

# **Inventaire acoustique des chiroptères pour le projet éolien Les Jardins**

---

## **Rapport sectoriel - Projet éolien**

FEVRIER 2025

Pour le Groupe Conseil UDA inc. et le MELCCFP

Préparé par :



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fabianek', is positioned above a horizontal line.

François Fabianek, biologiste, PhD.

## Équipe de réalisation

### Groupe Conseil UDA Inc.

Adèle Lamarche, biol., M. Sc.

Directrice principale

Geneviève Brouillet-Gauthier, biol., M. Sc.

Chargée de projet

### Solutions WavX inc.

François Fabianek, biol. PhD

Spécialiste des chiroptères

Antoine le Blet, Tech. faune

Aide terrain, spécialiste des chiroptères

N° révision	Date	Description de la modification
01	2024-11-12	Version préliminaire
02	2025-01-22	Seconde version préliminaire
03	2025-02-05	Version finale

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Localisation de la zone d'inventaire.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Démarche méthodologique .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Espèces potentiellement présentes.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<b>Inventaire acoustique.....</b>	<b>7</b>
3.2.1	<i>Déroulement de l'inventaire acoustique fixe .....</i>	<i>7</i>
3.2.2	<i>Effort d'inventaire .....</i>	<i>9</i>
3.2.3	<i>Conditions météorologiques.....</i>	<i>10</i>
3.2.4	<i>Procédure d'identification acoustique .....</i>	<i>10</i>
3.2.5	<i>Indice d'activité nocturne.....</i>	<i>11</i>
<b>3.3</b>	<b>Inventaires complémentaires potentiels en 2025.....</b>	<b>11</b>
3.3.1	<i>Structures naturelles et anthropiques .....</i>	<i>11</i>
3.3.2	<i>En période de reproduction .....</i>	<i>12</i>
3.3.3	<i>En période de migration .....</i>	<i>12</i>
<b>4</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<b>Espèces identifiées acoustiquement .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2</b>	<b>Variations d'activité nocturne .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>Espèces identifiées acoustiquement .....</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>Enjeux de conservation pour les espèces en péril .....</b>	<b>18</b>
<b>5.3</b>	<b>Inventaire complémentaire des habitats de repos potentiels en 2025 .....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Références .....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>23</b>

## Liste des cartes

Carte 1. Localisation des 5 stations d'inventaire de chiroptères dans la zone d'inventaire.....	5
-------------------------------------------------------------------------------------------------	---

## Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des espèces susceptibles d'être présentes ou recensées dans la zone d'inventaire incluant leur statut de conservation fédéral et provincial .....	6
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

## Liste des photographies

Photo 1. Station fixe STC_01 (avec un SM-Mini Bat) localisée en bordure d'un cours d'eau intermittent en lisière boisée. ....	7
Photo 2. Station fixe STC_02 (avec un SM-Mini Bat) localisée en bordure d'un plan d'eau artificiel dans une trouée forestière. ....	7
Photo 3. Station fixe STC_03 (avec un SM-Mini Bat) localisée en lisière d'un linéaire boisé arbustif à proximité d'un plan d'eau artificiel. ....	8
Photo 4. Station fixe STC_04 (avec un SM-Mini Bat) localisée en lisière d'un linéaire boisé arbustif à proximité d'un peuplement forestier. ....	8
Photo 5. Station fixe STC_05 (avec un SM-Mini Bat) localisée en lisière boisée à proximité d'un plan d'eau artificiel. ....	8

## Annexes

Annexe 1. Relevés de températures moyennes ( $\pm$ écarts-types) par station fixe durant les périodes de reproduction et de migration des chiroptères ainsi que le nombre de passages cumulés par station et par genre ou espèce dans la zone d'inventaire. ....	23
Annexe 2. Sonagrammes de chauve-souris cendrée ( <i>Lasiurus cinereus</i> ) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire.. ....	23
Annexe 3. Sonagrammes de petite chauve-souris brune ( <i>Myotis lucifugus</i> ) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire. ....	24
Annexe 4. Sonagrammes de chauve-souris rousse ( <i>Lasiurus borealis</i> ) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire. ....	24
Annexe 5. Sonagrammes de chauve-souris argentée ( <i>Lasionycteris noctivagans</i> ) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire. ....	25
Annexe 6. Sonagrammes de grande chauve-souris brune ( <i>Eptesicus fuscus</i> ) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire. ....	25

# 1 Introduction

Le projet de parc éolien Les Jardins (ci-après « projet ») est situé sur plusieurs tenures privées des municipalités de Saint-Patrice-de-Sherrington, Saint-Édouard, Saint-Michel et du Canton de Hemmingford dans la MRC des Jardins-de-Napierville. Ce parc éolien comprendra 21 éoliennes d'une puissance unitaire de 7 MW (avec une hauteur de 118 m et un rotor de 163 m) pour une puissance totale installée de 147 MW.

Ce projet étant assujéti à l'obtention d'une autorisation ministérielle en vertu de l'article 31.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, une étude d'impact doit être réalisée selon la procédure d'évaluation et d'examen des impacts prévue par la Loi. Des campagnes d'inventaire dans la zone d'inventaire du projet doivent par conséquent être réalisées afin de déterminer l'impact sur plusieurs espèces cibles, incluant les chiroptères.

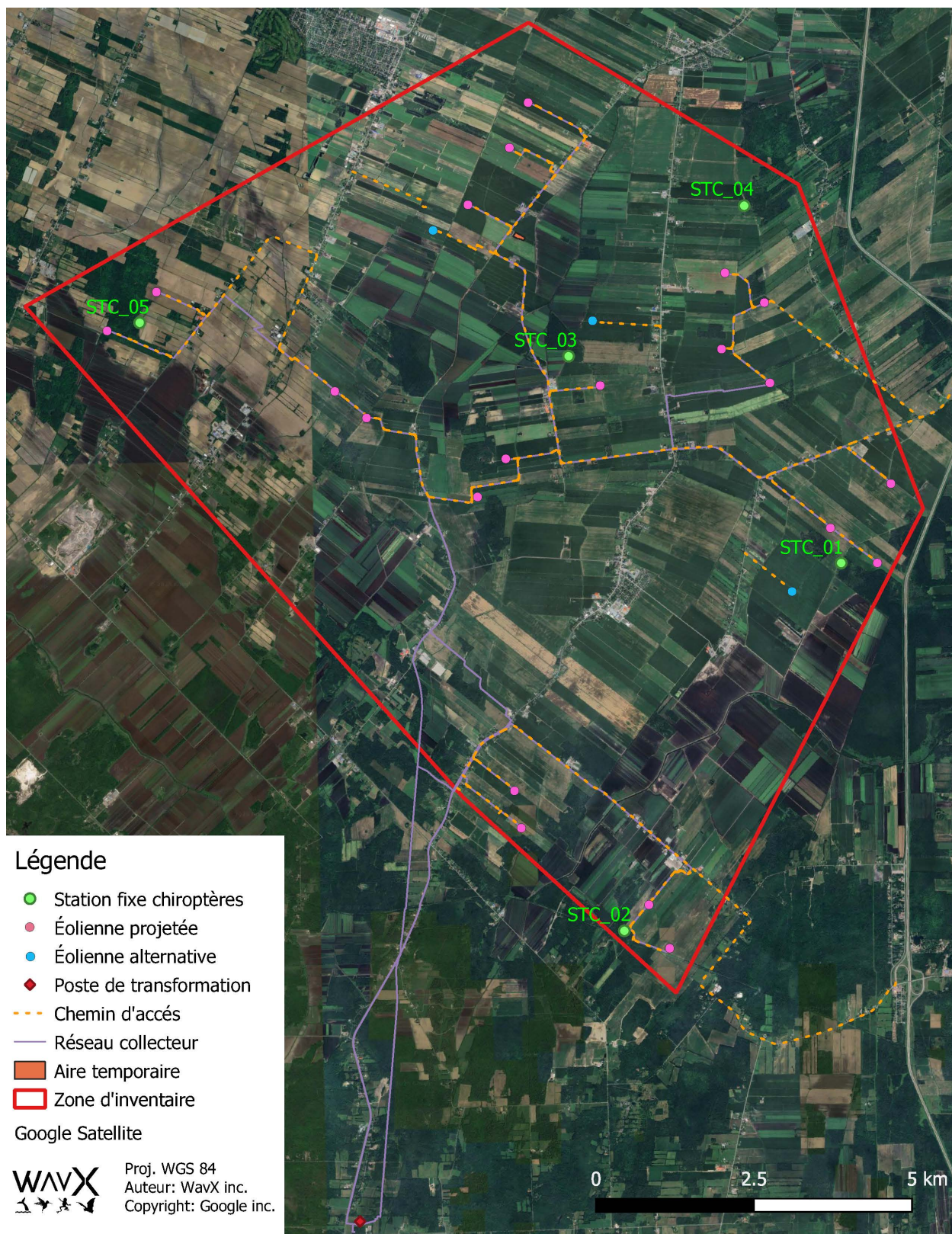
Solutions WavX inc. a été mandaté par Groupe Conseils UDA inc. pour réaliser les inventaires de chiroptères, incluant un inventaire acoustique par stations fixes, qui ont pour but de dresser le portrait des espèces présentes et de leur activité nocturne dans la zone d'inventaire. Ces inventaires ont été réalisés conformément aux méthodes préconisées dans les protocoles de référence en vigueur des ministères concernés (MRNF 2008; Charbonneau *et al.* 2023).

