., 2011). L'effet réel des chauves-souris sur les insectes nuisibles reste toutefois à être évalué au Québec.

Les excrétions de chauves-souris constituent parfois le principal apport exogène de matières organiques dans les écosystèmes souterrains. Cet apport, dont dépend la survie de nombreuses espèces cavernicoles (ex. arthropodes détritivores) est indispensable au maintien de ces écosystèmes (Bernath et Kunz, 1981; Webster et Whitaker, 2005; Fenolio et coll., 2006).

Les colonies de chauves-souris peuvent également devenir un attrait touristique, comme au Domaine Joly-De Lotbinière près de Québec. Combiner la visite des lieux avec des activités d'interprétation permet d'éduquer et de sensibiliser la population à la conservation des chauves-souris et de la biodiversité. Plusieurs organisations au Québec (ex. Biodôme de Montréal, Zoo de Granby, Sépaq, Parc de la caverne du Trou de la Fée et Groupe Chiroptères du Québec) font un important travail d'éducation sur l'importance de la conservation des chauves-souris.

3 STRATÉGIE DE RÉTABLISSEMENT

La stratégie de rétablissement des trois espèces de chauves-souris résidentes du Québec visées par le présent document repose essentiellement sur un but et des objectifs, dont l'atteinte sera évaluée par des indicateurs de réalisation lors du suivi du Plan.

3.1 Potentiel de rétablissement

L'état actuel des connaissances démontre que les trois espèces de chauves-souris visées par le Plan sont toujours établies au Québec et que des habitats convenables sont encore disponibles. Il n'est pas impensable que la situation quant au SMB, aussi dévastatrice soit-elle, puisse éventuellement se stabiliser et même s'améliorer. Aussi, il est possible d'atténuer l'effet nuisible des autres menaces qui pèsent sur les populations de chauves-souris cavernicoles et résidentes du Québec. Ainsi, bien que difficile, le potentiel de rétablissement de ces espèces est jugé réel par l'Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec.

Si plusieurs menaces pesant sur ces chauves-souris peuvent être éliminées, réduites ou atténuées, il demeure incertain pour l'instant que les impacts du SMB puissent être freinés adéquatement par un contrôle de l'agent pathogène ou par la persistance d'individus résistants. Le SMB demeure donc le plus grand défi au rétablissement de ces espèces, bien qu'il soit envisageable que leur situation puisse s'améliorer dans l'avenir. Une récente étude a démontré que le microbiome des petites chauves-souris brunes du Québec subissant le SMB depuis plusieurs années était différent de celui des populations du Manitoba, n'ayant jamais été en contact avec le SMB, et laisse entrevoir un espoir pour le rétablissement. En effet, les microorganismes vivant sur la peau des individus ayant survécus au SMB seraient enrichis par des bactéries ayant des capacités antifongiques, dont entre autres les genres *Rhodococcus* et *Pseudomonas*, connus pour réduire la croissance de *P. destructans* (Lemieux-Labonté et coll., 2017). Également, la résistance des chauves-souris européennes à *P. destructans*, d'où le champignon provient, fournit d'autres signes encourageants qui démontrent la possibilité que les impacts puissent se stabiliser dans le temps (Leopardi et coll., 2015). Ainsi, malgré les effets dévastateurs du SMB sur les populations de chauves-souris cavernicoles et résidentes du Québec durant la dernière décennie, il demeure essentiel de réduire l'ampleur des autres menaces qui pèsent sur ces espèces afin de favoriser la survie et la reproduction des individus ayant résisté et ainsi éviter l'extinction (Frick et coll., 2010a). Lorsque les déclins des populations associés au SMB seront stabilisés, il sera impératif d'avoir agi sur ces menaces afin de soutenir ces populations et leur permettre d'accroître leur effectif.

Bien qu'il soit actuellement impensable de maîtriser la propagation du SMB et de réduire ou d'éliminer ses effets sur les chauves-souris, les mesures proposées dans le plan d'action ont pour but de réduire l'impact des autres menaces, espérant ainsi renverser la tendance et permettre le rétablissement de ces espèces au Québec. La réalisation des actions de rétablissement s'avère essentielle afin d'assurer la pérennité de ces trois espèces de chauves-souris.

3.2 Faisabilité du rétablissement

Dans l'état actuel des connaissances, l'Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec considère que le maintien à long terme de la petite chauve-souris brune, de la chauve-souris nordique et de la pipistrelle de l'Est, ainsi que la conservation durable de leurs principaux habitats, est possible et souhaitable.

Dans le contexte actuel, le SMB représente la plus grande menace au rétablissement des chauves-souris cavernicoles et résidentes du Québec. De surcroît, certains facteurs limitants intrinsèques aux chauves-souris cavernicoles font que ces espèces sont particulièrement vulnérables aux effets d'une infection telle que le SMB, en raison de leur faible taux de reproduction et de leur longévité. Cependant, plusieurs projets de recherche qui se font actuellement à propos du SMB permettent d'espérer une certaine amélioration de la situation dans l'avenir.

S'il est difficile de statuer quand et dans quelle mesure seront réduits les impacts négatifs du SMB au sein des populations de chauves-souris du Québec, il est néanmoins possible d'agir dès maintenant sur les nombreuses autres menaces qui retardent le rétablissement de ces espèces. Ainsi, il est envisageable d'influer sur les conséquences négatives engendrées par le dérangement des individus, le vandalisme, la persécution, l'exclusion et l'extermination, ainsi que par la foresterie, le développement résidentiel et commercial, l'activité minière, la production d'énergie, l'agriculture, les contaminants agricoles et industriels, ainsi que les changements climatiques. La faisabilité du rétablissement de ces espèces repose également sur l'efficacité des actions proposées qui visent la sensibilisation et l'éducation des citoyens, tout comme celles qui visent à contrer la perte et la dégradation des habitats et des gîtes. De plus, comme les densités et les tendances des populations de chauves-souris ne sont que très peu connues, outre la constatation d'un important et récent déclin, la poursuite et l'augmentation du suivi des populations sont des éléments essentiels à la faisabilité du rétablissement, qui se décline en plusieurs actions de la stratégie de rétablissement.

L'Équipe est donc d'avis que les mesures proposées dans ce plan d'action favoriseront non seulement le maintien de la population de chauves-souris cavernicoles et résidentes du Québec, mais qu'elles contribueront également à une hausse de l'effectif.

3.3 But

Le but à long terme du Plan de rétablissement des chauves-souris résidentes du Québec est d'assurer des conditions qui permettront le rétablissement de populations autosuffisantes, écologiquement fonctionnelles et largement réparties dans l'aire de répartition actuelle de ces espèces au Québec.

Les conditions requises pour obtenir et maintenir de telles populations sont peu connues. Il est donc difficile de préciser davantage le but du rétablissement ou les objectifs en ce qui concerne les populations et la répartition des espèces.

3.4 Objectifs

L'Équipe de rétablissement a élaboré quatre objectifs pour la période 2019-2029 afin d'atteindre sa cible d'assurer des conditions qui permettront le rétablissement des populations de chauves-souris du Québec.

Objectif 1 : Sensibiliser les citoyens à la situation des chauves-souris résidentes du Québec et travailler en partenariat pour favoriser le passage à l'action des intervenants

Le premier objectif du Plan vise à faire connaître l'état de la situation des chauves-souris afin d'obtenir le soutien du public et l'appui des intervenants dans la mise en œuvre des actions proposées.

La sensibilisation du public et de l'ensemble des intervenants au déclin des chauves-souris et à leur importance écologique est la première étape à réaliser pour développer un engagement favorisant leur conservation. Ce volet est d'autant plus important que les chauves-souris sont peu connues, mal-aimées et victimes de plusieurs mythes. La diffusion d'information adéquate sur les chiroptères est essentielle pour favoriser une prise de conscience collective des différents enjeux et de modifier certains comportements. Il est primordial de travailler en partenariat afin d'encourager un travail collaboratif pouvant faciliter la réalisation des actions en fonction de diverses compétences.

Objectif 2 : Suivre l'évolution des populations de chauves-souris résidentes du Québec dans le contexte du syndrome du museau blanc

Le deuxième objectif du Plan vise à suivre et à quantifier les tendances de populations des trois espèces de chauves-souris à l'échelle régionale et provinciale dans le contexte du SMB.

Depuis près de 20 ans, plusieurs inventaires de chauves-souris ont été réalisés sur l'ensemble du territoire québécois pour documenter les changements populationnels — inventaires acoustiques, suivis des hibernacles en période hivernale et décomptes au sein des colonies de maternité estivales. L'arrivée du SMB au Québec et sa progression rapide sur le territoire ont conduit les trois espèces de chauves-souris à un important déclin. La poursuite des inventaires est essentielle afin de documenter les changements dans l'abondance annuelle et de quantifier les tendances populationnelles des chauves-souris. Par ailleurs, il importe d'assurer le suivi du SMB pour connaître sa progression spatiale. Les résultats d'inventaires et le suivi du SMB permettront de déployer les actions de rétablissement et de mesurer l'efficacité de certaines mesures de même que l'atteinte des objectifs du Plan.

Objectif 3 : Développer, appliquer et évaluer des mesures de protection ou d'atténuation pour favoriser le rétablissement des populations de chauves-souris résidentes du Québec

Le troisième objectif du Plan vise à améliorer la protection des chauves-souris par des mesures permettant de diminuer la mortalité ou d'atténuer le dérangement des individus et de protéger les habitats d'importance.

En plus d'être massivement décimées par le SMB, les chauves-souris subissent des torts immédiats liés à plusieurs menaces : dérangement, dégradation ou destruction d'habitats (estivaux et hivernaux), développement éolien, pollution, etc. L'élaboration et l'application de mesures de protection ou d'atténuation, tels des outils légaux, des lignes directrices, des pratiques de gestion, des protocoles standardisés, des ententes de gestion, sont essentielles au rétablissement des chauves-souris résidentes du Québec. Le suivi et l'évaluation de ces mesures de protection seront nécessaires pour mesurer l'atteinte des objectifs du Plan.

Objectif 4 : Poursuivre la réalisation de travaux d'acquisition de connaissances sur les chauves-souris résidentes du Québec et sur les facteurs susceptibles de favoriser leur maintien et leur rétablissement

Le quatrième objectif du Plan vise à améliorer l'acquisition des connaissances des trois espèces de chauves-souris afin de développer des mesures de rétablissement appropriées.

Il est important d'acquérir plus d'information concernant notamment la répartition spatiale, les densités et les tendances populationnelles, la sélection des gîtes (estivaux et hivernaux) et les habitats d'alimentation. Compte tenu des déclins massifs causés par le SMB chez la petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est, il est essentiel de mieux documenter la dynamique des populations ainsi que l'impact du SMB et des autres menaces sur les populations. Une meilleure connaissance de la biologie et du comportement permettra de mieux mesurer les conséquences écologiques de leur déclin dans les écosystèmes et d'en évaluer la valeur socioéconomique afin de mieux orienter la mise en œuvre des actions de rétablissement.

4 PLAN D'ACTION

L'Équipe s'est basée sur l'état actuel des connaissances des chauves-souris cavernicoles du Québec pour identifier les secteurs prioritaires d'action dans le but de réduire l'impact des menaces, de renverser la tendance et de permettre le rétablissement de ces espèces au Québec.

Les objectifs proposés dans l'actuel Plan de rétablissement visent, dans un premier temps, à réaliser différentes activités de communication pour améliorer la perception du public et favoriser les collaborations. Ils visent également à évaluer et à suivre l'état des populations, à développer diverses mesures de protection et d'atténuation et à réaliser des travaux d'acquisition de connaissances.

Afin d'atteindre les objectifs établis dans la stratégie de rétablissement, l'Équipe a ciblé 35 actions regroupées sous 13 mesures qui devront être réalisées sur 10 ans (2019-2029). Parmi les actions définies, plusieurs ont déjà été amorcées par différents organismes, notamment dans le cadre de suivis de population ou de travaux de recherche. L'Équipe juge que ces actions doivent être maintenues dans le cadre de l'actuel Plan, car elles sont nécessaires à l'atteinte des objectifs de rétablissement.

Les mesures et les actions sont présentées sous forme de tableau. Pour chaque action, une description vient préciser le contexte dans lequel elle s'inscrit et les moyens pour parvenir à sa réalisation. Les indicateurs de réalisation sont également mentionnés. Un ordre de priorité est accordé à chaque action en fonction de son degré de nécessité. Le niveau de priorité 1 est pour une action jugée essentielle à l'atteinte des objectifs. Sans la réalisation de celle-ci, l'atteinte des objectifs du Plan de rétablissement est compromise. Un niveau de priorité 2 est attribué à une action jugée importante permettant d'accélérer l'atteinte des objectifs du Plan de rétablissement. Enfin, le niveau de priorité 3 vise les actions qui permettent d'assurer une atteinte complète des objectifs. Le niveau de priorité pourrait être revu selon la transformation du contexte dans lequel évoluent ces espèces de chauves-souris. On y inscrit également les organismes responsables de la mise en œuvre des mesures et qui y contribuent. Plus précisément, dans la colonne « Responsables et contributeurs », le nom inscrit en caractère gras désigne l'organisme que nous reconnaissons comme étant responsable de la coordination de cette mesure. Il ne s'agit pas nécessairement de l'organisme qui doit la réaliser, mais de celui qui verra à assurer sa réalisation. Il lui revient donc d'associer les autres partenaires concernés. Les noms des organismes contributeurs, inscrits en caractères normaux, sont présentés à titre indicatif et non exclusif. Il est important de souligner que les organismes identifiés n'ont pas tous été consultés quant à leur responsabilité relative à ces mesures et que leur accord sera sollicité le moment venu.

Le plan d'action pourra être mis à jour par l'Équipe, en fonction de l'évolution des populations de chauves-souris et de l'impact des menaces, de l'avancement des connaissances et de la priorité des actions.

4.1 Mesures visant à sensibiliser les citoyens à la situation des chauves-souris résidentes du Québec et à travailler en partenariat pour favoriser le passage à l'action des intervenants (Objectif 1)

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs[11]
1	Éduquer les groupes cibles à la situation des chauves-souris résidentes du Québec et favoriser le passage à l'action.	a) Développer et mettre en œuvre des stratégies et des outils de communication par rapport aux comportements à promouvoir et à la conformité aux lois et aux règlements.	Le développement et la mise en œuvre des stratégies et des outils de communication visent à promouvoir des comportements favorables à la conservation des chauves-souris et de leur habitat chez différents groupes cibles[12] dans une démarche de marketing social (ex. protocoles de décontamination, lignes directrices, pratiques de gestion bénéfiques). Il est aussi important de communiquer activement, à différents groupes cibles, les obligations légales concernant les chauves-souris et leur habitat afin d'éliminer, de réduire ou d'atténuer les menaces.	1	Production d'une stratégie de marketing social pour au moins un groupe cible Production d'au moins trois outils de communication destinés à divers groupes cibles Participation à un événement de sensibilisation avec un groupe cible Production d'un outil de sensibilisation sur la conformité aux lois, aux règlements, aux politiques et aux pratiques de gestion	– **Équipe de rétablissement** – **MFFP** – ECCC – ONG – Communautés autochtones – RCSF –Sépaq – SQS
		b) Encourager et soutenir la participation volontaire citoyenne dans différents suivis.	La participation volontaire citoyenne permet d'impliquer les gens dans la conservation des chauves-souris tout en les éduquant. Faciliter et promouvoir la participation des citoyens du Québec au suivi des chauves-souris est nécessaire, notamment par les suivis des colonies de maternité, des dortoirs et de la surveillance du SMB. L'utilisation du site « Chauves-souris aux abris » pour réaliser certains suivis, et sa bonification ou son amélioration, selon les besoins, sont des moyens simples et efficaces pour soutenir la participation citoyenne.	1	De 2019 à 2029, production d'au moins huit outils de communication pour faire connaître les outils de suivis au public Développement et mise en place sur le site Web « Chauves-souris aux abris » d'un suivi volontaire additionnel (ex. dortoirs et observations) Mise à jour annuelle du site « Chauves-souris aux abris »	– **Équipe de rétablissement** – MFFP – ONG – Communautés autochtones – CSBQ – RCSF – Sépaq

[11] Cette liste ne doit pas être considérée comme exhaustive et ce ne sont pas tous les organismes qui ont été consultés.

