

# Inventaire acoustique des chiroptères au site de Troilus, dans la région du Nord-du-Québec

---

Compte rendu méthodologique et synthèse des résultats obtenus

OCTOBRE 2023

*Rapport sectoriel préparé pour  
Synergis par :*



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

---

François Fabianek, Biologiste, PhD

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1. MISE EN CONTEXTE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>6</b>
2.1. Déroulement de l'inventaire acoustique fixe .....	6
2.2. Localisation des stations d'inventaire.....	8
2.3. Procédure d'identification acoustique.....	8
2.4. Indice d'activité nocturne .....	9
<b>3. RÉSULTATS .....</b>	<b>11</b>
3.1. Espèces identifiées acoustiquement.....	11
3.2. Activité nocturne et diversité spécifique .....	11
<b>4. DISCUSSION .....</b>	<b>13</b>
4.1. Espèces identifiées acoustiquement.....	13
<b>5. CONCLUSION .....</b>	<b>15</b>
<b>6. RÉFÉRENCES .....</b>	<b>16</b>
<b>7. ANNEXES .....</b>	<b>18</b>

## LISTE DES TABLEAUX

---

<b>Tableau 1</b> Espèces de chauves-souris potentiellement présentes au site minier Troilus, dans la région du Nord-du-Québec, avec leur statut de conservation .....	5
<b>Tableau 2.</b> Synthèse des résultats des inventaires acoustiques de chiroptères réalisés au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec. ....	12

## LISTE DES PHOTOGRAPHIES

---

<b>Photo 1.</b> Détecteur d’ultrasons SM-MINI placé à la station STCH_01, en bordure d’un plan d’eau.....	6
<b>Photo 2.</b> Station fixe STCH_02 localisée en lisière d’un milieu humide ouvert et d’un peuplement mature. ....	6
<b>Photo 3.</b> Station STCH_03 localisée en bordure d’un plan d’eau.....	7
<b>Photo 4.</b> Station STCH_04 localisée en bordure d’un cours d’eau. ....	7
<b>Photo 5.</b> Station STCH_05 localisée en bordure d’un ruisseau au sein d’une tourbière.....	7
<b>Photo 6.</b> Station STCH_06 localisée en bordure d’un cours d’eau. ....	7
<b>Photo 7.</b> Station STCH_07 localisée en lisière d’un peuplement mature. ....	7

## LISTE DES CARTES

---

<b>Carte 1.</b> Localisation des sept stations fixes d’inventaire acoustique (STCH_01 à STCH_07) au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec.....	10
--	----

## ANNEXES

---

<b>Annexe 1.</b> Relevés de températures moyennes ( $\pm$ écarts-types) par station fixe durant l’inventaire acoustique des chiroptères au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec. ....	18
--	----

Annexe 2. Sonagrammes de chauve-souris cendrée ( <i>Lasiurus cinereus</i> ) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Anlook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).....	18
Annexe 3. Sonagrammes de chauve-souris argentée ( <i>Lasionycteris noctivagans</i> ) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Anlook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).....	19
Annexe 4. Sonagrammes de grande chauve-souris brune ( <i>Eptesicus fuscus</i> ) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Anlook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).....	19

## 1. MISE EN CONTEXTE

Un inventaire des chiroptères a été effectué dans le cadre d'une étude d'impact environnemental de compétence fédérale, conformément à la Loi sur l'évaluation environnementale (2012). Cet inventaire avait pour objectif de déterminer les espèces ou les groupes d'espèces de chiroptères présents (incluant la présence d'espèces en péril) ainsi que leurs activités nocturnes au site minier Troilus situé à environ 110 km au nord de Chibougamau, dans la région du Nord-du-Québec. Pour ce faire, un inventaire acoustique par stations fixes a été réalisé durant la période de reproduction, soit du 22 juin au 20 juillet 2022, en suivant les directives du dernier protocole ministériel en vigueur au Québec (Charbonneau *et al.* 2022). Ce rapport présente la méthodologie employée et des éléments de discussion en lien avec les résultats obtenus.