Ce protocole est basé sur les documents de référence cités précédemment et détaille les inventaires de chiroptères, qui ont quatre objectifs :

1. Décrire l'utilisation du secteur d'implantation du projet par les chiroptères durant les périodes de reproduction et de migration, incluant la présence et l'activité nocturne par espèce, par station et par période d'inventaire;
2. Vérifier la présence dans le secteur d'implantation du projet d'espèces de chiroptères en situation précaire, incluant la présence et l'activité nocturne par espèce, station et par période d'inventaire;
3. Établir un état de référence des espèces recensées et de l'activité nocturne à chaque station d'inventaire fixe, pour l'évaluation des impacts du parc éolien sur les chiroptères;
4. Vérifier les secteurs de forte activité nocturne aux stations inventoriées. Ces secteurs feront éventuellement l'objet d'inventaires complémentaires (pour les maternités et hibernacles potentiels) en cas de forte activité enregistrée pour les espèces concernées.

## **2 Localisation de la zone d'inventaire**

La zone d'inventaire, d'une superficie d'environ 110 km<sup>2</sup>, est située principalement sur des tenures privées à dominance agricole dans la région de la Montérégie, à une vingtaine de kilomètres au sud-ouest du noyau urbain de l'île de Montréal (Carte 1). Le positionnement des stations fixes a été établi sur les tenures privées pour lesquelles les autorisations d'accès ont été accordées (Carte 1).



**Carte 1. Localisation des 5 stations d'inventaire de chiroptères dans la zone d'inventaire**



### 3 Démarche méthodologique

#### 3.1 Espèces potentiellement présentes

Le protocole d'inventaire cible les huit espèces de chiroptères recensées dans la province du Québec. L'aire d'étude comprend potentiellement les huit espèces de chiroptères sur la base de leur aire de répartition connue dans la province du Québec (Jutras *et al.* 2012; Naughton 2012) et d'inventaires antérieurs réalisés dans la MRC de . Ces huit espèces sont listées au Tableau 1 avec leurs statuts de conservation. À l'exception de la grande chauve-souris brune, toutes ces espèces possèdent un statut particulier de conservation selon les lois provinciale ou fédérale (Tableau 1). Deux espèces sont désignées menacées (M) en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (loi fédérale), trois espèces se trouvent également sur la liste des espèces désignées menacées ou vulnérables du Québec (EMV) et deux espèces se trouvent sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables du Québec (ESDMV) en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (loi provinciale).

**Tableau 1. Liste des espèces susceptibles d'être présentes ou recensées dans la zone d'inventaire incluant leur statut de conservation fédéral et provincial**

Nom scientifique	Nom commun	Statut fédéral**	Statut provincial*
Chauve-souris brune	<i>Eptesicus fuscus</i>	–	–
Chauve-souris argentée	<i>Lasionycteris noctivagans</i>	–	ESDMV
Chauve-souris rousse	<i>Lasiurus borealis</i>	–	EMV
Chauve-souris cendrée	<i>Lasiurus cinereus</i>	–	ESDMV
Petite chauve-souris brune	<i>Myotis lucifugus</i>	M	EMV
Chauve-souris nordique	<i>Myotis septentrionalis</i>	M	EMV
Chauve-souris pygmée	<i>Myotis leibii</i>	–	ESDMV
Pipistrelle de l'Est	<i>Perimyotis subflavus</i>	M	EMV

\*ESDMV= susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable; EMV= menacée ou vulnérable

\*\*M =menacée



## 3.2 Inventaire acoustique

### 3.2.1 Déroutement de l'inventaire acoustique fixe

L'inventaire acoustique est une approche permettant de dresser un portrait rapide et représentatif des espèces présentes dans un habitat donné pendant une période de temps bien définie (Brigham *et al.* 2004; Kunz & Parsons 2009). Cette approche ne permet toutefois pas de statuer sur le nombre, le sexe, ou le statut reproducteur des individus enregistrés (Brigham *et al.* 2004). La présence et l'activité nocturne des chiroptères seront documentées dans la zone d'inventaire du projet via un inventaire acoustique par stations fixes. Cet inventaire a été effectué durant la période de reproduction (soit en juin et juillet 2024) et de migration automnale des chiroptères (soit en août et septembre 2024), conformément aux protocoles en vigueur au Québec (MRNF 2008; Charbonneau *et al.* 2023).

Les stations d'inventaire ont été installées au sein des habitats d'alimentation, d'abreuvement et de dispersion les plus attractifs pour les chiroptères (Carte 1) qui sont localisés à proximité des emplacements projetés des éoliennes. Les chiroptères s'alimentent majoritairement d'insectes nocturnes à moins de 10 km de leurs habitats de repos diurnes en période de reproduction estivale (Fabianek 2015) et durant la migration automnale. Les habitats d'alimentation et les corridors de dispersion privilégiés sont généralement situés le long des sentiers forestiers, des lisières boisées ou riveraines (Grindal, Morissette & Brigham 1999; Ford *et al.* 2005), en bordure des points d'eau et des milieux humides (Grindal, Morissette & Brigham 1999; Fabianek, Gagnon & Delorme 2011), ainsi que le long des cours d'eau (McCain 2007). Les points d'eau et cours d'eau calmes sont également utilisés par les chiroptères pour s'abreuver à la pénombre (Kurta 2001).



**Photo 1. Station fixe STC\_01 (avec un SM-Mini Bat) localisée en bordure d'un cours d'eau intermittent en lisière boisée.**



**Photo 2. Station fixe STC\_02 (avec un SM-Mini Bat) localisée en bordure d'un plan d'eau artificiel dans une trouée forestière.**



**Photo 3. Station fixe STC\_03 (avec un SM-Mini Bat) localisée en lisière d'un linéaire boisé arbustif à proximité d'un plan d'eau artificiel.**



**Photo 4. Station fixe STC\_04 (avec un SM-Mini Bat) localisée en lisière d'un linéaire boisé arbustif à proximité d'un peuplement forestier.**



**Photo 5. Station fixe STC\_05 (avec un SM-Mini Bat) localisée en lisière boisée à proximité d'un plan d'eau artificiel.**

### 3.2.2 Effort d'inventaire

Selon les recommandations du protocole du MRNF (2008), l'effort minimal exigé serait de 3 stations fixes pour 21 éoliennes, considérant qu'il faille placer au minimum deux stations fixes pour 10 éoliennes avec une station fixe toute les 10 éoliennes supplémentaires. Toutefois, considérant la surface importante de la zone d'inventaire, c'est un total de 5 stations fixes d'enregistrement qui ont été déployées en 2024 pour ce projet (Carte 1). Pour ce faire des détecteurs d'ultrasons de marque SM-Mini Bat (Wildlife Acoustics) ont été utilisés pour enregistrer les signaux de chiroptères en format de spectre complet, chacun disposé à une des 5 stations fixes réparties en bordure de peuplements forestiers matures résiduels et de milieux hydriques tels que les plans d'eau artificiels localisés dans une interface à dominance agricole (Carte 1). Chaque détecteur était muni d'un microphone semi-directionnel et positionné sur un tronc d'arbre à environ 2 à 3 m du sol. Les détecteurs ont été programmés pour enregistrer les signaux des chiroptères toute la nuit, du coucher au lever du soleil civil<sup>1</sup> (Charbonneau *et al.* 2023), afin de couvrir l'ensemble de l'activité nocturne et ainsi maximiser les chances de détection des chiroptères. Des paramètres de filtrage acoustique tels qu'un filtre passe-haut de 16 kHz et un seuil de déclenchement fixé à 18 dB au-dessus du bruit de fond avec un signal d'une durée minimale de 1,5 msec ont été utilisés durant l'enregistrement pour éviter d'enregistrer des sons ou du bruit de fond ne contenant pas de signaux de chiroptères.

Les détecteurs ont été placés sur le terrain de juin à septembre, avec un enregistrement nocturne en continu programmé du 10 juin au 20 juillet 2024 pour la période de reproduction et un second échantillonnage réalisé du 15 août au 27 septembre 2024 pour la période de migration des chiroptères (Charbonneau *et al.* 2023). L'effort d'échantillonnage était en moyenne de 7 heures d'enregistrement par nuit (soit environ 6h en période de reproduction et 8 h en migration du fait des variations estivales de la durée d'ensoleillement), représentant un effort total de 581 heures d'enregistrement par station fixe, réparties sur 83 nuits durant les deux périodes d'inventaires, soit 40 nuits en période de reproduction (40 nuits x 7h = 280h d'enregistrement cumulé par station) et 43 nuits en période de migration automnale (43 nuits x 7h = 301h d'enregistrement cumulé par station).