[12] Certains exemples de groupes cibles sont les propriétaires fonciers, les biologistes, les spéléologues ainsi que les gestionnaires des secteurs forestier, minier, agricole, municipal et éolien.

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs[11]
2	Sensibiliser la population québécoise à la situation des chauves-souris résidentes du Québec.	a) Créer et mettre en œuvre des outils de sensibilisation.	Les craintes non fondées et les mauvaises conceptions d'une partie de la population à l'égard des chauves-souris freinent les efforts de conservation. Ainsi, la modification des perceptions du public quant aux chauves-souris et la mise en avant de leurs rôles écologiques pour les écosystèmes sont essentielles. Plusieurs outils peuvent être utilisés ou adaptés pour sensibiliser la population : entrevues dans les médias, trousse de sensibilisation pour les écoles et publication de fiches éducatives sur les chauves-souris.	2	Production, mise à jour ou adaptation d'au moins trois outils de sensibilisation	– **Équipe de rétablissement** – MFFP – ONG – Communautés autochtones – RCSF – Sépaq – MSSS – ECCC – MAPAQ
		b) Évaluer la perception du public envers les chauves-souris et l'effet des outils de sensibilisation sur cette perception.	Afin d'évaluer les changements de perception découlant de l'utilisation d'un outil de sensibilisation, des sondages standardisés doivent être créés. Ceux-ci doivent être effectués avant et après l'utilisation d'un outil de sensibilisation afin de déterminer leur performance.	2	Réalisation d'un sondage sur les perceptions du public quant aux chauves-souris Sondage avant et après deux activités de sensibilisation Analyse des résultats d'un sondage	– **Équipe de rétablissement** – MFFP – ONG – RCSF – Sépaq
3	Travailler en partenariat avec les principaux intervenants clés pour la conservation des chauves-souris.	a) Créer des partenariats avec les différents intervenants clés à l'échelle du Québec.	Plusieurs intervenants clés peuvent avoir une influence sur la conservation des chauves-souris. En favorisant la communication et les collaborations avec les principaux intervenants clés[13], il est possible d'éliminer, de réduire ou d'atténuer les menaces qui pèsent sur les chauves-souris et leurs habitats.	2	Ententes de partage de données ou de collaboration avec au moins quatre intervenants clés	– **Équipe de rétablissement** – MFFP – ECCC – ONG – Communautés autochtones – RCSF – Sépaq

[13] Parmi les principaux intervenants, notons les gouvernements, les parcs nationaux, les biologistes régionaux, les ONG, les firmes d'experts-conseils, les communautés autochtones, les propriétaires fonciers, les spéléologues ainsi que les gestionnaires des secteurs forestier, minier, agricole, municipal et éolien.

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs[11]
						– Universités – Experts-conseils – SQS
		b) Favoriser le partage de données entre les intervenants qui réalisent des inventaires sur les chauves-souris	De nombreuses données sur les chauves-souris sont collectées par différents intervenants lors des inventaires. Celles-ci sont essentielles pour l'amélioration des connaissances et la conservation des chauves-souris. Afin d'en obtenir un plus grand nombre, l'élaboration des ententes de partage de données avec les intervenants participant à différents projets d'acquisition de connaissances sur les chauves-souris et leurs habitats doit être réalisée. Ces données sont très utiles au rétablissement des chauves-souris. De plus, le partage des données, par exemple par l'entremise d'un mécanisme de transfert d'information, qui serait colligées dans différentes banques de données, ex. par le CDPNQ ou la banque de données de « Chauves-souris aux abris », doit être encouragé. Finalement, la promotion de l'importance du transfert des données aux industries qui commandent des inventaires doit être accrue afin que celles-ci participent plus activement à l'acquisition de connaissances.	2	Production d'un document informatif sur la valeur des données Développement d'au moins une entente de partage de données avec un organisme De 2019 à 2029, ajout d'au moins huit nouveaux contributeurs qui transmettent des données au CDPNQ et à la banque de données de « Chauves-souris aux abris »	– **MFFP** – **ECCC** – **ONG** – **S**épaq – Experts-conseils – Universités

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs[11]
		c) Promouvoir la coopération et la collaboration à l'échelle canadienne et internationale.	La participation aux échanges et au transfert de connaissances sur les chauves-souris et la progression du SMB avec différents groupes nord-américains, ex. le North American Bat Conservation Alliance, le Réseau canadien de la santé de la faune et le North American Bat Monitoring Program (NABat), est un moyen d'accroître les connaissances sur les différentes espèces et ainsi favoriser leur conservation.	3	De 2019 à 2029, participation à cinq conférences par un membre de l'Équipe ou désigné par l'Équipe De 2019 à 2029, collaboration d'un membre de l'Équipe ou désigné par l'Équipe à au moins 6 reprises avec des groupes de travail pancanadiens et internationaux.	– **MFFP** – ECCC – NABat – RCSF – ONG – Universités

4.2 Mesures visant à suivre l'évolution des populations de chauves-souris résidentes du Québec dans le contexte du syndrome du museau blanc (Objectif 2)

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
4	Suivre l'état des populations de chauves-souris résidentes du Québec.	a) Réaliser et analyser des inventaires acoustiques dans le cadre du Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris (réseau Chirops).	Depuis plusieurs années, le Réseau Chirops effectue des inventaires acoustiques dans la province. En poursuivant ceux-ci et en analysant les résultats obtenus, il est possible d'estimer le déclin des populations de chauves-souris et les variations interspécifiques avant et après l'arrivée du SMB, et ce, dans toutes les régions participantes du Québec.	1	Réalisation des inventaires (réseau Chirops) annuels Publication d'au moins un rapport ou article utilisant les données du réseau	– **MFFP** – Experts-conseils – ONG – Citoyens – Universités
		b) Réaliser des inventaires de population dans les hibernacles.	Le suivi des hibernacles connus et accessibles dans plusieurs régions du Québec permet d'effectuer un décompte des chauves-souris. Par la suite, il est aussi possible d'analyser les décomptes de l'effectif afin de déterminer l'abondance annuelle des chauves-souris et de quantifier les tendances des populations à la suite de l'arrivée du SMB à un site donné. Bien qu'il soit essentiel, le suivi des hibernacles peut entraîner un certain dérangement pour les chauves-souris. Le développement de nouvelles façons d'inventorier les hibernacles peut minimiser le dérangement et permettre l'accès à certains sites non sécurisés.	1	Suivi bisannuel d'au moins cinq des hibernacles connus et accessibles Publication d'au moins un rapport ou article scientifique utilisant les données de suivis d'hibernacle Expérimentation d'une méthode d'inventaire alternative	– **MFFP** – **ONG** – Spéléologues

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
		c) Réaliser des inventaires de populations au sein des colonies de maternité en saison estivale.	Le réseau « Chauve-souris aux abris » permet à tous d'enregistrer une colonie de maternité directement sur le site Web. La poursuite des activités de ce réseau permet d'assurer l'ajout de nouvelles colonies de chauves-souris. Par une coordination adéquate, le réseau peut être utilisé pour la réalisation annuelle d'un certain nombre de décomptes dans différentes régions du Québec. Les données collectées lors des décomptes peuvent ensuite être analysées.	1	Mise à jour annuelle des mentions de colonies de maternité sur le site « Chauve-souris aux abris » Réalisation d'au moins 25 décomptes de colonies de maternités annuellement Production d'au moins un rapport utilisant les données de décomptes de colonies de maternité	– **MFFP** – ONG – Communautés autochtones – Sépaq – Universités – Citoyens – CSBQ
		d) Réaliser des inventaires acoustiques.	La réalisation d'inventaires acoustiques de chauves-souris est un outil essentiel pour l'acquisition de connaissances. Afin que les données collectées par les différents intervenants soient comparables, un protocole normalisé d'inventaires acoustiques doit être développé. En effectuant des inventaires acoustiques normalisés à l'échelle de l'aire de répartition, ex. dans le cadre du processus d'évaluation environnementale, pour l'acquisition de connaissances dans les aires protégées ou pour le suivi du SMB, il sera possible de suivre l'évolution des populations de chauves-souris au Québec. De même, l'amélioration de la méthode d'identification acoustique peut bonifier l'efficacité des inventaires.	1	Production d'un protocole normalisé d'inventaires acoustiques Effectuer au moins 10 inventaires acoustiques normalisés Publication d'au moins un article scientifique ou rapport utilisant les données d'inventaires acoustiques	– **MFFP** – ONG – ECCC – Communautés autochtones – Sépaq – Universités

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
		e) Améliorer le suivi de l'état des populations.	La densité et l'abondance réelle des différentes espèces de chauves-souris demeurent incertaines au Canada et au Québec, que ce soit avant ou après l'arrivée du SMB. Il est donc important d'améliorer les estimations de taille des populations de chauves-souris ainsi que de quantifier les tendances de population de chauves-souris résidentes à l'échelle régionale et provinciale.	2	Production d'un document qui fait état des estimations de tailles des populations et leurs tendances	– **MFFP** – ECCC – ONG – Universités
5	Suivre la progression spatiale et temporelle du SMB à travers le Québec.	a) Délimiter la présence du SMB dans les différentes régions.	Plusieurs méthodes peuvent permettre de délimiter la présence du SMB à l'échelle du Québec, entre autres, la récolte des spécimens de chauves-souris mortes ou d'autres échantillons permettant d'évaluer la présence du champignon, la vérification de la présence du champignon lors de l'inspection d'hibernacle ainsi que la compilation des observations de chauves-souris volant en plein jour durant l'hiver ou au printemps (c.-à-d. signe précurseur de l'arrivée du SMB) sur le site «Chauves-souris aux abris ».	2	Production d'au moins quatre bilans de la surveillance du SMB incluant les observations diurnes de chauves-souris	– **MFFP** – Spéléologues – ONG – Citoyens – Communautés autochtones – Sépaq – CQSAS – Universités

4.3 Mesures visant à développer, à appliquer et à évaluer des mesures de protection ou d'atténuation pour favoriser le rétablissement des populations de chauves-souris résidentes du Québec (Objectif 3)

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
6	Protéger les populations et les habitats par des outils légaux et administratifs.	a) Développer des outils potentiels, légaux ou administratifs, pour la protection des individus et des habitats et analyser les lacunes de la protection.	Certains outils légaux et administratifs peuvent être développés pour protéger les chauves-souris et leurs habitats, par exemple, l'élaboration de mesures de protection et leur mise en œuvre dans le cadre d'ententes administratives (forestier, minier, etc.), l'application des lois et des règlements en vigueur, la protection légale des habitats de chauves-souris et l'attribution d'un statut d'aire protégée à des habitats de chauves-souris.	1	Production d'un document présentant des mesures potentielles de protection légales ou administratives et les lacunes Mise en place de cinq initiatives de protection	– **MFFP** – ECCC – ONG – Gestionnaires du territoire – Communautés autochtones
		b) Protéger des habitats de chauves-souris par intendance.	La conservation volontaire est un moyen de protéger les chauves-souris sur les terres privées. En concluant des ententes de conservation volontaire relatives aux chauves-souris ou à leur habitat, les propriétaires privés peuvent participer à leur protection.	1	Conclure au moins 10 ententes de conservation volontaire	– **ONG** – Gestionnaires du territoire – Communautés autochtones
7	Limiter la propagation du SMB.	a) Élaborer et diffuser des lignes directrices pour éviter la propagation du SMB.	Afin de limiter la propagation du SMB, le MFFP a développé un guide de mesures de biosécurité et de décontamination. Pour assurer une plus grande efficacité, l'intégration des nouvelles connaissances sur les traitements, les mesures d'atténuation, de réduction et de prévention du SMB au fil des années est nécessaire. De plus, l'information sur les mesures de biosécurité doit être diffusée sur les plateformes (Web ou autres) susceptibles d'atteindre les groupes cibles (spéléologues, biologistes, etc.).	1	De 2019 à 2029, réaliser deux mises à jour du guide de mesures de biosécurité et de décontamination du MFFP Référence au guide de biosécurité et de décontamination sur au moins cinq plateformes Web différentes Installation de panneaux informatifs sur le SMB dans sept grottes ou cavernes touristiques	– **MFFP** – SQS – Propriétaires privés de sites touristiques – Parcs Canada – Sépaq – RCSF – USGS – ONG

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
8	Réduire la mortalité accidentelle et le dérangement des chauves-souris.	a) Créer des refuges hivernaux pour accueillir les chauves-souris trouvées par les citoyens et faciliter leur transport.	Il arrive que des chauves-souris sortent temporairement de leur hibernation et se retrouvent dans les espaces habités des domiciles ou dans l'environnement immédiat des humains. Les refuges doivent pouvoir garder des individus temporairement afin de les relâcher au printemps. La création d'un tel refuge est encadrée par des règlements, et l'obtention d'autorisations et de permis est nécessaire. L'aménagement de refuges et l'accompagnement des responsables par le MFFP permettent de structurer l'accueil et les soins à donner aux chauves-souris trouvées par des citoyens dans différentes régions du Québec. L'acheminement des chauves-souris vers les refuges doit aussi être facilité par le développement d'un réseau de transport.	3	Instauration d'au moins trois refuges pouvant accueillir des chauves-souris au Québec Rédaction d'un guide de bonnes pratiques pour le fonctionnement de refuges Bilan annuel des chauves-souris accueillies dans des refuges et libérées	– **Zoo** – **ONG** – MFFP – Citoyens
		b) Réduire le dérangement humain, la dégradation ou la destruction d'habitats.	Les hibernacles situés dans des mines abandonnées doivent être sécurisés afin d'empêcher l'accès au public tout en permettant l'utilisation par les chauves-souris. Afin de réduire le dérangement des chauves-souris, la fréquentation par le public des hibernacles naturels doit être limitée en favorisant la fermeture temporaire ou permanente de grottes ou des cavernes touristiques. L'accompagnement des citoyens ou des gestionnaires dans l'adoption de bonnes pratiques pour conserver des colonies de chauves-souris sur leur territoire, telle l'installation de dortoirs alternatifs, favorisera une réduction du risque de dérangement.	1	Aménagement des sites miniers offrant un potentiel d'hibernacle Réalisation d'au moins deux ententes avec les organismes responsables des grottes ou des cavernes touristiques Réalisation d'au moins dix projets où des pratiques de gestion bénéfiques ont été mises en place pour protéger des colonies de maternité	– **MFFP** – SQS – ONG – Gestionnaires du territoire – Propriétaires privés de sites touristiques – Citoyens – Communautés autochtones