L'aire d'étude se trouvait au sein d'un territoire d'environ 120 ha dominé par des peuplements mixtes à dominance résineuse, jeunes (< 50 ans) et matures (≥ 50 ans) comportant de nombreux plans d'eau ouverts et milieux humides dominés par de la pessière noire à mousse. Cette aire d'étude comprend potentiellement six des huit espèces de chiroptères présentes dans la province du Québec (Jutras & Vasseur 2010; Jutras *et al.* 2012). Ces six 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** Espèces de chauves-souris potentiellement présentes au site minier Troilus, dans la région du Nord-du-Québec, avec leur statut de conservation

Nom français	Nom scientifique	Statut au fédéral	Statut au Québec
		Loi C-5 sur les espèces en péril (LEP)	Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (chapitre E-12.01, a. 10)
Grande chauve-souris brune	<i>Eptesicus fuscus</i>	–	–
Chauve-souris argentée	<i>Lasionycteris noctivagans</i>	–	ESDMV <sup>1</sup>
Chauve-souris rousse	<i>Lasiurus borealis</i>	–	EMV <sup>2</sup>
Chauve-souris cendrée	<i>Lasiurus cinereus</i>	–	ESDMV
Petite chauve-souris brune	<i>Myotis lucifugus</i>	En voie de disparition (annexe 1)	EMV
Chauve-souris nordique	<i>Myotis septentrionalis</i>	En voie de disparition (annexe 1)	EMV

<sup>1</sup> ESDMV : Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.

<sup>2</sup> EMV : Espèce désignée menacée ou vulnérable. Gazette Officielle du Québec, publication du 21 juin 2023, 155e année, no 25. Gouvernement du Québec.

## 2. MÉTHODOLOGIE

---

### 2.1. Déroulement 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; Kunz *et al.* 2007).

La présence et l'activité nocturne des chiroptères ont été documentées via un inventaire acoustique par stations fixes effectué durant la période de reproduction des chiroptères (MRNF 2008), soit entre le 22 juin et le 20 juillet 2022. Sept détecteurs d'ultrasons de marque SM-BAT MINI (Wildlife Acoustics) enregistraient les signaux de chiroptères en zero-crossing, chacun disposé à une des sept stations fixes réparties en bordure de milieux humides ouverts, de plans d'eau et en lisière de peuplements forestiers matures (photos 1 à 7). Chaque détecteur était muni d'un microphone omnidirectionnel et positionné sur un tronc d'arbre à environ 2 à 3 m du sol. Les détecteurs étaient programmés pour enregistrer les signaux des chiroptères toute la nuit, du coucher au lever du soleil civil<sup>1</sup>, afin de couvrir l'ensemble de l'activité nocturne et ainsi maximiser les chances de détection des chiroptères (Kunz *et al.* 2007). 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.



Photo 1. Détecteur d'ultrasons SM-MINI placé à la station STCH\_01, en bordure d'un plan d'eau.



Photo 2. Station fixe STCH\_02 localisée en lisière d'un milieu humide ouvert et d'un peuplement mature.

---

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



**Photo 3. Station STCH\_03 localisée en bordure d'un plan d'eau.**



**Photo 4. Station STCH\_04 localisée en bordure d'un cours d'eau.**



**Photo 5. Station STCH\_05 localisée en bordure d'un ruisseau au sein d'une tourbière.**



**Photo 6. Station STCH\_06 localisée en bordure d'un cours d'eau.**



**Photo 7. Station STCH\_08 localisée en lisière d'un peuplement mature.**

L'effort d'échantillonnage était approximativement de six heures d'enregistrement par nuit et augmentait progressivement selon l'avancement de la saison et la diminution subséquente de la durée d'ensoleillement. L'effort total par station d'inventaire était d'environ 180 heures d'enregistrement, réparties sur 30 nuits d'inventaire pour chaque station fixe. Les enregistrements analysés ont tous été effectués dans des conditions optimales de températures nocturnes (Annexe 1) et sans précipitation. Les conditions optimales d'inventaire 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 10°C dans le Nord-du-Québec (Charbonneau *et al.* 2022).