La variabilité temporelle dans les données acoustiques étant relativement importante pour les chiroptères en fonction des variations climatiques (en particulier les précipitations et la température ambiante), il est nécessaire d'échantillonner davantage de nuits par période que ce qui est exigé minimalement par le protocole du MRNF (2008) et ce, afin d'obtenir un minimum de 5 nuits d'inventaires avec des conditions climatiques adéquates pour les analyses. Ainsi, l'effort cumulé par station sera ici de 581 heures d'enregistrement réparties sur 83 nuits (soit 40 nuits en reproduction et 43 autres en migration) au lieu des 160 heures réparties sur 20 nuits (soit 10 nuits en reproduction et 10 autres en migration) tel qu'exigé minimalement par le protocole du MRNF (2008).

Pour chaque période, l'effort a été subdivisé en deux sous-blocs d'inventaire (1<sup>er</sup> bloc d'inventaire de 20 nuits en juin et second bloc de 20 nuits en juillet pour la période de reproduction, puis, troisième bloc de 20 nuits en août et quatrième bloc de 23 nuits en septembre pour la période de migration automnale), conformément aux protocoles du MRNF

---

<sup>1</sup> Le crépuscule civil correspond au moment de la soirée où le disque solaire est à 6° au-dessous de l'horizon

(2008) et Charbonneau *et al.* (2023). Passé la période de reproduction, les détecteurs ont été inspectés au début du mois d'août afin de changer les batteries et télécharger les données de la première période d'inventaire. Ils ont ensuite été laissés sur place afin de reprendre l'inventaire acoustique de manière autonome de la mi-août jusqu'à la fin-septembre 2024 pour couvrir les deux derniers blocs d'inventaires en période de migration, tel qu'indiqué dans le protocole d'inventaire des chiroptères du MRNF (2008).

### 3.2.3 Conditions météorologiques

Tous les enregistrements ont été analysés sans tenir compte des conditions météorologiques lors des inventaires. Toutefois les conditions météorologiques ont été relevées afin de valider que l'inventaire a bien été effectué dans des conditions optimales. Ces conditions se caractérisent par l'absence de précipitation, sans vent ou avec présence de vents faibles (< 20 km/h) et avec une température ambiante supérieure à 15°C (Erickson & West 2002; Charbonneau *et al.* 2023). Des capteurs de température ont été intégrés aux détecteurs d'ultrasons à cet effet. Les données climatiques de température ambiante, d'humidité relative, de précipitation et de vitesse du vent ont également été obtenues à l'aide d'une station météo portative (WS-2902) installée à moins de 100 m de la station STC\_03 (Carte 1).

### 3.2.4 Procédure d'identification acoustique

Les enregistrements contenant des signaux d'écholocation de chiroptères ont été convertis au format Zero-Crossing et filtrés à l'aide du logiciel Kaléidoscope (version 5.6.8, Wildlife Acoustics) avant d'être analysés sous la forme de sonagrammes à l'aide du logiciel AnalookW (version 5.2g, Titley Scientific). Un sonagramme est une représentation du signal d'écholocation qui tient compte des variations de fréquences du signal en fonction du temps. Cette représentation a permis d'identifier les chiroptères enregistrés sur la zone d'inventaire selon le genre ou l'espèce. L'identification des espèces ou du groupe d'espèces a été faite en comparant les paramètres acoustiques des sonagrammes enregistrés avec des paramètres de référence issus d'une sonothèque des chiroptères du Québec (Solutions WavX Inc). Cette sonothèque comprend des milliers de sonagrammes pour lesquels l'espèce a été confirmée visuellement.

Un total de 18 paramètres acoustiques ont été extraits automatiquement des sonagrammes après l'application d'un filtre intégré au logiciel AnalookW. Ce processus de filtrage permet d'écarter le bruit de fond et les échos avant d'effectuer l'extraction automatique des paramètres acoustiques (Clement *et al.* 2014). Une fois extraits, les paramètres acoustiques ont été comparés statistiquement aux paramètres de références à l'aide de l'algorithme de classification *Extremely Randomized Trees* (Extra Trees, version 1.0.5) disponible avec le logiciel R (Geurts, Ernst & Wehenkel 2005). Ces comparaisons permettent de générer un indice de classification (de 0 à 1) des sonagrammes sur lequel se baser pour valider manuellement la fiabilité des identifications (Russo & Voigt 2016). Toutes les identifications de sonagrammes ont été validées visuellement par un biologiste expert dans l'analyse acoustique des chiroptères du Québec qui détient plus de 18 ans d'expérience dans ce domaine.

Certains sonagrammes sont difficiles à identifier en raison de la forte ressemblance des signaux d'écholocation entre les espèces. C'est le cas de la grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*), dont la majorité des sonagrammes se confondent avec ceux de la chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*) (Fabianek, Gagnon & Delorme 2011). C'est également le cas des chiroptères du genre *Myotis* dont certains sonagrammes de petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*) se confondent avec ceux de la chauve-souris nordique (*Myotis*

*septentrionalis*) et de la chauve-souris pygmée (*Myotis leibii*). La possibilité de différencier les chiroptères à partir de leurs sonagrammes dépend grandement du degré d'obstruction de l'habitat forestier dans lequel ont été réalisés les enregistrements (Broders, Findlay & Zheng 2004). Les signaux difficilement identifiables à l'espèce sont habituellement regroupés dans des classes intermédiaires comprenant deux à trois espèces. Le complexe *Myotis* spp comprend ainsi les trois espèces du genre *Myotis* (c.-à-d., la petite chauve-souris brune, la chauve-souris nordique et la chauve-souris pygmée). Les signaux difficilement identifiables entre la grande chauve-souris brune et la chauve-souris argentée sont également regroupés dans le complexe d'espèces « grande chauve-souris brune/chauve-souris argentée ». D'autres signaux d'écholocation difficilement identifiables du fait de leur mauvaise qualité ont été regroupés dans la catégorie des signaux non identifiés.

### 3.2.5 Indice d'activité nocturne

L'activité nocturne des chiroptères a été exprimée par le nombre de passages cumulés par espèce ou groupe d'espèces et par nuit d'inventaire. Un passage a été défini comme une séquence d'au moins trois signaux d'écholocation comprise dans un intervalle de 5 à 15 secs d'enregistrement (Kunz *et al.* 2007a). Les passages de chiroptères comprenant moins de trois signaux d'écholocation ont été regroupés dans la catégorie des signaux non identifiés. Cet indice d'activité nocturne ne permet pas de se prononcer sur l'abondance des populations, ni sur le sexe ou sur le nombre d'individus présents durant l'inventaire acoustique (Hayes 2000; Kunz *et al.* 2007b). Il permet toutefois de comparer le niveau d'activité nocturne entre les stations d'inventaire pour l'ensemble des espèces et groupe d'espèces recensées, sur plusieurs années d'inventaires, lors d'un programme de suivi par exemple.

## 3.3 Inventaires complémentaires potentiels en 2025

### 3.3.1 Structures naturelles et anthropiques

Les espèces de chauves-souris arboricoles, comme la chauve-souris cendrée et la chauve-souris rousse utilisent essentiellement le feuillage des arbres et des arbustes comme sites de repos diurne ou comme site de maternage pour les femelles reproductives (Tremblay & Jutras 2010). Les chauves-souris cavicoles comme la chauve-souris argentée, la chauve-souris nordique, la petite chauve-souris brune et la grande chauve-souris brune utilisent des abris sous l'écorce, des cavités d'arbres matures et d'arbres morts sur pied et nécessitent un réseau de plusieurs arbres-gîtes disponibles sur une superficie généralement inférieure à 1 ha (Barclay & Kurta 2007). Les femelles reproductives se regroupent habituellement pour former de petites colonies (généralement supérieure à 5 individus) dans les cavités d'arbres creux hormis la chauve-souris argentée dont les femelles sont généralement solitaires (Barclay & Kurta 2007). Les chauves-souris cavicoles comme la chauve-souris nordique, la petite chauve-souris brune et la grande chauve-souris brune utilisent également des bâtiments comme les granges et habitations, mais aussi les dortoirs artificiels (tels que les dortoirs à 4 ou 5 chambres, les dortoirs roquette ou les condominiums à chiroptères) comme site de repos en saison estivale et comme sites de maternage dans le cas des femelles reproductives (Fabianek, Froidevaux & Provost 2016).

Un pic d'activité nocturne (tel que défini par Adams *et al.* (2015)) pourrait potentiellement être associé à la qualité d'un habitat d'alimentation et/ou à la présence éventuelle d'un site de reproduction de chiroptères résidents à proximité impliquant une colonie de maternage. Dans le cas d'un pic d'activité nocturne relevé uniquement en période de migration, la station fixe pourrait éventuellement être localisée dans un corridor fonctionnel de dispersion des

chiroptères ou la présence éventuelle d'un site d'hibernation à proximité. Ainsi, des inventaires complémentaires pourraient être réalisés advenant (un ou) plusieurs pics d'activité nocturne afin de valider le potentiel, voir, la présence d'habitats de repos et de reproduction dans les structures naturelles et anthropiques localisées dans un rayon de 500 m des stations fixes concernées.