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
		c) Réduire la mortalité associée aux éoliennes.	Les éoliennes causent la mortalité de plusieurs milliers de chauves-souris au Québec. La réduction de cette mortalité par la mise en place de mesures d'atténuation, telles que l'augmentation de la vitesse du seuil de démarrage des turbines, doit être fait pour les parcs en exploitation qui présentent une mortalité importante. Pour les parcs projetés, il est nécessaire d'assurer un suivi rigoureux lors de la planification, de la construction et de l'exploitation du projet afin de réduire la mortalité. Les suivis de la mortalité doivent maximiser la probabilité de détection des carcasses. Pour ce faire, les différents intervenants doivent travailler de concert et dans un but commun. De plus, comme dans les autres régions canadiennes, l'information sur la mortalité dans les parcs éoliens doit être centralisée et rendue publique afin d'obtenir des données et analyses plus étoffées.	2	Mise en place des mesures d'atténuation par les parcs éoliens concernés Documentation de l'efficacité des mesures d'atténuation par les parcs éoliens concernés Rendre disponible et faire la diffusion des données sur la mortalité des chauves-souris	– **MFFP** – **Promoteurs éoliens** – **Hydro-Québec** – **MERN** – **MELCC** – AQPER – CanWEA – ONG – Étude oiseaux Canada (EOC)
		d) Améliorer les pratiques en aménagement forestier.	La réduction des mortalités et du dérangement des chauves-souris résidentes en milieu forestier doit être favorisée par l'élaboration et la mise en place de lignes directrices ou de mesures de protection. Assurer le suivi et l'efficacité des mesures de protection ainsi que tenir compte des exigences des chauves-souris dans l'élaboration de politiques ou d'initiatives portant sur l'aménagement forestier sont également des facteurs à considérer.	2	Production et diffusion d'un document présentant des lignes directrices ou des mesures de protection associées aux pratiques d'aménagement forestier	– **MFFP** – Industrie forestière – ONG

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
		e) Améliorer les pratiques de gestion en terres privées.	Il est possible de diminuer le dérangement et les mortalités des chauves-souris en terres privés en élaborant des pratiques de gestion bénéfiques destinées spécialement aux intervenants des milieux forestiers privés et les milieux agricoles. Les propriétaires doivent être aussi encouragés à adopter des pratiques compatibles avec le maintien d'habitats estivaux de qualité. Puis, un suivi des initiatives bénéfiques pour la conservation des chauves-souris en terres privées doit être effectué. Finalement, tenir compte des exigences des chauves-souris dans l'élaboration de politiques ou d'initiatives portant sur la gestion des terres privées est un élément pertinent à considérer.	2	Production d'au moins un guide de bonnes pratiques pour la conservation des chauves-souris en terres privées	– **MFFP** – UPA – ONG – MAPAQ – Agences forestières
		f) Encadrer les analyses d'impact en environnement et les mesures d'atténuation et de compensation.	Un protocole standardisé développé à l'intention des industries et des consultants ou des experts-conseils en environnement leur permettrait de bien évaluer l'impact potentiel des projets de développement industriel (minier, hydroélectrique, etc.) sur les chauves-souris. De plus, en proposant et en transmettant aux promoteurs de projets industriels une liste de mesures leur permettant de minimiser efficacement leur impact sur les chauves-souris (compensation sous forme de restauration, d'aménagement ou de protection ou compensation financière), ceux-ci pourraient s'impliquer plus directement dans la conservation des chauves-souris.	2	Production d'un protocole standardisé d'inventaire pour les analyses d'impact Production d'un document présentant les barèmes de compensation pour les pertes d'habitats de chauves-souris Production d'une liste de mesures permettant aux promoteurs d'évaluer leurs impacts sur les chauves-souris	– **MFFP** – MELCC – ECCC – MERN – Industrie minière – Industrie pétrolière – Experts-conseils – Hydro-Québec – ONG

4.4 Mesures visant à poursuivre la réalisation de travaux d'acquisition de connaissances sur les chauves-souris résidentes du Québec et sur les facteurs susceptibles de favoriser leur maintien et leur rétablissement (Objectif 4)

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
9	Améliorer les connaissances sur la répartition spatiale des chauves-souris résidentes et de leur habitat.	a) Préciser la répartition des espèces résidentes.	Plus de données sont nécessaires pour améliorer notre connaissance de la répartition spatiale des différentes espèces résidentes. Il est nécessaire de réaliser des projets d'acquisition de données afin de déterminer, au moyen d'observations directes et de données acoustiques, la répartition des chauves-souris (ex. suivi de la biodiversité ou inventaire nordique). Il est aussi nécessaire d'utiliser des observations issues des suivis dans différents secteurs (ex. CDPNQ, suivi des maternités) pour bonifier cette information.	2	Réalisation d'au moins quatre projets d'acquisition de données dans les régions limitrophes Réaliser une analyse des données afin de compléter l'aire de répartition	– **MFFP** – ECCC – Universités – ONG – Communautés autochtones – Experts-conseils
		b) Localiser les habitats des espèces résidentes.	Les hibernacles de chauves-souris qui ne sont pas connus, les gîtes estivaux naturels ou artificiels ainsi que les routes et les haltes migratoires doivent être localisés à l'aide de différents projets. Aussi, les secteurs d'alimentation des chauves-souris autour des sites de repos diurnes estivaux et des hibernacles doivent être définis.	1	Amorce d'au moins quatre projets d'acquisition de connaissances cherchant à localiser de nouveaux habitats Délimitation d'au moins deux habitats d'alimentation Délimitation d'au moins deux habitats de transit	– **MFFP** – ONG – Universités – Communautés autochtones

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
10	Déterminer les caractéristiques des habitats des chauves-souris résidentes.	a) Évaluer les variables qui déterminent la sélection des hibernacles, des gîtes estivaux et des habitats d'alimentation.	Les caractéristiques d'habitat des chauves-souris doivent être précisées. Entre autres, déterminer si les chauves-souris peuvent hiberner dans des sites qui diffèrent des hibernacles traditionnels (ex. crevasse, faille rocheuse) est une information très utile pour y arriver. De même, les variables de macro- et microhabitat qui influencent la sélection et l'utilisation des hibernacles, des colonies de maternité et des arbres-gîtes par les chauves-souris pourraient être déterminés. Également, évaluer l'influence de l'habitat sur le bilan énergétique des individus et les paramètres biodémographiques des populations est une information pertinente à colliger.	2	Lancer au moins deux projets de recherche sur les caractéristiques des habitats des chauves-souris	– **MFFP** – ONG – Universités – FQME
		b) Évaluer l'efficacité de différents types d'aménagements comme les gîtes estivaux ou hivernaux.	Dans le contexte où les chauves-souris sont fréquemment exclues des maternités en milieu construit, il convient de tester différents aménagements permettant d'assurer leur maintien. Il peut s'agir de « condos », de dortoirs ou d'aménagements permettant de circonscrire les chauves-souris à une unité précise. En effet, il serait pertinent de tester un modèle de dortoir qui s'intègre à même une colonie établie dans les bâtiments (ex. boîte dans un grenier). Les dortoirs artificiels étant les plus populaires, mais souvent les moins adéquats pour les femelles reproductrices, il serait pertinent de tester l'avantage thermique de différents modèles, de même que leur sélection par les chauves-souris. Ces tests permettraient éventuellement de mieux conseiller le public et les autres intervenants.	2	Production d'au moins un rapport présentant les résultats des tests relatifs à divers types d'aménagement Production et diffusion d'un document de vulgarisation	– **MFFP** – ONG – Universités

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
			Des aménagements peuvent aussi être effectués dans les hibernacles afin de créer de nouveaux sites dans des mines désaffectées avec un bon potentiel pour les chauves-souris.			
11	Évaluer le rôle écologique des chauves-souris et leur valeur socioéconomique.	a) Documenter le régime alimentaire.	La caractérisation de la diète des chauves-souris à partir de l'analyse du guano peut fournir des données nécessaires pour évaluer leur rôle écologique. Cette démarche de caractérisation implique la mise en place d'un système de récolte de guano dans le cadre du suivi des maternités afin d'obtenir des échantillons qui couvriront une bonne répartition spatiale.	2	Production d'au moins deux rapports de recherche ou d'articles scientifiques documentant le régime alimentaire des chauves-souris	– **MFFP** – ONG – Universités
		b) Étudier la valeur socioéconomique des services rendus.	Lorsque le rôle écologique des chauves-souris sera évalué, il sera ensuite possible d'évaluer l'impact économique des services écologiques rendus par les chauves-souris du Québec comme prédateur d'insectes et de quantifier la portée de leur déclin sur le plan socioéconomique.	3	Production d'un document présentant une estimation de la valeur financière des services écologiques rendus par les chauves-souris	– **MFFP** – ONG – Universités – ECCC
12	Caractériser la dynamique des populations de chauves-souris et l'impact de différentes menaces.	a) Préciser les paramètres qui permettent d'évaluer les tendances démographiques.	Il y aurait lieu de poursuivre l'acquisition de connaissances sur certains paramètres démographiques (ex. reproduction, survie) des populations de chauves-souris. Cela pourrait être fait en analysant globalement les données de suivis et en développant des projets de suivi spécifiques sur les femelles dans les maternités afin d'estimer la fécondité ou le taux de retour annuel. En comblant certaines lacunes quant aux connaissances démographiques, il deviendra possible d'estimer les seuils permettant de déterminer si des populations sont « autosuffisantes, écologiquement fonctionnelles et largement réparties ».	1	Production d'au moins un rapport de recherche ou d'article scientifique sur l'évaluation de la démographie des chauves-souris	– **MFFP** – ONG – Universités – ECCC

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
		b) Évaluer l'impact des facteurs influençant le taux de reproduction et de survie des populations.	Bien qu'évaluer l'impact des facteurs sur la reproduction ou la survie peut s'avérer complexe, certaines initiatives pourraient néanmoins être développées afin de jauger certains paramètres tels que la condition corporelle, la structure génétique, le taux de stress, la contamination agricole ou industrielle. De telles données peuvent être recueillies lors de la capture d'animaux vivants, par la collecte de guano ou lors de la récolte de carcasses (ex. dans les parcs éoliens). D'autres initiatives pourraient viser à mieux estimer l'impact de différentes menaces sur la survie et la reproduction, telles que la mortalité éolienne ou le dérangement des hibernacles, afin de mieux définir les mesures de protection.	3	Création d'une banque de données biologiques, avec au moins cinq dénombrements des échantillons collectés de 2019 à 2029 Développement de deux projets permettant de mieux documenter les déterminants à la reproduction et la survie	– **MFFP** – **Universités** – ECCC – ONG – Industries – Communautés autochtones
		c) Déterminer l'impact du SMB sur les populations.	Cette action sera réalisée en favorisant la réalisation d'études qui ciblent une meilleure compréhension de l'impact du SMB sur la reproduction des chauves-souris et, par conséquent, sur la survie des populations. Une collaboration avec différents chercheurs et centres de recherche serait souhaitable afin d'améliorer les outils de diagnostics pour détecter le SMB. Dans le même ordre d'idées, la mise au point et la calibration de ces nouveaux outils diagnostiques (ex. en saison estivale) permettraient de mieux suivre la propagation du SMB dans les populations de chauves-souris du Québec.	1	Amorce d'un projet de recherche sur l'effet du SMB sur la reproduction ou la survie Participation à au moins un projet portant sur le développement d'outils diagnostiques pour détecter le SMB et procéder à l'analyse de chauves-souris ou d'échantillons	– **MFFP** – **Universités**

Nº	Mesure	Actions à réaliser	Description	Priorité	Indicateurs de réalisation	Responsables et contributeurs
		d) Déterminer l'impact des menaces, autres que le SMB, sur les populations.	L'évaluation des impacts d'activités humaines sur la démographie des chauves-souris passe par le développement de projets de recherche ciblés sur les pratiques d'exploitation forestière, la production d'énergie (ex. éoliennes), les activités agricoles, le transport de marchandises, l'utilisation des routes, la fragmentation de l'habitat, le dérangement, le vandalisme ainsi que les pratiques de gestion parasitaire.	2	Participation à au moins un projet portant sur l'évaluation de l'impact des menaces autre que le SMB sur les populations	– **MFFP** – ECCC – Universités – ONG – Industries – Peuples et collectivités autochtones
13	Améliorer les méthodes permettant de réduire l'impact des menaces sur les chauves-souris.	a) Vérifier l'efficacité de mesures limitant la propagation du champignon responsable du SMB ou améliorant la décontamination.	Cette action sera atteinte en participant ou en collaborant aux travaux en cours au Canada et aux États-Unis notamment pour tester l'efficacité de différents produits décontaminant pour éliminer le champignon. La collaboration pourra aussi porter sur des projets qui visent à déterminer les facteurs de risque favorisant la propagation du SMB.	2	Participation à au moins un projet de recherche visant à tester l'efficacité de mesures contre le champignon	– **RCSF** – **USGS** – MFFP – Universités – ONG
		b) Participer à diverses initiatives visant à tester, à développer et à appliquer un traitement contre le SMB pour les chauves-souris et leur milieu.	Une collaboration avec les organismes qui travaillent à l'élaboration d'un traitement du SMB chez les chauves-souris augmente les probabilités d'obtenir une solution pouvant s'appliquer aux populations du Québec et de restaurer des hibernacles. Si des méthodes de traitement s'avèrent prometteuses, l'efficacité de certaines d'entre elles pourrait être testée au Québec.	1	Participation à au moins une initiative visant à tester, à développer ou à appliquer un traitement contre le SMB, si un tel traitement est disponible	– **USGS** – **Universités** – ONG – MFFP
		c) Développer des meilleures techniques permettant de réduire, d'éliminer, ou d'atténuer les autres menaces.	Il convient de contribuer au développement de mesures d'atténuation associées à certains facteurs de risques en participant ou en développant différents projets de recherche (ex. pour réduire les mortalités associées à l'industrie éolienne).	2	Participation à au moins un projet visant à réduire, à éliminer ou à atténuer les menaces autres que le SMB	– **MFFP** – ECCC – Universités – ONG – Industries – Communautés autochtones

5 ENJEUX SOCIOÉCONOMIQUES LIÉS À LA MISE EN ŒUVRE DU PLAN

La conservation des espèces en situation précaire est un élément important de l'adhésion du gouvernement du Québec à la Convention internationale sur la diversité biologique. Pour assurer le maintien de la biodiversité, les écosystèmes auxquels les espèces sont associées doivent être sains et intègres. Ces conditions sont également importantes dans la prestation des différents services écologiques. Bien que ces services soient difficilement quantifiables, des études menées partout dans le monde ont démontré leur importante contribution économique (Filion, 1993; Barbier et Heal, 2006; Almack et Wilson, 2010). La contribution de la biodiversité aux services écologiques garantit la santé économique et écologique actuelle et future du Québec et justifie l'application du principe de précaution afin de maintenir ou de rétablir les espèces en situation précaire.

Bien qu'elles ne soient pas quantifiées, certaines répercussions socioéconomiques positives et négatives associées à la mise en œuvre du Plan de rétablissement ont été identifiées. La mise en œuvre du Plan pourrait avoir certaines répercussions économiques, principalement en limitant les activités et les superficies de territoire disponible à des fins de développement urbain, commercial ou industriel. D'autre part, de nombreuses retombées socioéconomiques positives sont identifiées, dont, entre autres, l'attrait économique et social associé aux milieux naturels. Les services écologiques rendus par les chauves-souris sont aussi à prendre en considération.

En vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, le gouvernement québécois a une certaine responsabilité quant à la sauvegarde de l'ensemble de la diversité génétique du Québec. L'atteinte des objectifs de rétablissement des chauves-souris résidentes du Québec constituerait une contribution importante au maintien de la biodiversité québécoise.

6 CONCLUSION

Selon l'Équipe, le rétablissement des chauves-souris résidentes du Québec est réalisable, malgré les menaces qui pèsent sur l'espèce, dont le syndrome du museau blanc. Ainsi, le but du présent Plan de rétablissement est de mettre en place des conditions qui permettront le rétablissement de populations autosuffisantes, écologiquement fonctionnelles et largement réparties dans l'aire de répartition actuelle de ces espèces au Québec.