## 2.2. Localisation des stations d'inventaire

Au total, sept stations d'inventaire acoustique ont été installées au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec (Carte 1). Les stations fixes étaient réparties dans les habitats les plus attractifs pour les chiroptères au sein de l'aire d'étude afin de maximiser les chances de détection des espèces présentes. Les chiroptères utilisent généralement les chemins forestiers dans les peuplements matures et surannés, les cours d'eau calme, les étendues d'eau, les milieux humides ouverts et les lisières des milieux forestiers riverains (Grindal, Morissette & Brigham 1999; Ford *et al.* 2005; Menzel *et al.* 2005) pour se déplacer et s'alimenter (Grindal, Morissette & Brigham 1999; Fabianek, Gagnon & Delorme 2011). Trois stations d'inventaire (STCH\_01 à STCH\_03) ont été placées en bordure de plans d'eau (lacs et milieux humides ouverts), trois autres stations (STCH\_04 à STCH\_06) ont été placées en bordure de cours d'eau (ruisseaux ouverts ou cours d'eau en lisière de forêt) et une septième station (STCH\_08) a été placée en lisière d'un peuplement forestier mature (Photos 1 à 7, Carte 1).

## 2.3. Procédure d'identification acoustique

Les enregistrements au format Zero-Crossing contenant des signaux d'écholocation de chiroptères ont été filtrés à l'aide du logiciel Kaléidoscope (version 5.4.8, 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 (Annexes 2 à 4). Cette représentation a permis d'identifier les chiroptères enregistrés au site minier Troilus selon le genre ou l'espèce. L'identification des espèces ou du groupe d'espèces s'est faite en comparant les paramètres acoustiques des sonagrammes enregistrés avec des paramètres de référence issus d'une sonothèque des chiroptères du Québec. Cette sonothèque comprend des milliers de sonagrammes pour lesquels l'espèce a été confirmée visuellement.

Un total de 18 paramètres acoustiques a été extrait automatiquement des sonagrammes après l'application d'un filtre intégré au logiciel AnalookW. Ce processus de filtrage permet d'écartier 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).

Certains sonagrammes sont difficiles à identifier en raison de la forte ressemblance des signaux d'écholocation entre les espèces (Kunz *et al.* 2007; Fabianek, Gagnon & Delorme 2011; Jutras *et al.* 2012). 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*).

La possibilité de différencier les chiroptères à partir de leurs sonagrammes va grandement dépendre 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 les deux espèces du genre *Myotis* (c.-à-d., la petite chauve-souris brune et la chauve-souris nordique). 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. Le Tableau 2 dans la section suivante présente les différents regroupements d'espèces utilisés.