### 3.3.2 En période de reproduction

Dans le cas d'un pic d'activité nocturne décelé à une station fixe en période de reproduction, un inventaire des bâtiments et des arbres potentiels seront effectués dans un rayon de 500 m de la station selon l'écologie de l'espèce considérée. Dans le cas d'une espèce migratrice strictement arboricole (soit la chauve-souris cendrée et la chauve-souris rousse qui nichent exclusivement dans le feuillage des arbres sans former de colonies estivales), une évaluation du potentiel d'habitats de repos sera effectuée à l'aide des photographies aériennes et des cartes informatisées des peuplements forestiers alentour.

Dans le cas d'un pic d'activité décelé pour les chauves-souris cavicoles (incluant la chauve-souris argentée, les chauves-souris du genre *Myotis* et la grande chauve-souris brune), une évaluation du potentiel d'habitats de repos sera conduite sur le terrain en inspectant les arbres morts sur pieds et les arbres à cavités à la recherche d'emplacements disponibles pour les chiroptères. Un arbre sera considéré potentiel s'il présente une hauteur  $\geq 3$  m, un diamètre à hauteur de poitrine  $\geq 20$  cm avec présence d'une cavité au minimum ou d'une anfractuosité dans le tronc ou d'écorce soulevée sur le tronc (Fabianek 2015). Les arbres potentiels seront inspectés en journée au sein des peuplements résiduels matures et surannés, le long des lisières boisées de trouées et de bordures de plans d'eau et de milieux humides ouverts à l'aide d'un transect à pied dans un rayon de 500 m de la station fixe. Les arbres présentant un potentiel d'habitat de repos ou de maternage seront photographiés et géolocalisés à l'aide d'un GPS afin d'obtenir leur densité à l'échelle du peuplement forestier. Dans le cas de traces d'occupation caractérisées par la présence de guano de chiroptères sur le tronc ou au pied d'une cavité accessible visuellement, l'inventaire journalier sera complété d'un inventaire nocturne en période de reproduction afin de confirmer la présence, comptabiliser les individus et identifier l'espèce acoustiquement conformément au protocole ministériel en vigueur pour la validation et le décompte d'une colonie de maternage (MFFP 2014a; MFFP 2014b).

Enfin, pour les espèces cavicoles qui utilisent également des structures anthropiques comme habitats de repos et de maternage (telles que les chauves-souris du genre *Myotis* et la grande chauve-souris brune), un inventaire des bâtiments sera également effectué dans un rayon de 500 m alentour de la station fixe présentant le pic d'activité. Cet inventaire sera effectué uniquement pour les bâtiments localisés à moins de 1 km d'un plan d'eau dont l'autorisation de visite aura été obtenue préalablement auprès des propriétaires. L'inspection du bâtiment sera effectuée en journée à la recherche d'anfractuosités et de traces d'utilisations caractérisées par des dépôts de guano sur les murs et au pied du bâtiment. Advenant que des indices de présence de chiroptères soient observés, un inventaire nocturne en période de reproduction sera effectué afin de confirmer la présence, comptabiliser les individus et identifier l'espèce acoustiquement conformément aux protocoles ministériels en vigueur pour la validation et le décompte d'une colonie de maternage (MFFP 2014a; MFFP 2014b).

### 3.3.3 En période de migration

Dans le cas d'un pic d'activité nocturne décelé à une station fixe en période de migration, une évaluation du potentiel d'habitat d'hibernation ou de dispersion sera effectuée dans un rayon de

1 km de la station selon l'écologie de l'espèce considérée. Dans le cas d'une espèce migratrice (soit la chauve-souris cendrée, la chauve-souris rousse et la chauve-souris argentée), une évaluation du potentiel d'habitat de dispersion sera effectuée à l'aide des photographies aériennes et des cartes informatisées des peuplements forestiers alentour.

Dans le cas d'une espèce résidente (soit les chauves-souris du genre *Myotis* et la grande chauve-souris brune) une évaluation du potentiel d'habitat d'hibernation sera effectuée dans un rayon de 1 km de la station fixe à l'aide de relevés topographiques détaillés (1/1500) issus du Lidar, de relevés géomorphologiques de la région et d'une consultation de la banque de données provinciale des cavités souterraines de la Société québécoise de spéléologie. En présence d'un fort potentiel de sites d'hibernations limitrophe, un inventaire complémentaire en journée sera effectué sur le terrain à la recherche de formations rocheuses propices à l'hibernation des chiroptères.



## 4 Résultats

### 4.1 Espèces identifiées acoustiquement

Les résultats obtenus sont synthétisés par espèce ou groupes d'espèces et par station d'inventaire dans le Tableau 2. Cet inventaire confirme la présence de cinq des huit espèces de chiroptères potentiellement présentes dans la région de la Montérégie, soit la grande chauve-souris brune, la chauve-souris argentée, la chauve-souris cendrée, la chauve-souris rousse et la petite chauve-souris brune. La pipistrelle de l'Est, la chauve-souris pygmée et la chauve-souris nordique n'ont pas été identifiées acoustiquement durant cet inventaire (Tableau 2). La diversité d'espèces recensées était comparable durant les périodes de reproduction et de migration automnale. Cette diversité variait toutefois d'une station d'inventaire à l'autre avec la petite chauve-souris brune qui a été recensée uniquement aux stations STC\_02 et STC\_03.

Sur l'ensemble de la zone d'inventaire et pour la durée totale de l'inventaire acoustique, la chauve-souris cendrée a été l'espèce la plus active avec un total de 2897 passages enregistrés, suivie de la grande chauve-souris brune (avec 2755 passages cumulés), de la chauve-souris rousse (avec 1497 passages cumulés), de la chauve-souris argentée (avec 1306 passages cumulés) et de la petite chauve-souris brune (avec 54 passages cumulés). S'ajoutent à cela 37201 passage du complexe grande brune/argentée, 269 passages cumulés du genre *Myotis* et 5485 passages cumulés de chiroptères dont le genre et l'espèce n'ont pu être identifiés (Tableau 2).

### 4.2 Variations d'activité nocturne

L'activité nocturne de l'ensemble des espèces recensées était très différente d'une station à l'autre, avec une plus forte activité aux stations STC\_05, STC\_03, STC\_02 en particulier, la station STC\_05 qui présente plus de 40% des passages enregistrés durant cet inventaire. Ces variations sont principalement imputables au complexe d'espèces grande brune / argentée qui représente la grande majorité des passages enregistrés (Tableau 2). Un pic d'activité du complexe d'espèces grande brune / argentée peut être considéré à la station STC\_05 puisqu'il est largement au-dessus de la médiane de passages (Adams *et al.* 2015) pour l'ensemble des stations d'inventaire. L'activité nocturne enregistrée pour toutes les espèces confondues en période de reproduction était 6 fois plus importante comparativement à la période de migration.

L'inventaire acoustique de 83 nuits comptait en moyenne 132 passage de chiroptères par nuit (écart-type  $\pm 177$  passage) pour un total de 51464 passages cumulés pour toute la période d'inventaire, toutes espèces confondues. Cette moyenne de passages par nuit était élevée comparativement à d'autres inventaires antérieurs réalisés dans la région de la Montérégie. L'inventaire acoustique de 40 nuits comptait en moyenne 190 passage de chiroptères par nuit (écart-type  $\pm 196$  passage) pour un total de 43951 passages cumulés pour toutes espèces confondues en période de reproduction. En période de migration automnale, l'inventaire de 43 nuits comptait en moyenne 77 passage de chiroptères par nuit (écart-type  $\pm 135$  passage) pour un total de 7513 passages cumulés pour toutes espèces confondues (Tableau 2).