L'atteinte du but du Plan de rétablissement passe par l'intervention de plusieurs intervenants clés, tant à l'échelle des gouvernements que de l'industrie, d'organismes non gouvernementaux, d'universités, des communautés autochtones et des citoyens du Québec. Les efforts de rétablissement devront viser à éliminer, réduire ou atténuer toutes les menaces qui pèsent sur les chauves-souris résidentes du Québec, mais en particulier sur la menace principale, soit le SMB. Dans ce contexte, il faudra déployer des efforts pour évaluer et pour suivre les populations de chauves-souris, et poursuivre l'acquisition de connaissances sur les facteurs susceptibles de favoriser leur maintien et leur rétablissement.

Finalement, la petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est sont des éléments importants du patrimoine naturel du Québec et elles jouent un rôle écologique important, notamment en régulant les populations d'insectes.

REMERCIEMENTS

L'Équipe de rétablissement des chauves-souris du Québec tient à remercier toutes les personnes et tous les organismes qui ont été sollicités et qui ont fourni de l'information pour la rédaction du Plan de rétablissement.

Nos remerciements s'adressent à Isabelle Gauthier, coordonnatrice provinciale des espèces fauniques menacées ou vulnérables du MFFP et à Antoine Nappi, chef du Service de la conservation de la biodiversité et des milieux humides au MFFP pour leurs conseils et la révision du document. Un merci spécial à Pierre-André Bernier pour avoir contribué à la rédaction du Plan jusqu'en 2017. L'Équipe tient aussi à remercier D^{re} Louise Lambert de la Direction de santé publique de la Montérégie, Mélissa Vachon de la Direction des territoires fauniques structurés et de la gestion intégrée des ressources au MFFP et Jason Samson du Centre de la science de la biodiversité du Québec pour leur précieuse collaboration. Nous remercions également Claudine Laurendeau, Andréanne Huot, Vincent Gourdeau et Christine Dumouchel du MFFP pour leur contribution.

L'Équipe souhaite souligner l'apport notable de M^{me} Simona Motnikar, directrice de l'expertise sur la faune aquatique au MFFP, pour la protection des chauves-souris. Son intérêt, son implication et sa participation en tant que vice-présidente et directrice associée de l'Équipe à la réalisation du Plan ont été grandement appréciés.

Des remerciements particuliers s'adressent également aux participants bénévoles, aux étudiants, aux stagiaires, aux techniciens de la faune, aux biologistes et aux citoyens qui travaillent au rétablissement des chauves-souris.

BIBLIOGRAPHIE

ACHARYA, L. et M.B. FENTON (1999). "Bat attacks and moth defensive behaviour around street lights", *Canadian Journal of Zoology*, 77: 27-33.

ACIA (2017). *Cas de rage positifs au Canada*. Agence canadienne d'inspection des aliments [En ligne] [www.inspection.gc.ca/animaux/animaux-terrestres/maladies/declaration-obligatoire/rage/cas-de-rage-positifs/fra/1356156989919/1356157139999] (Consulté en avril 2018).

ADAMS, R. A. (2010). "Bat reproduction declines when conditions mimic climate change projections for western North America", *Ecology*, 91(8): 2437-2445.

ALMACK, K. et S. WILSON (2010). "Economic value of Toronto's Greenbelt, Canada", *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* [En ligne] [http://www.teebweb.org/] (Consulté en juillet 2016).

AMENGUAL, B., H. BOURHY, M. LÓPEZ-ROIG et J. SERRA-COBO (2007). "Temporal Dynamics of European Bat Lyssavirus Type 1 and Survival of *Myotis myotis* Bats in Natural Colonies", *PLoS ONE*, 2(6): e566.

ANCILLOTTO, L., L. SANTINI, N. RANC, L. MAIORANO and D. RUSSO (2016). "Extraordinary range expansion in a common bat: the potential roles of climate change and urbanisation", *Science of Nature*, 103(3-4).

ANTHONY, E. L. P., M. H. STACK et T. H. KUNZ (1981). "Night roosting and the nocturnal time budget of the little brown bat, *Myotis lucifugus*: Effects of reproductive status, prey density, and environmental conditions", *Oecologia*, 51: 151-156.

ARLA (2017). *Chauves-souris*, Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, Santé Canada [En ligne] [https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/conseils-pour-controle-parasites/chauve-souris.html] (Consulté en septembre 2017).

ARNETT, E. B., W. K. BROWN, W. P. ERICKSON, J. K. FIEDLER, B. L. HAMILTON, T. H. HENRY, A. JAIN, G. D. JOHNSON, J. KERNS, R. R. KOFORD, C. P. NICHOLSON, T. J. O'CONNELL, M. D. PIORKOWSKI et R. D. TANKERSLEY Jr. (2008). "Patterns of Bat Fatalities at Wind Energy Facilities in North America", *The Journal of Wildlife Management*, 72(1): 61-78.

ARNETT, E. B. et E. F. BAERWALD (2013). "Impacts of wind energy development on bats: implications for conservation", p. 435-456 dans R. A. ADAMS et S. C. PEDERSON (éditeurs), *Bat Ecology, Evolution and Conservation*, Springer Science Press, New York, New York (États-Unis).

BAERWALD, E. F. et R. M. R. BARCLAY (2009). "Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities", *Journal of Mammalogy*, 90: 1341-1349.

BANFIELD, A. W. F. (1974). *The mammals of Canada*, University of Toronto press, Toronto, Ontario (Canada), 438 p.

BARBIER, E. B. et G. M. HEAL (2006). "Valuing Ecosystem Services", *The Economists' Voice*, 3 (3): article 2.

BARCLAY, R. M. R. et R. M. BRIGHAM (1996). *Bats and forest symposium October 19-21, 1995*, British Columbia Ministry of Forest, Victoria, British Columbia (Canada), 80 p. + 1 annexe.

BARCLAY, R. M. R., J. ULMER, J. A. C. MACKENZIE, M. S. THOMPSON, L. OLSEN, J. McCOOL, E. CROPLEY et G. POLL (2004). "Variation in the reproductive rate of bats", *Canadian Journal Zoology*, 82: 688-693.

BARCLAY, R. M. R. et A. KURTA (2007). "Ecology and behavior of bats roosting in tree cavities and under bark", p. 17-60 dans M. J. LACKI, J. P. HAYES et A. KURTA (éditeurs), *Bats in Forests*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland (États-Unis), 352 p.

BARCLAY, R. M. R., E. F. BAERWALD et J. C. GRUVER (2007). "Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height", *Canadian Journal of Zoology*, 85: 381-387.

BARNHART, P. R. and E. H. GILLAM (2016). "Understanding Peripheral Bat Populations Using Maximum-Entropy Suitability Modeling", *Plos One*, 11(12).

BAYAT, S., F. GEISER, P. KRISTIANSEN et S.C. WILSON (2014). "Organic contaminants in bats: Trends and new issues", *Environment International*, 63: 40-52.

BENDER, M. J., S. B. CASTLEBERRY, D. A. MILLER et T.B. WIGLEY (2015). "Site occupancy of foraging bats on landscapes of managed pine forest", *Forest Ecology and Management*, 336: 1-10.

BENNETT, V. J. et A. A. ZURCHER (2013). "When Corridors Collide: Road-Related Disturbance in Commuting Bats", *The Journal of Wildlife Management*, 77(1): 93-101.

BENNETT, V. J., D. W. SPARKS et P. A. ZOLLNER (2013). "Modeling the indirect effects of road networks on the foraging activities of bats", *Landscape Ecology*, 28: 979-991.

BERNATH, R. F. et T. H. KUNZ (1981). "Structure and dynamics of arthropod communities in bat guano deposits in buildings", *Canadian Journal of Zoology*, 59(2): 260-270.

BERNY, P. (2007). "Pesticide and the intoxication of wild animals", *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 30: 93-100.

BLAKE, D., A. M. HUTSON, P. A. RACEY, J. RYDELL et J. R. SPEAKMAN (1994). "Use of lamplit roads by foraging bats in southern England", *Journal of Zoology*, 234(2): 453-462.

BLEHERT, D. S., A. C. HICKS, M. BEHR, C. U. METEYER, B. M. BERLOWSKI-ZIER, E. L. BUCKLES, J. T. H. COLEMAN, S. R. DARLING, A. GARGAS, R. NIVER, J. C. OKONIEWSKI, R. J. RUDD et W. B. STONE (2009). "Bat White-Nose Syndrome: An Emerging Fungal Pathogen?", *Science*, 323(9): 227.

BOIRE, N., S. ZHANG, J. KHUVIS, R. LEE, J. RIVERS, P. CRANDALL, M. K. KEEL et N. PARRISH (2016). "Potent Inhibition of *Pseudogymnoascus destructans*, the Causative Agent of White-Nose Syndrome in Bats, by Cold-Pressed, Terpeneless, Valencia Orange Oil", *PLoS ONE*, 11(2): e0148473.

BOYLES, J. G. et V. BRACK Jr. (2009). "Modeling survival rates of hibernating mammals with individual-based models of energy expenditure", *Journal of Mammalogy*, 90(1): 9-16.

BOYLES, J. G. et C. K. R. WILLIS (2010). "Could localized warm areas inside cold caves reduce mortality of hibernating bats affected by white-nose syndrome?", *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(2): 92-98.

BOYLES, J., P. CRYAN, G. MCCRACKEN et T. KUNZ (2011). "Economic importance of bats in agriculture", *Science*, 332: 41-42.

BRIGGLER, J. T. et J. W. PRATHER (2003). "Seasonal use and selection of caves by the Eastern Pipistrelle bat (*Pipistrellus subflavus*)", *American Midland Naturalist*, 149: 406-412.

BRIGHAM, R. M. et M. B. FENTON (1986). "The influence of roost closure on the roosting and foraging behaviour of *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae)", *Canadian Journal of Zoology*, 64: 1128-1133.

BRIGHAM, R. M. (1991). "Flexibility in foraging and roosting behaviour by the big brown bat (*Eptesieus fuscus*)", *Canadian Journal of Zoology*, 69: 117-121.

BRIGHAM, R. M., E. K. V. KALKO, G. JONES, S. PARSONS et H. J. G. A. LIMPENS (2004). *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis*, Bat Conservation International, Austin, Texas (États-Unis), 167 p.

BRITTINGHAM, M. C. et L. M. WILLIAMS (2000). "Bat boxes as alternative roosts for displaced bat maternity colonies", *Wildlife Society Bulletin*, 68: 197-207.

BRODERS, H., D. MCALPINE et G. FORBES (2001). "Status of the eastern pipistrelle (*Pipistrellus subflavus*) in New Brunswick", *Northeastern Naturalist*, 8: 331-336.

BRODERS, H., G. QUINN et G. FORBES (2003). "Species status, and the spatial and temporal patterns of activity of bats in southwest Nova Scotia, Canada", *Northeastern Naturalist*, 10: 383-398.

BRODERS, H. G. et G. J. FORBES (2004). "Interspecific and Intersexual Variation in Roost-Site Selection of Northern Long-Eared and Little Brown Bats in the Greater Fundy National Park Ecosystem", *The Journal of Wildlife Management*, 68(3): 602-610.

BRODERS, H. G., G. J. FORBES, S. WOODLEY et I. D. THOMPSON (2006). "Range extent and stand selection for roosting and foraging in forest-dwelling northern long-eared bats and little brown bats in the Greater Fundy ecosystem, New Brunswick", *The Journal of Wildlife Management*, 70(5): 1174-1184.

BRODERS, H. G., L. E. BURNS et S. C. MCCARTHY (2013). "First Records of the Northern Myotis (*Myotis septentrionalis*) from Labrador and Summer Distribution Records and Biology of Little Brown Bats (*Myotis lucifugus*) in Southern Labrador", *Canadian Field-Naturalist*, 127: 266-269.

BUNKLEY, J. P., C. J. W. McCLURE, N. J. KLEIST, C. D. FRANCIS et J. R. BARBER (2015). "Anthropogenic noise alters bat activity levels and echolocation calls", *Global Ecology and Conservation*, 3: 62-71.

CACERES, M. C. et R. M. R. BARCLAY (2000). "*Myotis septentrionalis*, Northern Long-Eared Bat", *Mammalian species*, 634: 1-4.

CHAIRE EN ÉCO-CONSEIL (2013). *L'industrie minière et le développement durable*, Document de travail, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi (Québec), 71 p.

CHATURVEDI, V., D. J. SPRINGER, M. J. BEHR, R. RAMANI, X. LI, M. K. PECK, P. REN, D. J. BOPP, B. WOOD, W. A. SAMSONOFF, C. M. BUTCHKOSKO, A. C. HICKS, W. B. STONE, R. J. RUDD et S. CHATURVEDI (2010). "Morphological and Molecular Characterizations of Psychrophilic Fungus *Geomyces destructans* from New York Bats with White Nose Syndrome (WNS)", *PLoS ONE*, 5(5): e10783.

CLARE, E. L., E. E. FRASER, H. E. BRAID, M. B. FENTON et P. D. N. HEBERT (2009). "Species on the menu of a generalist predator, the eastern red bat (*Lasiurus borealis*): using a molecular approach to detect arthropod prey", *Molecular Ecology*, 18: 2532-2542.

CLARE, E. L., B. R. BARBER, B. W. SWEENEY, P. D. N. HEBERT et M. B. FENTON (2011). "Eating local: influences of habitat on the diet of little brown bats (*Myotis lucifugus*)", *Molecular Ecology*, 20: 1772-1780.

CLARE, E. L., W. O. C. SYMONDSON, H. BRODERS, F. FABIANEK, E. E. FRASER, A. MACKENZIE, A. BOUGHEN, R. HAMILTON, C. K. R. WILLIS, F. MARTINEZ-NUÑEZ, A. K. MENZIES, K. J. O. NORQUAY, M. BRIGHAM, J. POISSANT, J. RINTOUL, R. M. R. BARCLAY et J. P. REIMER (2014a). "The diet of *Myotis lucifugus* across Canada: assessing foraging quality and diet variability", *Molecular Ecology*, 23: 3618-3632.

CLARE, E. L., W. O. C. SYMONDSON et M. B. FENTON (2014b). "An inordinate fondness for beetles? Variation in seasonal dietary preferences of night-roosting big brown bats (*Eptesicus fuscus*)", *Molecular Ecology*, 23: 3633-3647.

CLARK, D. R. et T. G. LAMONT (1976). "Organochlorine residues in females and nursing young of the big brown bat (*Eptesicus fuscus*)", *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 15(1): 1-8.

CLARK, D. R. Jr. (1988). "How Sensitive Are Bats to Insecticides?", *Wildlife Society Bulletin*, 16(4): 399-403.

CORBEL, J. (1958). « Les karsts de l'Est canadien », *Cahiers de géographie du Québec*, 2(4): 193-216.

CORNELISON, C. T., K. T. GABRIEL, C. BARLAMENT et S. A. CROW JR. (2014). "Inhibition of *Pseudogymnoascus destructans* Growth from Conidia and Mycelial Extension by Bacterially Produced Volatile Organic Compounds", *Mycopathologia*, 177: 1. doi: 10.1007/s11046-013-9716-2.

COSEPAC (2012). *Résumé technique et données d'appui pour une évaluation d'urgence de la chauve-souris nordique* Myotis septentrionalis, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, Ontario (Canada), 26 p.

COSEPAC (2013). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*), chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*) et la pipistrelle de l'Est (*Perimyotis subflavus*) au Canada*, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, Ontario (Canada), 104 p.

CÔTÉ, F. (2006). *Habitat d'alimentation et de déplacement des chauves-souris le long d'un gradient de paysages du sud du Québec*, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec (Canada), 45 p.

COUTTS, R. A., M. B. FENTON et E. GLEN (1973). "Food intake by captive *Myotis lucifugus* and *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae)", *Journal of Mammalogy*, 54: 985-990.

CRYAN, P. M., M. A. BOGAN et J. S. ALTENBACH (2000). "Effect of elevation on distribution of female bats in the Black Hills, South Dakota", *Journal of Mammalogy*, 81: 719-725.

CRYAN, P. M., M. A. BOGAN, R. O. RYE, G. P. LANDIS et C. KESTER (2004). "Stable Hydrogen isotope analysis of bat hair as evidence for seasonal molt and long-distance migration", *Journal of Mammalogy*, 85: 995-1001.

CRYAN, P. M., C. U. METEYER, J. G. BOYLES et D. S. BLEHERT (2010). "Wing pathology of white-nose syndrome in bats suggests life-threatening disruption of physiology", *BMC Biology*, 8: 135.

DAMM, J. P. et K. GELUSO (2008). "Use of a mine by eastern pipistrelle (*Perimyotis subflavus*) in east central Nebraska", *Western North American Naturalist*, 68(3): 382-389.

DAVIS, W. H. et H. B. HITCHCOCK (1995). "A new longevity record for the bat *Myotis lucifugus*", *Bat Research News*, 1: 6.

DESHAIES, D., P. A. PILON, L. VALIQUETTE et J. CARSLEY (2004). « Intervention de la santé publique lors de la survenue d'un cas de rage humaine au Québec », *Revue canadienne de santé publique*, 95(2): 138-141.

DESPOND, O., M. TUCCI, H. DECALUWE, M.-C. GRÉGOIRE, J. S. TEITELBAUM et N. TURGEON (2002). "Rabies in a nine-year-old child: The myth of the bite", *The Canadian Journal of Infectious Diseases*, 13(2): 121-125.

DIXON, M. (2011). "Population genetic structure and natal philopatry in the widespread North American bat *Myotis lucifugus*", *Journal of Mammalogy*, 92: 1343-1351.

DOBONY, C. A., A. C HICKJS, K. E. LANGWIG, R. I. VON LINDEN, J. C. OKONIEWSKI et R. E. RAINBOLT (2011). "Little Brown Myotis Persist Despite Exposure to White-Nose Syndrome", *Journal of Fish and Wildlife Management*, 2(2): 190-195.

DODD, L. E., E. G. CHAPMAN, J. D. HARWOOD, M. J. LACKI et L. K. RIESKE (2012). "Identification of prey of *Myotis septentrionalis* using DNA-based techniques", *Journal of Mammalogy*, 93: 1119-1128.

DORAIS, M. (2014). *Sites fauniques d'intérêt : modalités d'intervention définies par la Direction de la gestion de la faune de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, Secteur de la faune et des parcs, version du 22 septembre 2014, 9 p.

DUBOIS, J. et K. MONSON (2007). "Recent distribution records of the little brown bat, *Myotis lucifugus*, in Manitoba and northwestern Ontario", *Canadian Field-Naturalist*, 121: 57-61.

DZAL, Y. A. et R. M. BRIGHAM (2013). "The tradeoff between torpor use and reproduction in little brown bats (*Myotis lucifugus*)", *Journal of Comparative Physiology B*, 183: 279-288.

EC (2012). *Métaux lourds. Principales sources d'émission*, Environnement Canada [En ligne] [https://ec.gc.ca/air/default.asp?lang=Fr&n=64869AFB-1] (Consulté en juillet 2016).

ECCC (2015). *Programme de rétablissement de la petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*), de la chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*) et de la pipistrelle de l'Est (*Perimyotis subflavus*) au Canada* [Proposition], Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement et Changement climatique Canada, Ottawa, Ontario (Canada), 121 p.

EIDELS, R. R. et D. W. SPARKS (2007). "Insecticide residues in bats and guano from Indiana", *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 116(1): 50-57.

ETHIER, K. et L. FAHRIG (2011). "Positive effects of forest fragmentation, independent of forest amount, on bat abundance in eastern Ontario, Canada", *Landscape Ecology*, 26: 865-876.

ÉTUDES D'OISEAUX CANADA, ASSOCIATION CANADIENNE DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE, ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA ET MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES ET DES FORÊTS DE l'ONTARIO (2014). *Base de données du Suivi des populations d'oiseaux et de chauves-souris relié à l'énergie éolienne* [En ligne] [http://www.bsc-eoc.org/birdmon/wind/main.jsp] (Consulté en juillet 2016).

FABIANEK, F. (2008). *Facteurs déterminant la répartition et l'abondance des chauves-souris dans les espaces verts de l'île de Montréal à différentes échelles spatiales*, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec (Canada), 86 p.

FABIANEK, F., D. GAGNON et M. DELORME (2011). "Bat distribution and activity in Montréal Island green spaces": Responses to multi-scale habitat effects in a densely urbanized area, *Écoscience*, 18(1): 9-17.

FABIANEK, F., et M.-C. PROVOST (2013). « Inventaire acoustique des chiroptères : une découverte préoccupante », *Bulletin de Conservation Sépaq 2013-2014*, p.14-17.

FABIANEK, F. (2015). *Sélection de l'habitat diurne des chauves-souris dans un contexte d'aménagements sylvicoles en forêt boréale*, thèse de doctorat, Université Laval, Québec, Québec (Canada), 192 p.

FABIANEK, F., M. A. SIMARD, E. B. RACINE et A. DESROCHERS (2015a). "Selection of roosting habitat by male Myotis bats in a boreal forest", *Canadian Journal of Zoology*, 93(7): 539-546.

FABIANEK, F., M. A. SIMARD et A. DESROCHERS (2015b). "Exploring regional variation in roost selection by bats: evidence from a meta-analysis", *PLoS ONE*, 10: e0139126.

FARROW, L. J. et H. G. BRODERS (2011). "Loss of forest cover impacts the distribution of the forest-dwelling tri-colored bat (*Perimyotis subflavus*)", *Mammalian Biology*, 76: 172-179.

FAURE-LACROIX, J., A. DESROCHERS, L. IMBEAU et A. SIMARD (données non publiées). Decadal changes in Québec bat activity suggest climatic responses and relaxation of niche partitioning after white-nose syndrome.

FENOLIO, D. B., G. O. GRAENING, B. A. COLLIER et J. F. STOUT (2006). "Coprophagy in a cave-adapted salamander; the importance of bat guano examined through nutritional and stable isotope analyses", *Proceedings of the Royal Society B*, 273: 439-443.

FENTON, M. B., et R. M. R. BARCLAY (1980). "*Myotis lucifugus* (LeConte) little brown bat", *Mammalian Species*, 142: 1-8.

FENTON, M. B. (2012). “Bats and white-nose syndrome”, *Proceedings National Academy of Sciences*, 109: 6794-6795.

FILION, F. L. (1993). *L’importance de la faune pour les Canadiens : rapport sommaire de l’Enquête nationale de 1991*, Environnement Canada, Ottawa, Ontario (Canada), 60 p.

FLANNIGAN, M., B. STOCKS, M. TURETSKY et M. WOTTON (2009). “Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest”, *Global Change Biology*, 15: 549-560.

FORBES, G. (2012a). *Résumé technique et données d’appui pour une évaluation d’urgence de la petite chauve-souris brune* Myotis lucifugus, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, Ontario (Canada), 27 p.

FORBES, G. (2012b). *Résumé technique et données d’appui pour une évaluation d’urgence de la chauve-souris nordique* Myotis septentrionalis, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, Ontario (Canada), 26 p.

FORBES, G. (2012c). *Résumé technique et données d’appui pour une évaluation d’urgence de la pipistrelle de l’Est* Perimyotis subflavus, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, Ontario (Canada), 28 p.

FORD, W. M., J. M. MENZEL, M. A. MENZEL, J. W. EDWARDS et J. C. KILGO (2006). “Presence and Absence of Bats Across Habitat Scales in the Upper Coastal Plain of South Carolina”, *The Journal of Wildlife Management*, 70(5): 1200-1209.

FOSTER, R. et A. KURTA (1999). “Roosting ecology of the northern bat (*Myotis septentrionalis*) and comparisons with endangered Indiana bat (*Myotis sodalis*)”, *Journal of Mammalogy*, 80: 659-672.

FRANKHAM, R., J. D. BALLOU et D. A. BRISCOE (2009). *Introduction to conservation genetics*, 2e édition, Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni), 618 p.

FRASER, E., A. MACKENZIE et C. DAVY (2007). *Photo Field Guide to the Bats of Ontario*, Saint Thomas Field Naturalist Club, Saint Thomas, Ontario (Canada), 40 p.

FRICK, W. F., J. F. POLLOCK, A. C. HICKS, K. E. LANGWIG, D. S. REYNOLDS, G. G. TURNER, C. M. BUTCHKOSKI et T. H. KUNZ (2010a). “An Emerging Disease Causes Regional Population Collapse of a Common North American Bat Species”, *Science*, 329: 679-682.

FRICK, W., D. S. REYNOLDS et T. KUNZ (2010b). “Influence of climate and reproductive timing on demography of little brown bat, *Myotis lucifugus*”, *Journal of Animal Ecology*, 79: 128-136.

FRICK, W. F., S. J. PUECHMAILLE, J. R. HOYT, B. A. NICKEL, K. E. LANGWIG, J. T. FOSTER, K. E. BARLOW, T. BARTONIČKA, D. FELLER, A.-J. HAARSMA, C. HERZOG, I. HORÁČEK, J. VAN 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: 741-749.

FROIDEVAUX, J. (2012). *Variation temporelle de l'activité des chauves-souris du Québec pendant la période d'alimentation : Effets des conditions environnementales*, rapport de stage 1re année — Université Montpellier II, présenté au ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Québec (Canada), 20 p. et 4 annexes.

FUJITA, M. S. et T. H. KUNZ (1984). "*Pipistrellus subflavus*, Eastern Pipistrelle", *Mammalian species*, 228: 1-6.

FUKUI, D., T. HIRAO, M. MURAKAMI et H. HIRAKAWA (2011). "Effects of treefall gaps created by windthrow on bat assemblages in a temperate forest", *Forest Ecology and Management*, 261: 1546-1552.

GARCIA-SOLACHE, M. A. et A. CASADEVALL (2010). "Global Warming Will Bring New Fungal Diseases for Mammals", *mBio*, 1(1): e00061-10.

GARGAS, A., M. T. TREST, M. CHRISTENSEN, T. J. VOLK et D. S. BLEHERT (2009). "*Geomyces destructans* sp. nov. associated with bat white-nose syndrome", *Mycotaxon*, 108: 147-154.

GARROWAY, C. J. et H. G. BRODERS (2008). "Day roost characteristics of northern long-eared bats (*Myotis septentrionalis*) in relation to female reproductive status", *Ecoscience*, 15(1): 89-93.

GAUTHIER, I. (2015). *Cadre de référence des équipes de rétablissement du Québec : Espèces fauniques menacés et vulnérables*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, secteur de la faune et des parcs, Québec, Québec (Canada), 37 p.

GEISER, F. (2004). "Metabolic rate and body temperature reduction during hibernation and daily torpor", *Annual Review of Physiology*, 66: 239-274.

GELUSO, K., T. MOLLHAGEN, J. TIGNER et M. BROGAN (2005). "Westward expansion of the eastern pipistrelle (*Pipistrellis subflavus*) in the United States, including new records from New Mexico, South Dakota, and Texas", *Western North American Naturalist*, 65: 405-409.

GENIVAR (2013). *Étude d'impact sur l'environnement — Projet d'énergies éoliennes à Katinniq*, rapport réalisé pour Xstrata Nickel Mine Raglan, 7 sections et 6 annexes [En ligne] [http://www.keqc-cqek.ca/wordpress/wp-content/uploads/2014/09/XstrataNickel-EIE-Francais.pdf] (Consulté en juillet 2016).

GIRARD, K., H. HITCHCOCK, G. EDSALL et R. MACCREADY (1965). "Rabies in bats in southern New England", *New England Journal of Medicine*, 272: 75-80.

GOLDBLUM, D. et L. S. RIGG (2005). "Tree growth response to climate change at the deciduous-boreal forest ecotone, Ontario, Canada", *Canadian Journal of Forest Research*, 35: 2709-2718.

GREIF, S., S. ZSEBÖK, D. SCHMIEDER et B. M. SIEMERS (2017). "Acoustic mirrors as sensory traps for bats", *Science*, 357: 1045-1047.

GRIENEISEN, L. (2011). *Hibernacula Microclimate and White-nose Syndrome Susceptibility in the Little Brown Myotis (*Myotis lucifugus*)*, mémoire de maîtrise, Bucknell University, Lewisburg, Pennsylvanie (États-Unis).

GRIENEISEN, L. E., S. A. BROWNLEE-BOUBOULIS, J. S. JOHNSON, D. M. REEDER (2015). "Sex and hibernaculum temperature predict survivorship in white-nose syndrome affected little brown myotis (*Myotis lucifugus*)", *Royal Society Open Science*, 2015(2): 140470.

GRIFFIN, D. R. (1945). "Travels of banded cave bats", *Journal of Mammalogy*, 26: 15-23.

GRINDAL, S. D., J. L. MORISSETTE et R. M. BRIGHAM (1999). "Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient", *Canadian Journal of Zoology*, 77: 972-977.

GRODSKY, S. M., M. J. BEHR, A. GENDLER, D. DRAKE, B. D. DIETERLE, R. J. RUDD et N. L. WALRATH (2011). "Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities", *Journal of Mammalogy*, 92(5): 917-925.

HALL, J. S., R. J. CLOUTIER et D. R. GRIFFIN (1957). "Longevity records and notes on tooth wear of bats", *Journal of Mammalogy*, 38: 407-409.

HARVEY, M. J., J. S. ALTENBACH et T. L. BEST (2011). *Bats of the United States and Canada*, The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland (États-Unis), 202 p.

HAYMAN, D. T. S., J. R. C. PULLIAM, J. C. MARSHALL, P. M. CRYAN and C. T. WEBB (2016). "Environment, host, and fungal traits predict continental-scale white-nose syndrome in bats", *Science Advances*, 2(1).

HENDERSON, L. et H. BRODERS (2008). "Movements and resource selection of the northern long-eared Myotis (*Myotis septentrionalis*) in a forest-agriculture landscape", *Journal of Mammalogy*, 89: 952-963.

HENDERSON, L. E., L. J. FARROW et H. G. BRODERS (2008). "Intra-specific effects of forest loss on the distribution of the forest-dependent northern long-eared bat (*Myotis septentrionalis*)", *Biological Conservation*, 141: 1819-1828.

HENRY, M. (2001). *Étude de l'écologie d'une population de petites chauves-souris brunes (*Myotis lucifugus *Leconte) en vue d'un programme de conservation*, mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec (Canada), 99 p.

HENRY, M. et D. W. THOMAS (2001). *Étude de la population de petites chauves-souris brunes (*Myotis lucifugus*) du lieu historique national du Canada de la Grosse-Île-et-le-Mémorial-des-Irlandais en vue d'un plan de gestion*, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec (Canada), 111 p.

HENRY, M., D. THOMAS, R. VAUDRY et M. CARRIER (2002). "Foraging distances and home range of pregnant and lactating little brown bats (*Myotis lucifugus*)", *Journal of Mammalogy*, 83: 767-774.

HENSHAW, R. E. et G. E. FOLK Jr. (1966). "Relation of thermoregulation to seasonally changing microclimate in two species of bats (*Myotis lucifugus* and *M. sodalis*)", *Physiological Zoology*, 39(3): 223-236.