**Tableau 1. Résultats de l'inventaire acoustique des chiroptères réalisé en périodes de migration dans la zone d'inventaire.**

Nom scientifique	Nom commun	Passages STC_01	Passages STC_02	Passages STC_03	Passages STC_04	Passages STC_05	Passages totaux pour l'inventaire
<i>Eptesicus fuscus</i>	Grande chauve-souris brune	226	1166	649	266	448	2755
<i>Eptesicus - noctivagans</i>	Grande brune - argentée	902	7336	9104	2164	17695	37201
<i>Lasiurus borealis</i> <sup>Δ</sup>	Chauve-souris rousse	615	276	37	146	423	1497
<i>Lasiurus cinereus</i> <sup>°</sup>	Chauve-souris cendrée	99	851	104	609	1234	2897
<i>Lasionycteris noctivagans</i> <sup>°</sup>	Chauve-souris argentée	155	393	189	183	386	1306
<i>Myotis leibii</i>	Chauve-souris pygmée	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis lucifugus</i> <sup>Δ*</sup>	Petite chauve-souris brune	0	51	3	0	0	54
<i>Myotis septentrionalis</i> <sup>Δ*</sup>	Chauve-souris nordique	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis</i> Spp	Chauves-souris du genre <i>Myotis</i>	17	227	5	3	17	269
<i>Perimyotis subflavus</i> <sup>Δ*</sup>	Pipistrelle de l'Est	0	0	0	0	0	0
Spp	Non identifiées	465	439	1425	977	2179	5485
<b>Total</b>		<b>2479</b>	<b>10739</b>	<b>11516</b>	<b>4348</b>	<b>22382</b>	<b>51464</b>

**Notes :**

\*Espèces inscrites sur le Registre public des espèces en péril. Annexe 1 (paragraphe 2(1), 42(2) et 68(2)) de la liste des espèces en péril. Gouvernement du Canada.  
<https://www.canada.ca/en/environnement-climate-change/services/species-risk-act-accord-funding/listing-process/wildlife-schedule-1.html> (Page consultée le 29 juin 2024)

<sup>°</sup> Espèces inscrites sur la liste des espèces de la faune susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (2024).  
<https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/gestion-faune-habitats-fauniques/especes-fauniques-menacees-vulnerables/liste> (Page consultée le 29 juin 2024)

<sup>Δ</sup> Espèces inscrites sur la liste des espèces de la faune désignées menacées ou vulnérables au Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (2024).  
<https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/gestion-faune-habitats-fauniques/especes-fauniques-menacees-vulnerables/liste> (Page consultée le 29 juin 2024)

<sup>°</sup> Les résultats sont donnés en nombre de passages cumulés pour toutes les nuits d'inventaire (soit 83 nuits au total).

## 5 Discussion

### 5.1 Espèces identifiées acoustiquement

La présence de cinq des huit espèces susceptibles d'être recensées dans la région de la Montérégie (Jutras & Vasseur 2010; Jutras *et al.* 2012) a été confirmée dans la zone d'inventaire (Tableau 2), durant cet inventaire effectué en périodes de reproduction et de migration. La chauve-souris cendrée, la grande chauve-souris brune et la chauve-souris argentée sont les trois espèces qui ont été les plus actives acoustiquement, suivies de la chauve-souris rousse et de la petite chauve-souris brune qui était l'espèce la moins active. Une majorité de passages enregistrés a été classée dans le complexe grande chauve-souris brune ou chauve-souris argentée, mais il ne fut pas possible de déterminer l'espèce précisément (Tableau 2). Bien que les deux espèces soient présentes dans la région de la Montérégie, la grande chauve-souris brune devrait en principe être beaucoup plus présente dans la zone d'inventaire et il semble plus probable que la majorité des signaux classés dans ce complexe d'espèces étaient issus de cette espèce qui est moins forestière et davantage retrouvée dans les habitats péri-urbains à dominance agricole (Agosta 2002), ce qui est moins le cas de la chauve-souris argentée (Kurta & Baker 1990). Aucun enregistrement n'a pu permettre de valider la présence de chauve-souris pygmée et de chauve-souris nordique hors de tout doute raisonnable du fait de leur fort chevauchement acoustique avec la petite chauve-souris brune. Il est possible que certains signaux classés au genre *Myotis* soient attribuables à la chauve-souris pygmée et la chauve-souris nordique et bien qu'elles soient plus sensibles à la fragmentation des habitats forestiers résiduels (Johnson *et al.* 2012), leur présence devrait être considérée comme probable puisque la zone d'inventaire chevauche leur aire de répartition géographique (Jutras & Vasseur 2010; Jutras *et al.* 2012; ERCSQ 2019).

La petite chauve-souris brune qui a été recensée dans l'aire d'étude est avec la chauve-souris nordique et la pipistrelle de l'Est, considérée en voie de disparition au Canada et menacée au Québec (Gouvernement du Canada 2018; ERCSQ 2019). La pipistrelle de l'Est, la chauve-souris nordique et la petite chauve-souris brune sont également considérées comme des espèces forestières, habituellement retrouvées en chasse sous le couvert forestier, dans les sentiers et en lisière boisée aux abords des points d'eau (Henderson (Henderson, Farrow & Broders 2008; Segers & Broders 2014). Ces dernières tendent à privilégier les peuplements forestiers matures et à éviter de s'alimenter dans les milieux ouverts ou les zones entièrement déboisées au sein d'habitats relativement fragmentés (Loeb & O'Keefe 2011; Segers & Broders 2014). La petite chauve-souris brune a été particulièrement active à la station STC\_02 et également détectée à la station STC\_03 localisées à proximité de plans d'eau artificiels. Cette espèce est davantage retrouvée dans les bâtiments comparativement à la chauve-souris nordique qui privilégie les abris sous l'écorce et dans les troncs d'arbres matures et les arbres morts sur pieds (Broders, Burns & McCarthy 2013; Randall, Jung & Barclay 2014).

Les trois espèces migratrices présentes au Québec ont été recensées durant cet inventaire acoustique, soit la chauve-souris argentée, la chauve-souris cendrée et la chauve-souris rousse (Tableau 2). Contrairement aux espèces considérées comme étant résidentes, les chauves-souris migratrices sont présentes uniquement en saison estivale et effectuent des mouvements saisonniers importants au printemps et dès la fin de l'été (Cryan et al. 2004; Kunz & Fenton 2006). La chauve-souris argentée était l'espèce la plus active durant cet inventaire acoustique (Tableau 2).

La chauve-souris cendrée qui a été l'espèce la plus active durant cet inventaire est largement répandue au Québec, en particulier au sein des peuplements résineux ouverts et elle est moins sensible à la fragmentation des habitats forestiers comparativement aux espèces forestières (Loeb & O'Keefe 2011). Cette espèce et la chauve-souris rousse utilisent plusieurs sites de repos dans le feuillage d'arbres et d'arbustes, tandis que la chauve-souris argentée privilégie les cavités dans les troncs et sous l'écorce d'arbres morts sur pieds (Kunz 1982). Les espèces migratrices ont des habitats d'alimentation répartis au sein d'un domaine vital estival de plusieurs kilomètres carrés en saison estivale (Kunz & Lumsden 2003; Gorresen et al. 2015) et sont les plus affectées par les éoliennes, comparativement aux autres espèces recensées (Jameson & Willis 2014; Drake *et al.* 2015; O'Shea *et al.* 2016). Il est probable que la zone d'inventaire ainsi que sa périphérie arbustive et boisée fournissent des habitats de repos et d'alimentation pour ces deux espèces durant les périodes de reproduction et de migration (Tremblay & Jutras 2010; Fabianek 2015). La chauve-souris cendrée et la chauve-souris argentée sont inscrites sur la liste des espèces fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP 2024). La chauve-souris rousse a récemment été inscrite sur la liste des espèces fauniques désignées menacées ou vulnérables au Québec (MELCCFP 2024).

L'activité nocturne recensée pour toutes les espèces était plus importante en période de reproduction, comparativement à la période de migration. Cette différence est en partie attribuable à la migration des individus ainsi qu'à la baisse des températures nocturnes en fin de saison estivale qui influence fortement l'activité des insectes et des chiroptères (Davis & Reite 2012; Frick *et al.* 2012). Les stations localisées à proximité des plans d'eau artificiels (soit les stations STC\_02, STC\_03 et STC\_05) présentaient la plus grande activité nocturne, toutes espèces confondues (Tableau 2). La station STC\_05 présentait une activité nocturne suffisamment importante comparativement aux autres stations d'inventaire, pour qu'elle puisse être considérée comme ayant un pic d'activité nocturne. Ce pic d'activité est principalement associé au complexe d'espèces grande brune / argentée dont la majorité des passages enregistrés sont probablement issus de la grande chauve-souris brune qui est considérée comme une espèce commune au Québec et en Amérique du Nord.

La grande chauve-souris brune fait en effet généralement partie des espèces les plus actives durant les inventaires acoustiques réalisés en milieux urbains et périurbains, mais elle s'avère être moins présente en milieu forestier et en particulier au sein des peuplements résineux. Cette

espèce est moins affectée par le syndrome du museau blanc (Frank et al. 2014) comparativement aux chauves-souris du genre *Myotis* et elle demeure une espèce relativement commune au Québec. Elle est particulièrement active au sein des habitats ouverts en bordure des milieux boisés présentant des points d'eau (Agosta 2002; Fabianek, Gagnon & Delorme 2011) et utilise majoritairement les bâtiments comme sites de repos et de maternage estivaux.

## **5.2 Enjeux de conservation pour les espèces en péril**

Les principaux enjeux de conservation liés au projet concernent principalement la perte des habitats de repos et d'hibernation potentiels (advenant qu'une coupe d'arbres s'avèrerait nécessaire) durant la phase de construction (O'Shea *et al.* 2016), ainsi que la mortalité potentielle au sein des habitats résiduels associée aux mouvements des pales des éoliennes durant la phase d'exploitation (Drake *et al.* 2015). Pour limiter la mortalité des chiroptères et maintenir des habitats fonctionnels pour les espèces en péril, la mise en place de mesures d'atténuation courantes dans l'industrie éolienne peuvent être les suivantes: (i) le positionnement des éoliennes à distance des plans d'eau, des zones forestières matures et des milieux humides, (ii) la préparation du terrain hors des périodes d'occupation estivale par les femelles reproductives, ainsi qu'en cas de mortalités dépassant le seuil réglementaire prescrit, (iii) la réduction de la vitesse sous un certain seuil, voire de l'arrêt complet des pales durant certaines périodes critiques pour les chiroptères (Drake *et al.* 2015).