HITCHCOCK, H. (1965). "Twenty-three years of bat banding in Ontario and Québec", *Canadian Field-Naturalist*, 79 :4-14.

HOCK, R.J. (1951). "The metabolic rates and body temperatures of bats", *The Biological Bulletin*, 101(3): 289-299.

HOFFMASTER, E., J. VONK et R. MIES (2016). "Education to Action: Improving Public Perception of Bats", *Animals*, 6(6). doi: 10.3390/ani6010006.

HORN, J. W., E. B. ARNETT et T. H. KUNZ (2008). "Behavioral responses of bats to operating wind turbines", *The Journal of Wildlife Management*, 72(1): 123-132.

HOYT, J. R, K. E. LANGWIG, J. OKONIEWSKI, W. F. FRICK, W. B. STONE et A. M. KILPATRICK (2015a). "Long-Term Persistence of *Pseudogymnoascus destructans*, the Causative Agent of White-Nose Syndrome, in the Absence of Bats", *EcoHealth*, 12: 330-333.

HOYT, J. R., T. L. CHENG, K. E. LANGWIG, M. M. HEE, W. F. FRICK, A. M. KILPATRICK (2015b). "Bacteria Isolated from Bats Inhibit the Growth of *Pseudogymnoascus destructans*, the Causative Agent of White-Nose Syndrome", *PLoS ONE*, 10(4): e0121329.

HOYT, J. R., K. SUN, K. L PARISE, G. LU, K. E. LANGWIG, T. JIANG, S. YANG, W. F. FRICK, A. M. KILPATRICK, J. T. FOSTER et J. FENG (2016). "Widespread Bat White-Nose Syndrome Fungus, Northeastern China", *Emerging Infectious Diseases*, 22(1): 140-142.

HUMPHRIES, M. M., D. W. THOMAS et J. R. SPEAKMAN (2002). "Climate-mediated energetic constraints on the distribution of hibernating mammals", *Nature*, 418: 313-316.

HUMPHRIES, M. M., D. W. THOMAS et D. L. KRAMER (2003). "The role of energy availability in mammalian hibernation: a cost-benefit approach", *Physiological and Biochemical Zoology*, 76: 165-179.

INSPQ (Institut national de santé publique du Québec) (2016). *La rage* [En ligne] [https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/rage] (Consulté en mars 2016).

ISE, T. et P. R. MOORCROFT (2010). "Simulating boreal forest dynamics from perspectives of ecophysiology, resource availability, and climate change", *Ecological Research*, 25: 501-511.

ISQ (2015). *Superficie du territoire zoné agricole, Québec*, Institut de la statistique du Québec [En ligne] [http://www.bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/p_afch_tabl_clie?p_no_client_cie=FR&p_param_id_raprt=2081] (Consulté en mars 2016).

ISQ (2016). Grandes cultures. Institut de la statistique du Québec [En ligne] [http://www.stat.gouv.qc.ca/docs-hmi/statistiques/agriculture/grandes-cultures/index.html] (Consulté en août 2016).

JAMESON, J. W. et C. K. R. WILLIS (2014). "Activity of tree bats at anthropogenic tall structures: implications for mortality of bats at wind turbines", *Animal Behaviour*, 97: 145-152.

JOHNSON, S. A., V. BRACK Jr. et R. E. ROLLEY (1998). "Overwinter Weight Loss of Indian Bats (*Myotis sodalis*) from Hibernacula Subject to Human Visitation", *American Midland Naturalist*, 139: 255-261.

JOHNSON, J. B. et J. E. GATES (2008). "Spring migration and roost selection of female *Myotis leibii* in Maryland", *Northeastern Naturalist*, 15: 453-460.

JOHNSON, J. B., J. E. GATES et W. M. FORD (2008). "Distribution and activity of bats at local and landscape scales within a rural-urban gradient", *Urban Ecosystems*, 11: 227-42.

JOHNSON, J. S. et M. J. LACKI (2014). "Effects of reproductive condition, roost microclimate, and weather patterns on summer torpor use by a vespertilionid bat", *Ecology and Evolution*, 4: 157-166.

JOHNSON, J. S., D. M. REEDER, J. W. III MCMICHAEL, M. B. MEIERHOFE, D. W. F. STERN, S. S. LUMADUE, L. E. SIGLER, H. D. WINTERS, M. E. VODZAK, A. KURTA, J. A. KATH et K. A. FIELD (2014). "Host, Pathogen, and Environmental Characteristics Predict White-Nose Syndrome Mortality in Captive Little Brown Myotis (*Myotis lucifugus*)", *PLoS ONE*, 9(11): e112502.

JONASSON, K. A. et C. K. R. WILLIS (2011). "Changes in Body Condition of Hibernating Bats Support the Thrifty Female Hypothesis and Predict Consequences for Populations with White-Nose Syndrome", *PLoS ONE*, 6(6): e21061.

JONES, G. (2008). "Sensory Ecology: Noise Annoys Foraging Bats", *Current Biology*, 18(23): 1098-1100.

JONES, G., D. S. JACOBS, T. H. KUNZ, M. R. WILLIG et P. A. RACEY (2009). "*Carpe noctem*: the importance of bats as bioindicators", *Endangered Species Research*, 8: 93-115.

JUNG, T. S., I. D. THOMPSON, R. D. TITMAN et A. P. APPLEJOHN (1999). "Habitat Selection by Forest Bats in Relation to Mixed-Wood Stand Types and Structure in Central Ontario", *The Journal of Wildlife Management*, 63(4): 1306-1319.

JUSTICE, M. (2016). "Light Pollution and Insects: Insect Attraction to Various Types of Residential Lights", AAAS 2016 Annual Meeting [En ligne] [http://www.aaas.org/abstract/light-pollution-and-insects-insect-attraction-various-types-residential-lights?_ga=1.113591172.2084989710.1452005787] (Consulté en mars 2017).

JUTRAS, J., M. DELORME, J. Mc DUFF et C. VASSEUR (2012). « Le suivi des chauves-souris du Québec », *Le Naturaliste canadien*, 136: 48-52.

KALCOUNIS-RÜPPELL, M. C., J. M. PSYLLAKIS et R. M. BRIGHAM (2005). "Tree roost selection by bats: an empirical synthesis using meta-analysis", *Wildlife Society Bulletin*, 33(3): 1123-1132.

KANNAN, K., S. H. YUN, R. J. RUDD et M. BEHR (2010). "High concentrations of persistent organic pollutants including PCBs, DDT, PBDEs and PFOS in little brown bats with white-nose syndrome in New York, USA", *Chemosphere*, 80: 613-618.

KAROUNA-RENIER, N. K., C. WHITE, C. R. PERKINS, J. J. SCHMERFELD et D. YATES (2014). "Assessment of mitochondrial DNA damage in little brown bats (*Myotis lucifugus*) collected near a mercury-contaminated river", *Ecotoxicology*, 23: 1419-1429.

KDWPT (2018). *Bats with white-nose syndrome detected in Kansas*. Kansas Department of Wildlife, Parks and Tourism [En ligne] [https://ksoutdoors.com/KDWPT-Info/News/Weekly-News/4-2-18-White-nose/Bats-With-White-nose-Syndrome-Detected-In-Kansas] (Consulté en juillet 2018).

KUIJPER, D. P. J., J. SCHUT, D. VAN DULLEMEN, H. TOORMAN, N. GOOSSENS, J. OUWEHAND et H. J. G. A. LIMPENS (2008). "Experimental evidence of light disturbance along the commuting routes of pond bats (*Myotis dasycneme*)", *Lutra*, 51(1): 37-49.

KUNZ, T. H., E. L. P. ANTHONY et W. T. RUMAGE III (1977). "Mortality of little brown bats following multiple pesticide applications", *Journal of Wildlife Management*, 41(3): 476-483.

KUNZ, T. H., J. A. WRAZEN et C. D. BURNETT (1998). “Changes in body mass and fat reserves in pre-hibernating little brown bats (*Myotis lucifugus*)”, *Écoscience*, (1): 8-17.

KUNZ, T. H. et M. B. FENTON (2006). *Bat Ecology*, University of Chicago Press, Chicago, Illinois (États-Unis), 798 p.

KUNZ, T. H., E. B. ARNETT, W. P. ERICKSON, A. R. HOAR, G. D. JOHNSON, R. P. LARKIN, M. D. STRICKLAND, R. W. THRESHER et M. D. TUTTLE (2007). “Ecological Impacts of Wind Energy Development on Bats: Questions, Research Needs, and Hypotheses”, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(6): 315-324.

KUNZ, T. H. et S. PARSONS (2009). *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*, 2e édition, Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland (États-Unis), 901 p.

KUNZ, T. H., E. BRAUN DE TORREZ, D. BAUER, T. LOBOVA et T. H. FLEMING (2011). “Ecosystem services provided by bats”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223: 1-38.

KURTA, A., G. P. BELL, K. A. NAGY et T. H. KUNZ (1989). “Energetics of pregnancy and lactation in free-ranging little brown bats (*Myotis lucifugus*)”, *Physiological Zoology*, 62(3): 804-818.

KURTA, A. (2001). “Bats on the surface: the need for shelter, food, and water”, p. 14-16 dans K. C. Vories et D. Throgmorton (éditeurs), *Bat conservation and mining*, Office of Surface Mining, U.S. Department of the Interior, Alton, Illinois (États-Unis).

KURTA, A. (2014). “The misuse of relative humidity in ecological studies of hibernating bats”, *Acta Chiropterologica*, 16(1): 249-254.

KURTA, A. et S. M. SMITH (2014). “Hibernating Bats and Abandoned Mines in the Upper Peninsula of Michigan”, *Northeastern Naturalist*, 21(4): 587-605.

KUZMIN, I. V., B. BOZICK, S. A. GUAGLIARDO, R. KUNKEL, J. R. SHAK, S. TONG et C. E. RUPPRECHT (2011). “Bats, emerging infectious diseases, and the rabies paradigm revisited”, *Emerging Health Threats Journal*, 4. doi: 10.3402/ehtj.v4i0.7159.

LACKI, M. J., J. P. HAYES et A. KURTA (2007). *Bats in Forests-Conservation and Management*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland (États-Unis), 352 p.

LACKI, M. J., J. S. JOHNSON et M. D. BAKER (2013). “Temperatures Beneath Bark of Dead Trees used as Roosts by *Myotis volans* in Forests of the Pacific Northwest, USA”, *Acta Chiropterologica*, 15 (1): 143-151.

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(9): 1050-1057.

LANGWIG, K. E., W. F. FRICK, R. REYNOLDS, K. L. PARISE, K. P. DREES, J. R. HOYT, T. L. CHENG, T. H. KUNZ, J. T. FOSTER et A. M. KILPATRICK (2015a). "Host and pathogen ecology drive the seasonal dynamics of a fungal disease, white-nose syndrome", *Proceedings of the Royal Society B*, 282: 20142335.

LANGWIG, K. E., J. VOYLES, M. Q. WILBER, W. F. FRICK, K. A. MURRAY, B. M. BOLKER, J. P. COLLINS, T. L. CHENG, M. C. FISHER, J. R. HOYT, D. L. LINDNER, H. I. McCALLUM, R. PUSCHENDORF, E. B. ROSENBLUM, M. TOOTHMAN, C. K. R. WILLIS, C. J. BRIGGS et A. M. KILPATRICK (2015b). "Context-dependent conservation responses to emerging wildlife diseases", *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(4): 195-202.

LAUSEN, C. L. et R. M. R. BARCLAY (2003). "Thermoregulation and roost selection by reproductive female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) roosting in rock crevices", *Journal of Zoology*, 260: 235-244.

LEBLANC, R. (2010). *Le groupe de travail sur l'écoconditionnalité dans le secteur agricole au Québec : une analyse des résultats dans le cadre d'une théorie de la gouvernance*, mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Québec (Canada), 233 p.

LEMAÎTRE, J., K. MACGREGOR, N. TESSIER, A. SIMARD, J. DESMEULES, C. POUSSART, P. DOMBROWSKI, N. DESROSIERS et S. DERY (2017). *Mortalité chez les chauves-souris, causée par les éoliennes. Revue des conséquences et des mesures d'atténuation*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec, Québec, 26 p.

LEMIEUX-LABONTE, V., A. SIMARD, C. K. R. WILLIS et F.-J. LAPOINTE (2017). "Enrichment of beneficial bacteria in the skin microbiome of bats persisting with white-nose syndrome", *Microbiome*, 5: 115.

LEOPARDI, S., BLAKE, D. et S. J. PUECHMAILLE (2015). "White-nose syndrome fungus introduced from Europe to North America", *Current Biology*, 25(6): R217-R219.

LEWIS, S. E. (1995). "Roost fidelity of bats: a review", *Journal of Mammalogy*, 76: 481-496.

LINDNER, D. L., A. GARGAS, J. M. LORCH, M. T. BANIK, J. GLASER, T. H. KUNZ et D. S. BLEHERT (2011). "DNA-based detection of the fungal pathogen *Geomyces destructans* in soils from bat hibernacula", *Mycologia*, 103(2): 241-246.

LITTLE, M. E., N. M. BURGESS, H. G. BRODERS et L. M. CAMPBELL (2015). "Distribution of mercury in archived fur from little brown bats across Atlantic Canada", *Environmental Pollution*, 207: 52-58.

LOEB, S. C. et J. M. O'KEEFE (2006). "Habitat Use by Forest Bats in South Carolina in Relation to Local, Stand, and Landscape Characteristics", *The Journal of Wildlife Management*, 70(5): 1210-1218.

LOEB, S. C. et J. M. O'KEEFE (2011). "Bats and gaps: the role of early successional patches in the roosting and foraging ecology of bats", p. 167-189 dans C. GREENBERG, B. COLLINS et F. THOMPSON III (éditeurs), *Sustaining Young Forest Communities*. Springer, New York, New York (États-Unis), 309 p.

LONGCORE, T. et C. RICH (2004). "Ecological light pollution", *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(4): 191-198.

LOOKINGBILL, T. R., A. J. ELMORE, K. A. M. ENGEHARDT, J. B. CHURCHILL, J. E. GATES et J. B. JOHNSON (2010). "Influence of wetland networks on bat activity in mixed-use landscapes", *Biological Conservation*, 143: 974-983.

LÓPEZ-BAUCELLS, A., X. PUIG-MONTSERRAT, I. TORRE, L. FREIXAS, M. MAS, A. ARRIZABALAGA et C. FLAQUER (2016). "Bat boxes in urban non-native forests: a popular practice that should be reconsidered", *Urban Ecosystems*, 1-9.

LORCH, J. M., C. U. METEYER, M. J. BEHR, J. G. BOYLES, P. M. CRYAN, A. C. HICKS, A. E. BALLMANN, J. T. H. COLEMAN, D. N. REDELL, D. M. REEDER et D. S. BLEHERT (2011). "Experimental infection of bats with *Geomyces destructans* causes white-nose syndrome", *Nature*, 480: 376-379.

LORCH, J. M., L. K. MULLER, R. E. RUSSELL, M. O'CONNOR, D. L. LINDNER et D. S. BLEHERT (2013). "Distribution and Environmental Persistence of the Causative Agent of White-Nose Syndrome, *Geomyces destructans*, in Bat Hibernacula of the Eastern United States", *Applied an Environmental Microbiology*, 79(4): 1293-1301.

LOWE, A. J. (2012). *Swarming behaviour and fall roost-use of little brown (*Myotis lucifugus*), and northern long-eared bats (*Myotis septentrionalis*) in Nova Scotia, Canada*, St. Mary's University, Halifax, Nouvelle-Écosse (Canada), 85 p. et 2 annexes.

LUDLOW, M. E. et J. A. GORE (2000). "Effects of a cave gate on emergence patterns of colonial bats", *Wildlife Society Bulletin*, 28(1): 191-196.

MAINGUY, J., N. DESROSIERS et F. LELIÈVRE (2011). *Cave-dwelling bats in the province of Québec: historical data about hibernacula population surveys*, rapport inédit, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Québec (Canada), 7 p.

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(7): 1832-1840.

MASON, R., H. TENNEKES, F. SÁNCHEZ-BAYO et P. U. JEPSEN (2013). "Immune Suppression by Neonicotinoid Insecticides at the Root of Global Wildlife Declines", *Journal of Environmental Immunology and Toxicology*, 1(1): 3-12.

Mc DUFF, J. et R. BRUNET (2005). *Rapport de la mine Lac Rose, mai 2005*, Envirotel inc., Sherbrooke, Québec (Canada), 19 p. + annexe.

Mc DUFF, J. (2009). *Mémo : Suivi de l'hibernacle de la mine Lac-Rose*, Envirotel 3000 inc, Sherbrooke, Québec (Canada), 3 p.

Mc DUFF, J., S. ROULEAU, M. GAUTHIER et R. BRUNET (2001). *Inventaire acoustique des chauves-souris dans la région de Chibougamau, Nord-du-Québec — été 2000*, rapport final présenté à la Société de la faune et des parcs du Québec.

MDDEFP (2013). *Protocole de suivi des mortalités d'oiseaux et de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec*, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Secteur de la faune, gouvernement du Québec, 20 p.

MDDELCC (2016). *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de parc éolien*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de l'évaluation environnementale et stratégique, 20 p.

MDDELCC (2017). *Formulaire, guides, directives sectorielles et autres documents*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [En ligne] [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/publicat.htm#dir-sec] (Consulté en mars 2017).

MEDINAS, D., J. T. MARQUES et A. MIRA (2013). "Assessing road effects on bats: the role of landscape, road features, and bat activity on road-kills", *Ecological Research*, 28: 227-237.

MENZEL, M. A., S. F. OWEN, W. M. FORD, J. W. EDWARDS, P. B. WOOD, B. R. CHAPMAN et K. V. MILLER (2002). "Roost tree selection by northern long-eared bat (*Myotis septentrionalis*) maternity colonies in an industrial forest of the central Appalachian Mountains", *Forest Ecology and Management*, 155: 107-114.

MERING, E. D. et C. L. CHAMBERS (2014). "Thinking outside the box: A review of artificial roosts for bats", *Wildlife Society Bulletin*, 38: 741-751.

MESSENGER, S., C. RUPPRECHT et J. SMITH (2003). "Bats, emerging virus infections, and the rabies paradigm", p. 622-657 dans T. Kunz et B. Fenton (éditeurs), *Bats Ecology*, University of Chicago Press, Chicago, Illinois (États-Unis), 779 p.

METEYER, C. U., E. L. BUCKLES, D. S. BLEHERT, A. C. HICKS, D. E. GREEN, V. SHEARN-BOSCHLER, N. J. THOMAS, A. GARGAS et M. J. BEHR (2009). "Histopathologic criteria to confirm white-nose syndrome in bats", *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21: 411-414.

MFFP (2015a). *Syndrome du museau blanc chez les chauves-souris*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs [En ligne] [https://mffp.gouv.qc.ca/la-faune/securite-sante-maladies/syndrome-museau-blanc/] (Consulté en juillet 2018).

MFFP (2015b). *Stratégie d'aménagement durable des forêts*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, gouvernement du Québec, 50 p. Modifier le site + le titre :

MFFP (2015c). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023, Cahier 7.1 - Enjeux liés aux espèces menacées ou vulnérables*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, gouvernement du Québec, 18 p.

MINNIS, A. M. et D. L. LINDNER (2013). "Phylogenetic evaluation of *Geomyces* and allies reveals no close relatives of *Pseudogymnoascus destructans*, comb. nov., in bat hibernacula of eastern North America", *Fungal Biology*, 117: 638-649.

MOOSMAN, P. R., H. H. THOMAS et J. P. VEILLEUX (2012). "Diet of the widespread insectivorous bats *Eptesicus fuscus* and *Myotis lucifugus* relative to climate and richness of bat communities", *Journal of Mammalogy*, 93(2): 491-496.

MORRIS, A. D., M. J. VONHOF, D. A. MILLER et M. C. KALCOUNIS-RUEPPELL (2009). "*Myotis septentrionalis* Trouessart (northern long-eared bat) records from the North Carolina Coastal Plain", *Southeastern Naturalist*, 8: 355-362.

MRN (1997). *Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec*, ministère des Ressources naturelles, Québec, Québec (Canada), 64 p.

MRNF (2008). *Protocole d'inventaires acoustiques de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec*, ministère des Ressources Naturelles et de la Faune, Secteur faune, Québec, Québec (Canada), 10 p.

MSSS (2016). *Guide d'intervention visant la prévention de la rage humaine*, ministère de la Santé et des Services sociaux, Direction des communications, Québec, Québec (Canada), 133 p. et 12 annexes.

NATURESERVE (2016). "NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life" [application Web], Version 7.0. Natureserve, Arlington, Virginie (États-Unis) [En ligne] [http://explorer.natureserve.org] (Consulté en avril 2015).

NAUGHTON, D. (2012). *The Natural History of Canadian Mammals*, Canadian Museum of Nature and University of Toronto Press, Toronto, Ontario (Canada), 784 p.

NEILSON, A. L. et M. B. FENTON (1994). "Responses of Little Brown Myotis to Exclusion and to Bat Houses", *Wildlife Society Bulletin*, 22(1): 8-14.

NEUBAUM, D. J., T. J. O'SHEA et K. R. WILSON (2006). "Autumn migration and selection of rock crevices as hibernacula by big brown bats in Colorado", *Journal of Mammalogy*, 87: 470-479.

NILSSON, C. et K. BERGGREN (2000). "Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation", *BioScience*, 50(9): 783-792.

NORQUAY, K. J. O., F. MARTINEZ-NUÑEZ, J. E. DUBOIS, K. M. MONSON et C. K. R. WILLIS (2013). "Long-distance movements of little brown bats (*Myotis lucifugus*)", *Journal of Mammalogy*, 94: 506-515.

O'DONOGHUE, A. J., G. M. KNUDSEN, C. BEEKMAN, J. A. PERRY, A. D. JOHNSON, J. L. DeRISI, C. S. CRAIK et R. J. BENNETT (2015). "Destructin-1 is a collagen-degrading endopeptidase secreted by *Pseudogymnoascus destructans*, the causative agent of white-nose syndrome", *PNAS*, 112(24): 7478-7483.

OKONIEWSKI, J. C., J. HAINES, A. C. HICKS, K. E. LANGWIG, R. I. VONLINDEN et C. A. DOBONY (2010). *Detection of the conidia of* Geomyces destructans *in Northeast hibernacula, at maternal colonies, and on gear – Some findings based on microscopy and culture*, présentation au 2010 White-nose Syndrome Symposium, 25 au 27 mai 2010, Pittsburgh, Pennsylvanie (États-Unis).

OLSON, C. R. (2011). "The roosting behaviour of Little Brown Bats (*Myotis lucifugus*) and Northern Long-eared Bats (*Myotis septentrionalis*) in the boreal forest of northern Alberta", mémoire de maîtrise, Université de Calgary, Calgary, Alberta (Canada), 135 p.

ORNES, S. (2012). "Conservationists hope an artificial bat cave will stave off a deadly fungus", *The Washington Post* : 29 octobre 2012 [En ligne] [https://www.washingtonpost.com/national/health-science/conservationists-hope-an-artificial-bat-cave-will-stave-off-a-deadly-fungus/2012/10/29/8ae4fda2-0282-11e2-9b24-ff730c7f6312_story.html] (Consulté en juillet 2016).

O'SHEA, T. J. et J. J. JOHNSTON (2009). "Environmental contaminants and bats: Investigating exposure and effects", p. 500-528 dans T. H. KUNZ et S. PARSONS (éditeurs), *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland (États-Unis), 920 p.

O'SHEA, T. J., P. M. CRYAN, D. T. S. HAYMAN, R. K. PLOWRIGHT et D. G. STREICKER (2016). "Multiple mortality events in bats: a global review", *Mammal Review*, 46(3): 175-190.

OWEN, S. F., M. A. MENZEL, W. M. FORD, B. R. CHAPMAN, K. V. MILLER, J. W. EDWARDS et P. B. WOOD (2003). "Home-range size and habitat used by the northern myotis (*Myotis septentrionalis*)", *American Midland Naturalist*, 150: 352-359.

PACIFICI, M., L. SANTINI, M. Di MARCO M, D. BAISERO, L. FRANCUCCI, G. GROTTOLO MARASINI, P. VISCONTI et C. RONDININI (2013). "Generation length for mammals", *Nature Conservation*, 5: 87-94.

PARK, A. C. et H. G. BRODERS (2012). "Distribution and roost selection of bats on Newfoundland", *Northeastern Naturalist*, 19: 165-176.

PATRIQUIN, K. J. et R. M. R. BARCLAY (2003). “Foraging by Bats in Cleared, Thinned and Unharvested Boreal Forest”, *Journal of Applied Ecology*, 40(4): 646-657.

PATRIQUIN, K. J., F. PALSTRA, M. L. LEONARD et H. G. BRODERS (2013). “Female northern myotis (*Myotis septentrionalis*) that roost together are related”, *Behavioral Ecology*, 24: 949-954.

PELLERIN, S. et M. POULIN (2013). *Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable*, rapport final pour le ministère du Développement durable, de l’Environnement, de la Faune et des Parcs, 85 p. + 13 annexes.

PERKIN, E. K., F. HÖLKER et K. TOCKNER. (2014). “The effects of artificial lighting on adult aquatic and terrestrial insects”, *Freshwater Biology*, 59: 368-377.

PERKINS, J. M. (1996). “Does Competition for Roosts Influence Bat Distribution in a Managed Forest?”, p. 164-172, dans BARCLAY, R. M. R et R. M BRIGHAM (éditeurs), *Bats and forest symposium October 19-21, 1995*, British Columbia Ministry of Forest, Victoria, British Columbia (Canada), 80 p. et 1 annexe.

PERRY, R. W. et R. E. THILL (2007). “Tree roosting by male and female eastern pipistrelles in a forested landscape”, *Journal of Mammalogy*, 88: 974-981.

PERRY, R. W. (2013). “A review of factors affecting cave climates for hibernating bats in temperate North America”, *Environmental Reviews*, 21: 28-39.

POISSANT, J. A., H. G. BRODERS et G. M. QUINN (2010). “Use of lichen as a roosting substrate by Perimyotis subflavus, the tricolored bat, in Nova Scotia”, *Écoscience*, 17: 372-378.

PUGH, M. et J. D. ALTRINGHAM (2005). “The effect of gates on cave entry by swarming bats”, *Acta Chiropterologica*, 7(2): 293-299.

QUARLES, W. (2013). “Bats, Pesticides and White Nose Syndrome”, *The IPM Practitioner*, 33: 1-6.

RANDALL, J. H. (2011). *Identification and characterization of swarming sites used by bats in Nova Scotia*, mémoire de maîtrise, Dalhousie University, Halifax, Nouvelle-Écosse (Canada), 47 p. et 2 annexes.

RANDALL, J. et H. G. BRODERS (2014). “Identification and Characterization of Swarming Sites used by Bats in Nova Scotia, Canada”, *Acta Chiropterologica*, 16: 109-116.

RANDALL, L. A., T. S. JUNG et R. M. BARCLAY (2014). “Roost-site selection and movements of Little Brown Myotis (*Myotis lucifugus*) in southwestern Yukon”, *Northwestern Naturalist*, 95(3): 312-317.

RAUDABAUGH, D. B. et A. N. MILLER (2015). "Effect of Trans, Trans-Farnesol on *Pseudogymnoascus destructans* and Several Closely Related Species", *Mycopathologia*, 180: 325-332.

RCFS (2018). *Syndrome du museau blanc — Situation*, Réseau canadien de la santé de la faune [En ligne] [http://fr.cwhc-rcsf.ca/wns_background.php] (Consulté en juillet 2018).

REBELO, H. et A. RAINHO (2009). "Bat conservation and large dams: spatial changes in habitat use caused by Europe's largest reservoir", *Endangered Species Research*, 28(1/2): 61-68.

REICHARD, J. D., N. W. FULLER, A. B. BENNETT, S. R. DARLING, M. S. MORRE, 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", *Northeastern Naturalist*, 21(4): 56-59.

RICHTER, A. R., S. R. HUMPHREY, J. B. COPE et V. BRACK Jr. (1993). "Modified Cave Entrances: Thermal Effect on Body Mass and Resulting Decline of Endangered Indiana Bats (*Myotis sodalis*)", *Conservation Biology*, 7(2): 407-415.

RODENHOUSE, N. L., L. M. CHRISTENSON, D. PARRY et L. E. GREEN (2009). "Climate change effects on native fauna of northeastern forests", *Canadian Journal of Forest Research*, 39: 249-263.

ROLLINS, K. E., D. K. MEYERHOLZ, G. D. JOHNSON, A. P. CAPPARELLA et S. S. LOEW (2012). "A Forensic Investigation into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury?", *Veterinary Pathology*, 49(2): 362-371.

ROSENBERG, D. M., R. A. BODALY et P. J. USHER (1995). "Environmental and social impacts of large-scale hydro-electric development: who is listening?", *Global Environmental Change*, 5(2): 127-148.

ROSENBERG, D. M., F. BERKES, R. A. BODALY, R. E. HECKY, C. A. KELLY et J. W. M. RUDD (1997). "Large-scale impacts of hydroelectric development", *Environmental Review*, 5: 27-54.

RUEEGGER, N. (2016). "Bat Boxes – A Review of Their Use and Application, Past, Present and Future", *Acta Chiropterologica*, 18: 279-299.

RYDELL, J., A. ENTWISTLE et P. A. RACEY (1996). "Timing of Foraging Flights of Three Species of Bats in Relation to Insect Activity and Predation Risk", *Oikos*, 76(2): 243-252.

SALAFSKY, N., D. SALZER, A. J. STATTERSFIELD, C. HILTON-TAYLOR, R. NEUGARTEN, S. H. M. BUTCHART, B. COLLEN, N. COX, L. L. MASTER, S. O'CONNOR et D. WILKIE (2008). "A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions", *Conservation Biology*, 22(4): 897-911, doi: 10.1111/j.1523-1739.2008.00937.x.

SCHNITZLER, H. U. et E. K. V. KALKO (2001). "Echolocation by insect-eating bats", *BioScience*, 51: 557-569.

SEGERS, J. L. et H. G. BRODERS (2014). "Interspecific effects of forest fragmentation on bats", *Canadian Journal of Zoology*, 92: 665-673.

SENIOR, P., R. K. BUTLIN et J. D. ALTRINGHAM (2005). "Sex and segregation in temperate bats", *Proceedings of the Royal Society of London Series B – Biological Sciences*, 272: 2467-2473.

SHERWIN, H. A., W. I. MONTGOMERY et M. G. LUNDY (2012). "The impact and implications of climate change for bats", *Mammal Review*, 43(3): 171-182.

SIEMERS, B. M. et A. SCHAUB (2011). "Hunting at the highway: traffic noise reduces foraging efficiency in acoustic predators", *Proceedings of the Royal Society B*, 278: 1646-1652.