Les habitats qui présentent un intérêt particulier pour les espèces en péril identifiées dans la zone d'inventaire sont caractérisés par les peuplements forestiers riverains, ainsi que les peuplements matures et surannés (Grindal, Morissette & Brigham 1999; Ford *et al.* 2005) connectés à des milieux humides ouverts et les plans d'eau (Kurta 2001; Fukui *et al.* 2006). Les peuplements forestiers matures et surannés présentant notamment une importante proportion d'arbres morts sur pieds peuvent également abriter des habitats de repos et d'alimentation potentiels pour l'ensemble des espèces recensées dans la zone d'inventaire du Projet (Grindal & Brigham 1999; Hogberg, Patriquin & Barclay 2002; Adams, Law & French 2009).

## **5.3 Inventaire complémentaire des habitats de repos potentiels en 2025**

Le pic d'activité enregistré pour la station STC\_05 étant fort probablement associé à la grande chauve-souris brune qui est une espèce considérée commune et très fréquente au Québec. Par conséquent, les peuplements forestiers matures et surannés ainsi que les bâtiments présents dans un rayon de 500 m autour de la station STC\_05 n'ont pas fait l'objet d'un inventaire complémentaire à la recherche de colonies de maternage potentielles.

## 6 Références

- Adams, A.M., McGuire, L.P., Hooton, L.A. & Fenton, M.B. (2015) How high is high? Using percentile thresholds to identify peak bat activity. *Canadian Journal of Zoology*, **93**, 307-313.
- Adams, M.D., Law, B.S. & French, K.O.F. (2009) Vegetation structure influences the vertical stratification of open- and edge-space aerial-foraging bats in harvested forests. *Ecology and Management*, **258**, 2090-2100.
- Agosta, S.J. (2002) Habitat use, diet and roost selection by the big brown bat (*Eptesicus fuscus*) in North America: a case for conserving an abundant species. *Mammal Review*, **32**, 179-198.
- Barclay, R.M.R. & Kurta, A. (2007) Ecology and behavior of bats roosting in tree cavities and under bark. *Bats in Forests* (eds M.J. Lacki, J.P. Hayes & A. Kurta), pp. 17-60. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Brigham, R.M., Kalko, E.K.V., Jones, G., Parsons, S. & Limpens, H.J.G.A. (2004) Bat echolocation research: tools, techniques and analysis. *Austin: Bat Conservation International*. Austin, TX.
- Broders, H.G., Burns, L.E. & McCarthy, S.C. (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. **127**.
- Broders, H.G., Findlay, C.S. & Zheng, L. (2004) Effects of clutter on echolocation call structure of *Myotis septentrionalis* and *M. lucifugus*. *Journal of Mammalogy*, **85**, 273-281.
- Charbonneau, P., Fabianek, F., McDuff, J. & Tessier, N. (2023) Recueil des protocoles standardisés d'inventaires acoustiques de chauves-souris au Québec. pp. 44. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, QC, Quebec.
- Clement, M.J., Murray, K.L., Solick, D.I. & Gruver, J.C. (2014) The effect of call libraries and acoustic filters on the identification of bat echolocation. *Ecology and Evolution*, n/a-n/a.
- Cryan, P.M., Bogan, M.A., Rye, R.O., Landis, G.P. & Kester, C. (2004) Stable Hydrogen isotope analysis of bat hair as evidence for seasonal molt and long-distance migration. *Journal of Mammalogy*, **85**, 995-1001.
- Davis, W.H. & Reite, O.B. (2012) Responses of bats from temperate regions to changes in ambient temperature. 320-328.
- Drake, D., Jennelle, C.S., Liu, J.-N., Grodsky, S.M., Schumacher, S. & Sponsler, M. (2015) Regional Analysis of Wind Turbine-Caused Bat Mortality. *Acta Chiropterologica*, **17**, 179-188.
- ERCSQ (2019) Équipe de Rétablissement des Chauves-Souris du Québec. 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., pp. 102. Ministère des

Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, Québec, QC.

- Erickson, J.L. & West, S.D. (2002) The influence of regional climate and nightly weather conditions on activity patterns of insectivorous bats. *Acta Chiropterologica*, **4**, 17-24.
- Fabianek, F. (2015) Sélection de l'habitat diurne des chauves-souris dans un contexte d'aménagements sylvicoles en forêt boréale. Ph. D., Universit. Laval.
- Fabianek, F., Froidevaux, J. & Provost, M.-C. (2016) *Guide pratique pour la conservation des chauves-souris en milieu agricole*. Groupe Chiroptères du Québec, Québec, QC.
- Fabianek, F., Gagnon, D. & Delorme, M. (2011) Bat distribution and activity in Montréal island green spaces: responses to multi-scale habitat effects in a densely urbanized area. *Ecoscience*, **18**, 9-17.
- Ford, M.W., Menzel, M.A., Rodrigue, J.L., Menzel, J.M. & Johnson, J.B. (2005) Relating bat species presence to simple habitat measures in a central Appalachian forest. *Biological Conservation*, **126**, 528-539.
- Frick, W.F., Stepanian, P.M., Kelly, J.F., Howard, K.W., Kuster, C.M., Kunz, T.H. & Chilson, P.B. (2012) Climate and Weather Impact Timing of Emergence of Bats. *PLoS ONE*, **7**, e42737.
- Fukui, D., Murakami, M., Nakano, S. & Aoi, T. (2006) Effect of emergent aquatic insects on bat foraging in a riparian forest. *Journal of Animal Ecology*, **75**, 1252-1258.
- Geurts, P., Ernst, D. & Wehenkel, L. (2005) Extremely randomized trees. *Machine Learning*, **40**.
- Gorresen, P.M., Cryan, P.M., Huso, M.M., Hein, C.D., Schirmacher, M.R., Johnson, J.A., Montoya-Aiona, K.M., Brinck, K.W. & Bonaccorso, F.J. (2015) Behavior of the hawaiian hoary bat (*Lasiurus cinereus semotus*) at wind turbines and its distribution across the North Koolau mountains, Oahu.
- Gouvernement du Canada (2018) 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 [Version finale]. pp. ix + 121. Environnement et Changements Climatiques Canada, Ottawa, ON.
- Grindal, S., D. & Brigham, R.M. (1999) Impacts of forest harvesting on habitat use by foraging insectivorous bats at different spatial scales. *Ecoscience*, **6**, 25-34.
- Grindal, S.D., Morissette, J.L. & Brigham, R.M. (1999) Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient. *Canadian Journal of Zoology*, **77**, 972-977.
- Hayes, J.P. (2000) Assumptions and practical considerations in the design and interpretation of echolocation-monitoring studies. *Acta Chiropterologica*, **2**, 225-236.
- Henderson, L.E., Farrow, L.J. & Broders, H.G. (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.



- Hogberg, L.K., Patriquin, K.J. & Barclay, R.M.R. (2002) Use by bats of patches of residual trees in logged areas of the boreal forest. *American Midland Naturalist*, **148**, 282-288.
- Jameson, J.W. & Willis, C.K.R. (2014) Activity of tree bats at anthropogenic tall structures: implications for mortality of bats at wind turbines. *Animal Behaviour*, **97**, 145-152.
- Johnson, J.S., Dodd, L.E., Kiser, J.D., Peterson, T.S. & Watrous, K.S. (2012) Food Habits of *Myotis leibii* along a Forested Ridgetop in West Virginia. *Northeastern Naturalist*, **19**, 665-672.
- Jutras, J., Delorme, M., McDuff, J. & Vasseur, C. (2012) Le suivi des chauves-souris du Québec. *Le Naturaliste Canadien*, **136**, 48-52.
- Jutras, J. & Vasseur, C. (2010) Chirops no. 10: Bulletin de liaison du Réseau québécois d'inventaires acoustiques de chauves-souris. pp. 32.
- Kunz, T.H. (1982) *Lasionycteris noctivagans*, silver-haired bat. *Mammalian species*, **172**, 1-5.
- Kunz, T.H., Arnett, E.B., Cooper, B.M., Erickson, W.P., Larkin, R.P., Mabey, T., Morrison, M.L., Strickland, M. & Szewczak, J.M. (2007a) Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document. *Journal of Wildlife Management*, **71**, 2449-2486.
- Kunz, T.H., Arnett, E.B., Erickson, W.P., Hoar, A.R., Johnson, G.D., Larkin, R.P., Strickland, M.D., Thresher, R.W. & Tuttle, M.D. (2007b) Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and Environment*, **5**, 315-324.
- Kunz, T.H. & Fenton, M.B. (2006) *Bat Ecology*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Kunz, T.H. & Lumsden, L.F. (2003) Ecology of cavity and foliage roosting bats. *Bat ecology* (eds T.H. Kunz & M.B. Fenton), pp. 3–19. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Kunz, T.H. & Parsons, S. (2009) *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*, Second edn. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Kurta, A. (2001) Bats on the surface: the need for shelter, food, and water. *Bat conservation and mining* (eds K.C. Vories & D. Throgmorton), pp. 14-16. Office of Surface Mining, U.S. Department of the Interior, Alton, IL.
- Kurta, A. & Baker, R.H. (1990) *Eptesicus fuscus*, big brown bat. *Mammalian species*, **356**, 1-10.
- Loeb, S.C. & O'Keefe, J.M. (2011) Bats and gaps: the role of early successional patches in the roosting and foraging ecology of bats. *Sustaining Young Forest Communities* (eds C. Greenberg, B. Collins & F. Thompson III), pp. 167-189. Springer, New York, New York, NY.
- McCain, C.M. (2007) Could temperature and water availability drive elevational species richness patterns? A global case study for bats. *Global Ecology and Biogeography*, **16**, 1-13.
- MELCCFP (2024) Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs. Liste des espèces de la faune en voie d'être désignées

menacées ou vulnérables au Québec. Gouvernement du Québec, <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/gestion-faune-habitats-fauniques/especes-fauniques-menacees-vulnerables/liste#c159756> (Page consultée le 14 février 2023).

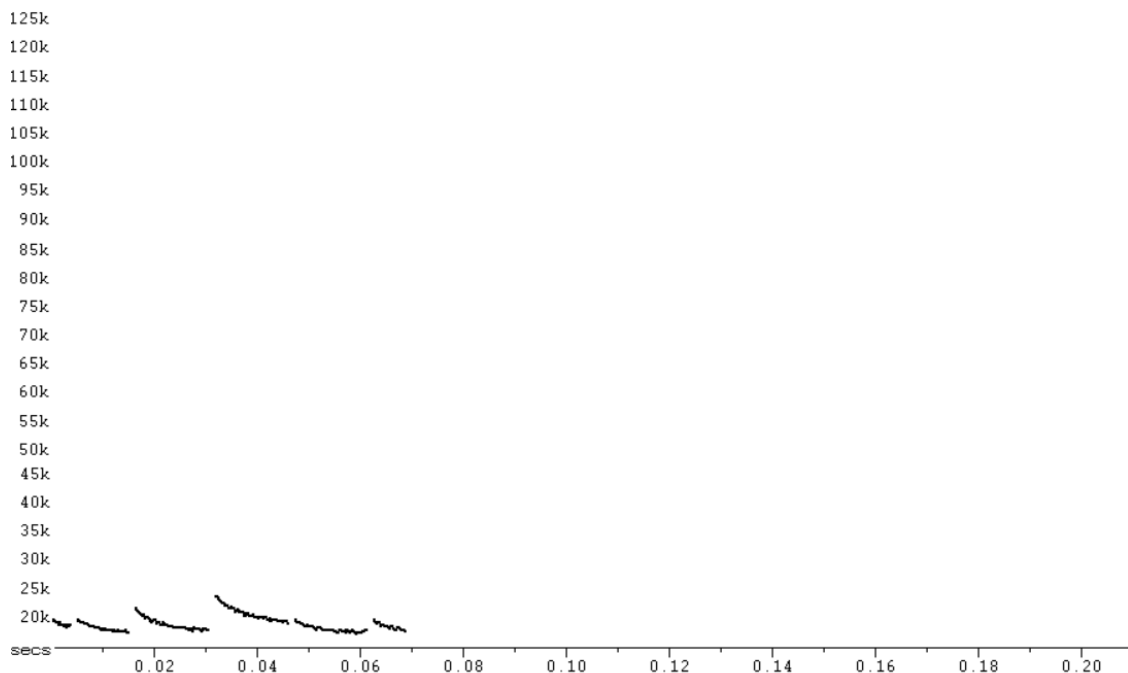
- MFFP (2014a) Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Protocole de validation d'une colonie de chauves-souris. (ed. M. Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs), pp. 1. Quebec, QC.
- MFFP (2014b) Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Protocole pour un décompte de chauve-souris dans une maternité. (ed. M. Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs), pp. 4. Quebec, QC.
- MRNF (2008) Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune. Protocole d'inventaires acoustiques de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec. pp. 10. Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune, Secteur Faune, Québec, Qc.
- Naughton, D. (2012) *The natural history of Canadian mammals*. University of Toronto Press.
- O'Shea, T.J., Cryan, P.M., Hayman, D.T.S., Plowright, R.K. & Streicker, D.G. (2016) Multiple mortality events in bats: a global review. *Mammal Review*, n/a-n/a.
- Randall, L.A., Jung, T.S. & Barclay, R.M. (2014) Roost-site selection and movements of little brown myotis (*Myotis lucifugus*) in southwestern Yukon. *Northwestern Naturalist*, **95**, 312-317.
- Russo, D. & Voigt, C.C. (2016) The use of automated identification of bat echolocation calls in acoustic monitoring: A cautionary note for a sound analysis. *Ecological Indicators*, **66**, 598-602.
- Segers, J.L. & Broders, H.G. (2014) Interspecific effects of forest fragmentation on bats. *Canadian Journal of Zoology*, **92**, 665-673.
- Tremblay, J.A. & Jutras, J. (2010) Les chauves-souris arboricoles en situation précaire au Québec: synthèse et perspectives. *Le Naturaliste Canadien*, **134**, 29-40.

## 7 Annexes

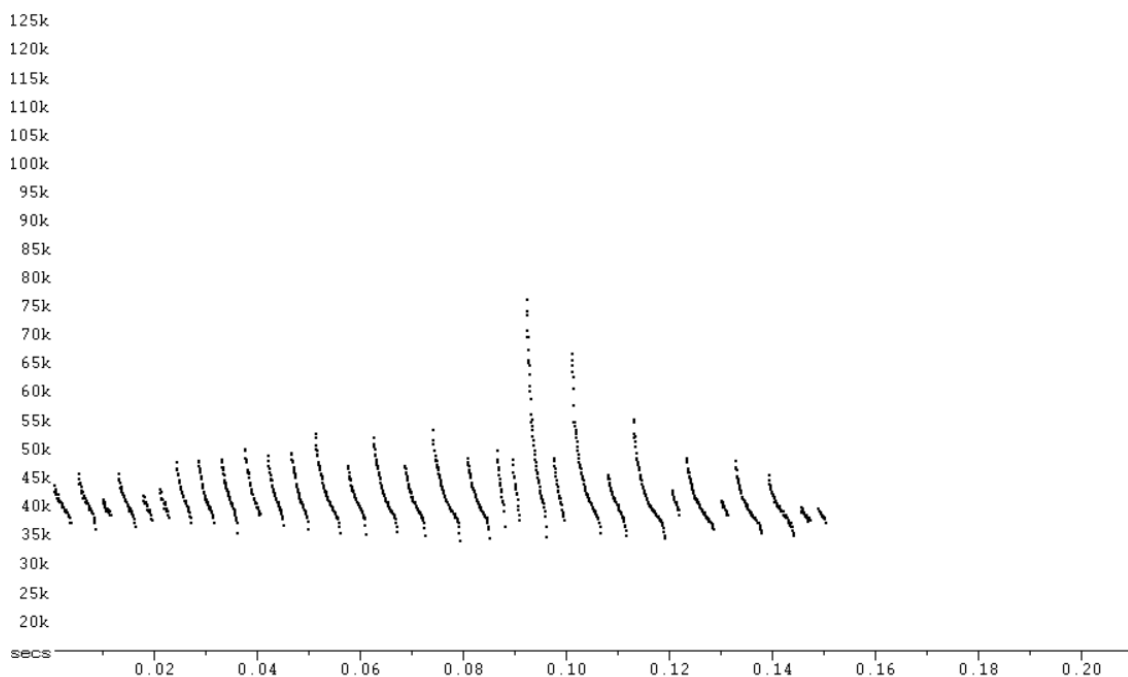
Annexe 1. Relevés de températures moyennes ( $\pm$  écarts-types) par station fixe durant les périodes de reproduction et de migration des chiroptères ainsi que le nombre de passages cumulés par station et par genre ou espèce dans la zone d'inventaire.