SILVIS, A., W. M. FORD, E. R. BRITZKE et J. B. JOHNSON (2014). "Association, roost use and simulated disruption of *Myotis septentrionalis* maternity colonies", *Behavioural Processes*, 103: 283-290.

SILVIS, A., W. M. FORD et E. R. BRITZKE (2015). "Effects of Hierarchical Roost Removal on Northern Long-Eared Bat (*Myotis septentrionalis*) Maternity Colonies", *PLoS ONE*, 10(1): e0116356.

STANKEY, G. H. et B. SHINDLER (2006). "Formation of Social Acceptability Judgments and Their Implications for Management of Rare and Little-Known Species", *Conservation Biology*, 20(1) :28-37.

STAWSKI, C., C. K. R. WILLIS et F. GEISER (2014). "The importance of temporal heterothermy in bats", *Journal of Zoology*, 292: 86-100.

STONE, E. L., G. JONES et S. HARRIS (2009). "Street Lighting Disturbs Commuting Bats", *Current Biology*, 19: 1123-1127.

SYME, D. M., M. B. FENTON et J. ZIGOURIS (2001). "Roosts and food supplies ameliorate the impact of a bad summer on reproduction by the bat, *Myotis lucifugus* LeConte (Chiroptera: Vespertilionidae)", *Écoscience*, 8(1): 18-25.

THOMAS, D. W., M. B. FENTON et R. M. R. BARCLAY (1979). "Social behavior of the little brown bat, *Myotis lucifugus*", *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 6: 129-136.

THOMAS, D. W., M. DORAIS et J.-M. BERGERON (1990). "Winter Energy Budgets and Cost of Arousals for Hibernating Little Brown Bats, *Myotis lucifugus*", *Journal of Mammalogy*, 71(3): 475-479.

THOMAS, D. W. et D. CLOUTIER (1992). "Evaporative water loss by hibernating Little Brown Bats, *Myotis lucifugus*", *Physiological Zoology*, 65(2): 443-456.

THOMAS, D. W. et M. DELORME (1997). *Projet de recherche sur les nichoirs à chauves-souris*, rapport final pour la Fondation de la faune du Québec et Hydro-Québec, 42 p.

THOMAS, D. W. et F. GEISER (1997). "Periodic arousals in hibernating mammals: is evaporative water loss involved?", *Functional Ecology*, 11: 585-591.

TREMBLAY, J. A. (2012). *A synthesis of bird and bat fatalities in Quebec wind facilities between 2008 and 2011*, National Wind Coordinating Collaborative – Wind Wildlife Research Meeting IX, 27-30 November 2012, Denver, Colorado (États-Unis).

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.

TUTTLE, M. (2003). "Estimating population size of hibernating bats in caves and mines", p. 31-40 dans T. O'SHEA et M. BOGAN (éditeurs), *Monitoring Trends in Bat Populations of the United States and Territories: Problems and Propsects*, USGS, Fort Collins, Colorado (États-Unis), 287 p.

TUTTLE, M. D., M. KISER et S. KISER (2013). "The bat house builder's Handbook", Bat Conservation International, Austin, Texas (États-Unis), 35 p.

TWENTE, J. W. JR. (1955). "Some Aspects of Habitat Selection and Other Behavior of Cavern-Dwelling Bats", *Ecology*, 36(4): 706-732.

USFWS (2017). *The devastating disease of hibernating bats in North America*, October 2017, United States Fish and Wildlife Services, 2 p.

USGS (2015). *Quarterly Wildlife Mortality Report January 2015 to March 2015*, U.S. Geological Survey [En ligne] [www.nwhc.usgs.gov/publications/quarterly_reports/ 2015_qtr_1.jsp] (Consulté en mars 2016).

VANDERWOLF, K., D. MCALPINE, G. FORBES et D. MALLOCH (2012). "Bat populations and cave microclimate prior to and at the outbreak of White-nose Syndrome in New Brunswick", *Canadian Field-Naturalist*, 126: 125-134.

VAN SCHAIK, J., R. JANSSEN, T. BOSCH, A.-J. HAARSMA, J. J. A. DEKKER, et B. KRANSTAUBER (2015). "Bats Swarm Where They Hibernate: Compositional Similarity between Autumn Swarming and Winter Hibernation Assemblages at Five Underground Sites", *PLoS ONE*, 10: e0130850.

VEILLEUX, J. et S. VEILLEUX (2004). "Intra-annual and interannual fidelity to summer roost areas by female eastern pipistrelles, *Pipistrellus subflavus*", *American Midland Naturalist*, 152: 196-200.

VERANT, M., J. BOYLES, W. WALDREP, G. WIBBELT et D. BLEHERT (2012). "Temperature dependent growth of *Geomyces destructans*, the fungus that causes bat WhiteNose Syndrome", *PLoS ONE*, 7(9): e46280.

VERANT, M. L., C.U. METEYER, J. R. SPEAKMAN, P. M. CRYAN, J. M. LORCH et D. S. BLEHERT (2014). "White-nose syndrome initiates a cascade of physiologic disturbances in the hibernating bat host", *BMC Physiology*, 14: 10.

VINCENOT, C. E., A. M. COLLAZO, K. WALLMO et L. KOYAMA (2015). "Public awareness and perceptual factors in the conservation of elusive species: The case of the endangered Ryukyu flying fox", *Global Ecology and Conservation*, 3: 526-540.

VINCENT, E. A. et J. O. WHITAKER Jr. (2007). "Hibernation of the Eastern Pipistrelle, *Perimyotis subflavus*, in an abandoned mine in Vermillion County, Indiana, with some information on *Myotis lucifugus*", *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 116(1): 58-65.

WALLEY, H. D. et W. L. JARVIS (1972). "Longevity record for *Pipistrellus subflavus*", *Transactions of the Illinois State Academy of Science*, 64: 305.

WARNECKE, L., J. M. TURNER, T. K. BOLLINGER, J. M. LORCH, V. MISRA, P. M. CRYAN, G. WIBBELT, D. S. BLEHERT et C. K. R. WILLIS (2012). "Inoculation of bats with European *Geomyces destructans* supports the novel pathogen hypothesis for the origin of white-nose syndrome", *PNAS*, 109(18): 6999-7003.

WARNECKE, L., J. M. TURNER, T. K. BOLLINGER, V. MISRA, P. M. CRYAN, D. S. BLEHERT, G. WIBBELT et C. K. R. WILLIS (2013). "Pathophysiology of white-nose syndrome in bats: a mechanistic model linking wing damage to mortality", *Biology Letters*, 9: 20130177.

WATT, M. E. et M. B. FENTON (1995). "DNA fingerprinting provides evidence of discriminate suckling and non-random mating in little brown bats, Myotis lucifugus", *Molecular Ecology*, 4: 261-264.

WDFW (2016). *Bat with white-nose syndrome confirmed in Washington State*, Washington Department of Fish and Wildlife [En ligne] [https://wdfw.wa.gov/news/mar3116b/] (Consulté en juillet 2016).

WEBB, P. I., J. R. SPEAKMAN et P. A. RACEY (1996). "How hot is a hibernaculum? A review of the temperatures at which bats hibernate", *Canadian Journal of Zoology*, 74: 761-765.

WEBSTER, J. M. et J. O. WHITAKER Jr. (2005). "Study of guano communities of big brown bat colonies in Indiana and neighboring Illinois counties", *Northeastern Naturalist*, 21(2): 221-232.

WHITAKER, J. O. Jr. et L. J. RISSLER (1992). "Winter activity of bats at a mine entrance in Vermillion County, Indiana", *American Midland Naturalist*, 127: 52-59.

WICKRAMASINGHE, L. P., S. HARRIS, G. JONES et N. VAUGHAN (2003). “Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification”, *Journal of Applied Ecology*, 40: 984-993.

WILCOX, A., L. WARNECKE, J. M. TURNER, L. P. MCGUIRE, J. W. JAMESON, V. MISRA, T. C. BOLLINGER et C. K. R. WILLIS (2013). “Behaviour of hibernating little brown bats experimentally inoculated with the pathogen that causes white-nose syndrome”, *Animal Behaviour*, 88: 157-164.

WILLIS, C. K. R., J. E. LANE, E. T. LIKNES, D. L. SWANSON et R. M. BRIGHAM (2005). “Thermal energetics of female big brown bats (*Eptesicus fuscus*)”, *Canadian Journal of Zoology*, 83: 871-879.

WILLIS, C. K. R. et R. M. BRIGHAM (2007). “Social thermoregulation exerts more influence than microclimate on forest roost preferences by a cavity-dwelling bat”, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62: 97-108.

WILLIS, C., A. MENZIES, J. BOYLES et M. WOJCIECHOWSKI (2011). “Evaporative water loss is a plausible explanation for mortality of bats from White-Nose Syndrome”, *Integrative and Comparative Biology*, 51: 364-373.

WOLFE, M. F., S. SCHWARZBACH et R. A. SULAIMAN (1998). “Effects of mercury on wildlife: a comprehensive review”, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 17(2): 146-160.

WU, J. G. (2016). “Detection and attribution of the effects of climate change on bat distributions over the last 50 years”, *Climatic Change*, 134(4): 681-696.

YATES, D. E., E. M. ADAMS, S. E. ANGELO, D. C. EVERS, J. SCHMERFELD, M. S. MOORE, T. H. KUNZ, T. DIVOLL, S. T. EDMONDS, C. PERKINS, R. TAYLOR et N. J. O'DRISCOLL (2014). “Mercury in bats from the northeastern United States”, *Ecotoxicology*, 23: 45-55.

YOUNGSTEADT, E., ERNST, A. F., DUNN, R. R. et S. D. FRANK (2017). “Responses of arthropod populations to warming depend on latitude: evidence from urban heat islands”, *Glob Change Biol*, 23: 1436-1447.

ZIMMERLING, J. R. et C. M. FRANCIS (2016). “Bat mortality due to wind turbines in Canada”, *Journal of Wildlife Management*, doi: 10.1002/jwmg.21128.

ANNEXE 1

Liste des sigles et des acronymes utilisés dans le document

ACIA :	Agence canadienne d'inspection des aliments
AQPER :	Association québécoise de la production d'énergie renouvelable
ARLA :	Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire
CanWEA :	Association canadienne de l'énergie éolienne
CBSA :	Certificat de bons soins aux animaux
CDPNQ :	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
COSEPAC :	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
CPA :	Comité de protection des animaux
CQSAS :	Centre québécois sur la santé des animaux sauvages
CSBQ :	Centre de la science de la biodiversité du Québec
DDT :	Dichloro-diphényl-trichloroéthane
DEL :	Lampe à diodes électroluminescentes
ECCC :	Environnement et Changement climatique Canada
FQME :	Fédération québécoise de la montagne et de l'escalade
INSPQ :	Institut national de santé publique du Québec
ISQ :	Institut de la statistique du Québec
LADTF :	Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier
LCMVF :	Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune
LCPN :	Loi sur la conservation du patrimoine naturel
LEMV :	Loi sur les espèces menacées ou vulnérables
LEP :	Loi sur les espèces en péril
LQE :	Loi sur la qualité de l'environnement
MAPAQ :	Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEFP :	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
MDDELCC :	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec
MELCC :	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec
MERN :	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MFFP :	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
MRC :	Municipalité régionale de comté
MRN :	Ministère des Ressources naturelles
MRNF :	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
MSSS :	Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec
NABat :	North American Bat Monitoring Program

ND :	Non disponible
ONG :	Organisation non gouvernementale
RCSF :	Réseau canadien de la santé de la faune
REFMVH :	Règlement sur les espèces fauniques menacées ou vulnérables et leurs habitats
RHF :	Règlement sur les habitats fauniques
RLRQ :	Recueil des lois et des règlements du Québec
SADF :	Stratégie d'aménagement durable des forêts
SEG :	Permis scientifique, éducatif ou de gestion
Sépaq :	Société des établissements de plein air du Québec
SFI :	Sites fauniques d'intérêt
SMB :	Syndrome du museau blanc
SQS :	Société québécoise de spéléologie
UICN :	Union internationale pour la conservation de la nature
UPA :	Union des producteurs agricoles
USFWS :	United States Fish and Wildlife Services (États-Unis)
USGS :	United States Geological Survey (États-Unis)
WDFW :	Washington Department of Fish and Wildlife

ANNEXE 2

Définitions des valeurs des rangs de priorité attribués par NatureServe

Les rangs de priorité G représentent la situation de l'espèce à l'échelle mondiale, N à l'échelle nationale et S à l'échelle infranationale, soit provinciale, territoriale et des États américains. Ce tableau présente les définitions des rangs discutés dans ce rapport. Il existe plusieurs autres valeurs de rangs pour les niveaux G, N et S qui sont disponibles à http://www.natureserve.org/. Lorsqu'il s'agit d'une population, le rang mondial comporte un élément « T » (ex. G4T3 ou G5T1).

Valeur	Définition du rang de priorité
1	Sévèrement en péril, ex. S1
2	En péril, ex. G2
3	Vulnérable, ex. S3
4	Largement réparti, abondant et apparemment hors de danger, mais il demeure des causes d'inquiétude à long terme, ex. S4
5	Large répartition, abondant et stabilité démontrée, ex. G5
NR	Rang non attribué, ex. SNR
U	Rang impossible à déterminer, ex. SU
H	Historique, non observé au cours des 20 dernières années (sud du Québec) ou des 40 dernières années (nord du Québec), ex. SH
?	Indique une incertitude, ex. S1?
NA	Synonyme / Hybride / Origine exotique / Présence accidentelle ou non régulière / Présence potentielle; rapportée, mais non caractérisée; rapportée, mais douteuse; signalée par erreur / Taxon existant, sans occurrence répertoriée, ou occurrences non définies, ex. SNA
S#S# ou G#G#	Intervalle de rangs de priorité (entre deux catégories précises), ex. S1S2
X	Disparu, éteint ou extirpé, ex. SX
#B	Population animale reproductrice, ex. S1B
#M	Population animale migratrice, ex. S1M
#N	Population animale non reproductrice, ex. S2N
#Q	Statut taxinomique douteux, ex. S2Q

ANNEXE 3

Désignation en vertu des lois d'autres provinces canadiennes pour chacune des espèces cibles

Petite chauve-souris brune	**Chauve-souris nordique**	**Pipistrelle de l'Est**
En Ontario, l'espèce est désignée « en voie de disparition » en vertu de la Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition (L.O. 2007, c. 6). Au Nouveau-Brunswick, elle est inscrite comme « en voie de disparition » selon la Loi sur les espèces en péril (LN-B 2012, c. 6). En Nouvelle-Écosse, elle est protégée par l'*Endangered Species Act* (SNS 1998, c. 11). Au Manitoba, elle est inscrite comme espèce en voie de disparition selon la Loi sur les espèces et les écosystèmes en voie de disparition (CPLM, c. E111).	En Ontario, l'espèce est désignée « en voie de disparition » en vertu de la Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition (L.O. 2007, c. 6). Au Nouveau-Brunswick, elle est inscrite comme « en voie de disparition » selon la Loi sur les espèces en péril (LN-B 2012, c. 6). En Nouvelle-Écosse, elle est protégée par l'*Endangered Species Act* (SNS 1998, c. 11). Au Manitoba, elle est inscrite comme espèce en voie de disparition selon la Loi sur les espèces et les écosystèmes en voie de disparition (CPLM, c. E111).	Au Nouveau-Brunswick, l'espèce est inscrite comme « en voie de disparition » selon la Loi sur les espèces en péril (LN-B 2012, c. 6). En Nouvelle-Écosse, elle est protégée par l'*Endangered Species Act* (SNS 1998, c. 11).

ANNEXE 4

Répartition des routes d'écoute du réseau d'inventaire acoustique Chirops au Québec