Station fixe	Point GPS (DD, WGS84)	Temp (°C)	Période	EPFU	LABO	LACI	LANO	MYLE	MYLU	MYSE	PESU
STC_01	45.166, -73.480	18,6 $\pm$ 4,3	Repro.	217	68	92	88	0	0	0	0
STC_02	45.114, -73.525	18,4 $\pm$ 4,2	Repro.	1095	202	844	288	0	47	0	0
STC_03	45.196, -73.534	18,5 $\pm$ 4,2	Repro.	632	28	89	172	0	2	0	0
STC_04	45.217, -73.498	18,6 $\pm$ 4,3	Repro.	256	103	605	140	0	0	0	0
STC_05	45.202, -73.620	18,7 $\pm$ 4,1	Repro.	265	254	1202	289	0	0	0	0
STC_01	45.166, -73.480	15,1 $\pm$ 3,3	Migra.	9	547	7	67	0	0	0	0
STC_02	45.114, -73.525	15,1 $\pm$ 3,4	Migra.	71	74	7	105	0	4	0	0
STC_03	45.196, -73.534	14,9 $\pm$ 3,4	Migra.	17	9	15	17	0	1	0	0
STC_04	45.217, -73.498	14,8 $\pm$ 3,3	Migra.	10	43	4	43	0	0	0	0
STC_05	45.202, -73.620	15,0 $\pm$ 3,2	Migra.	183	169	32	97	0	0	0	0

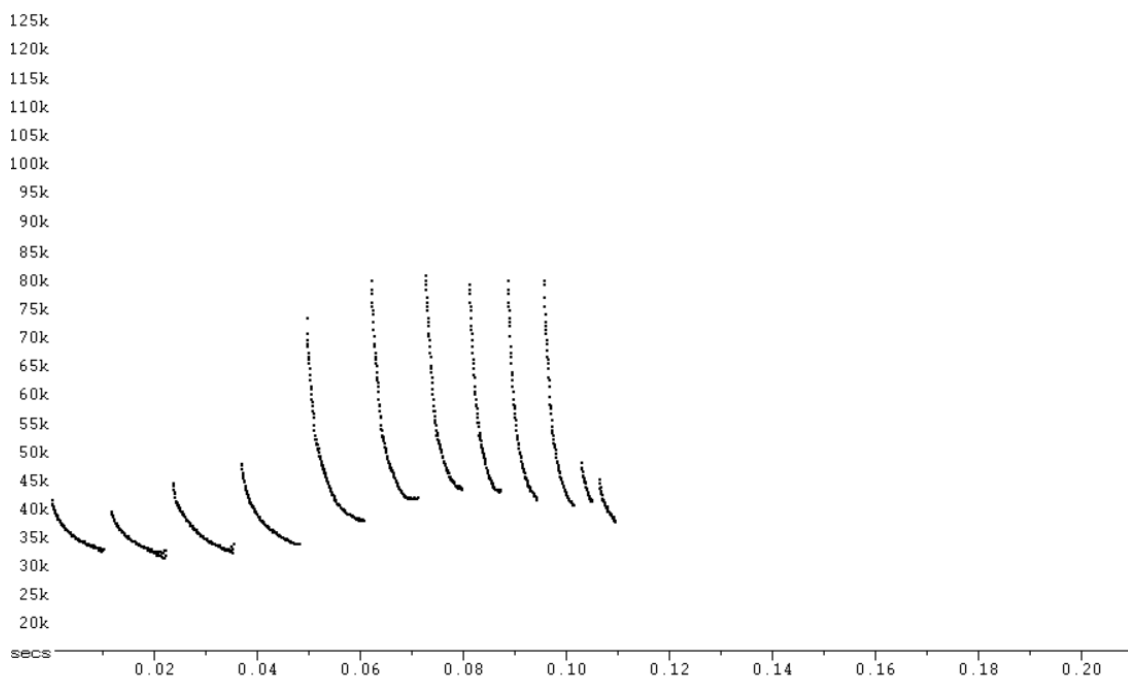
\*Codes d'espèces : EPFU = grande chauve-souris brune; LANO = *Lasionycteris noctivagans*, chauve-souris argentée; LACI = *Lasiurus cinereus*, chauve-souris cendrée; LABO = *Lasiurus borealis*, chauve-souris rousse; MYLE = *Myotis leibii*, chauve-souris pygmée; MYLU = *Myotis lucifugus*, petite chauve-souris brune; MYSE = *Myotis septentrionalis*, chauve-souris nordique; PESU = pipistrelle de l'Est.



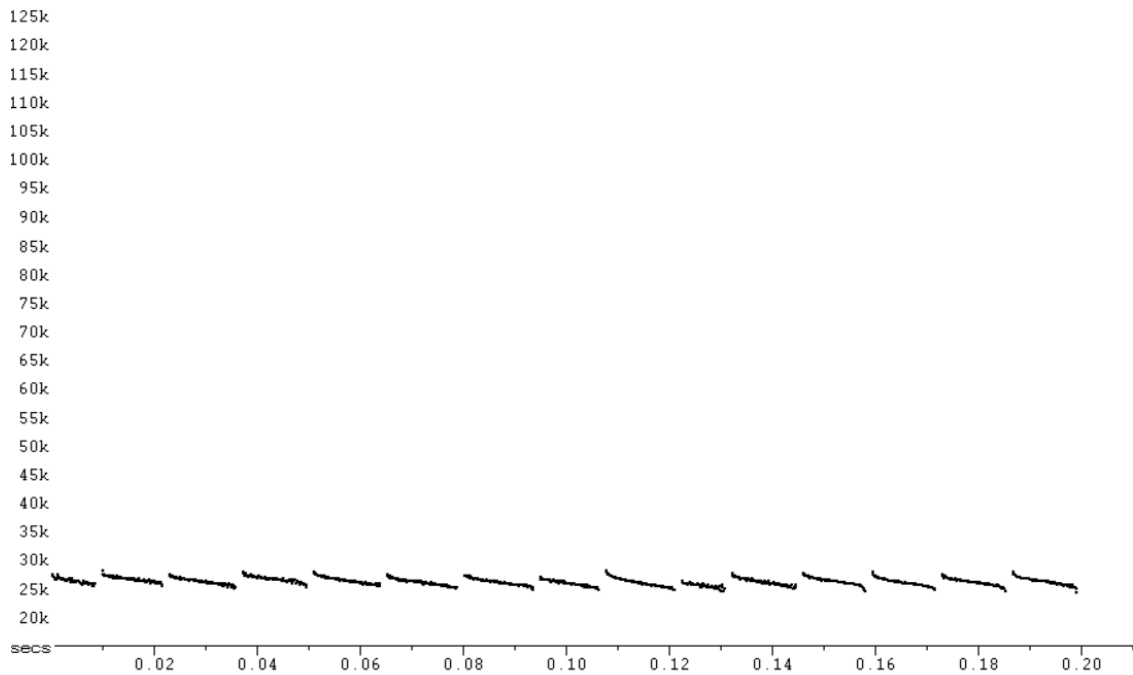
Annexe 2. Sonagrammes de chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).



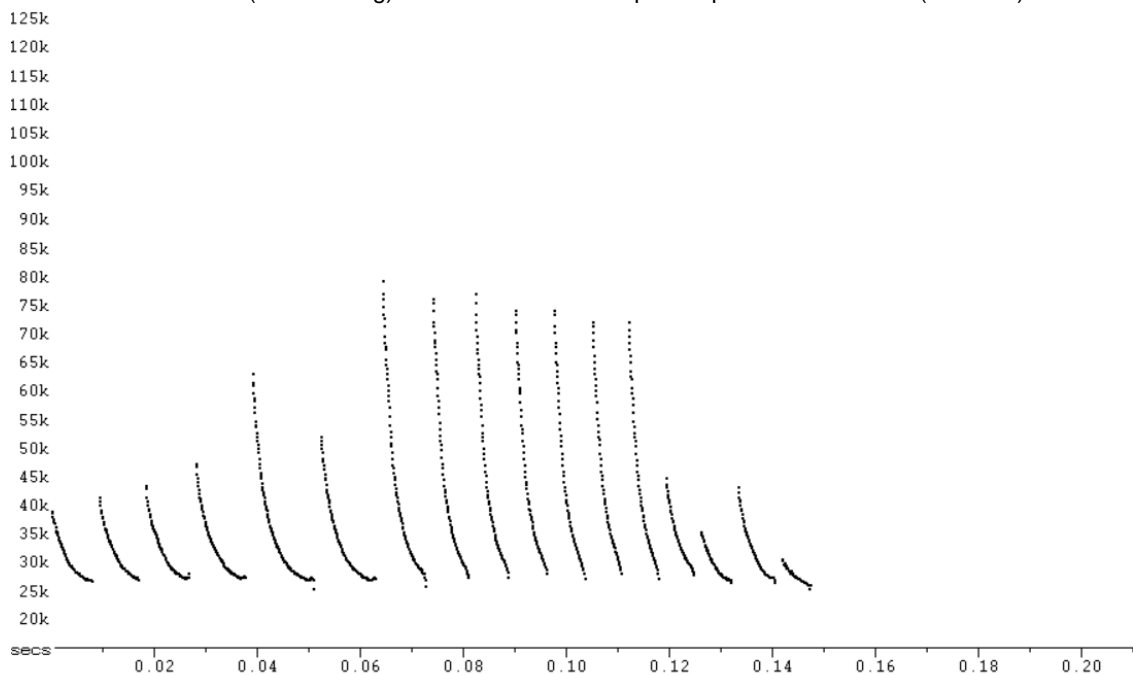
Annexe 3. Sonagrammes de petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).



Annexe 4. Sonagrammes de chauve-souris rousse (*Lasiurus borealis*) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).



Annexe 5. Sonogrammes de chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).



Annexe 6. Sonogrammes de grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères dans la zone d'inventaire. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).