#### 2.4. Indice d'activité nocturne

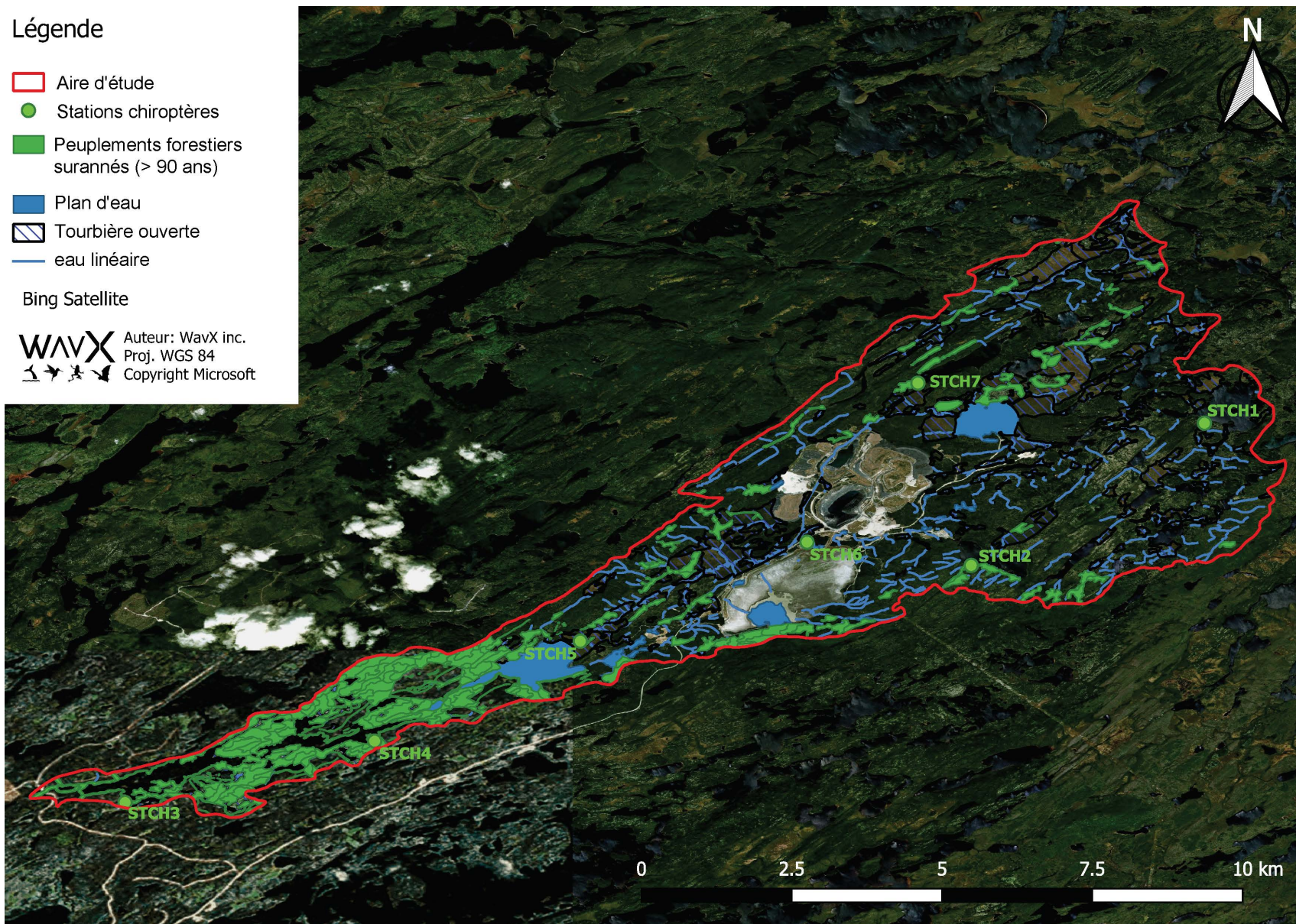
L'activité nocturne des chiroptères a été exprimée par le nombre de passages cumulés par espèce ou groupe d'espèces et par nuit d'inventaire. Un passage a été défini comme une séquence d'au moins trois signaux d'écholocation comprise dans un intervalle de 5 à 15 sec d'enregistrement (Kunz *et al.* 2007). Les passages de chiroptères comprenant moins de trois signaux d'écholocation ont été regroupés dans la catégorie des signaux non identifiés (Tableau 2). 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.* 2007). Il est toutefois possible de comparer le niveau d'activité nocturne pour l'ensemble des espèces recensées entre les stations d'inventaire durant la période d'échantillonnage.

## Légende

- Aire d'étude
- Stations chiroptères
- Peuplements forestiers surannés (> 90 ans)
- Plan d'eau
- Tourbière ouverte
- eau linéaire

Bing Satellite

**WAVX** Auteur: WavX inc.  
Proj. WGS 84  
Copyright Microsoft



Carte 1. Localisation des sept stations fixes d'inventaire acoustique (STCH\_01 à STCH\_07) au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec.

### 3. RÉSULTATS

---

#### 3.1. Espèces identifiées acoustiquement

Les résultats obtenus lors de cet inventaire acoustique sont synthétisés par espèce ou groupes d'espèces et par station d'inventaire dans le Tableau 2. Cet inventaire confirme la présence de trois des six espèces de chiroptères potentiellement présentes dans la région du Nord-du-Québec (Tableau 2), soit la chauve-souris argentée, la chauve-souris cendrée et la petite chauve-souris brune. La grande chauve-souris brune, la chauve-souris rousse et la chauve-souris nordique n'ont pas été recensées durant cet inventaire.

Sur l'ensemble de la zone d'étude et pour la durée totale de l'inventaire acoustique la chauve-souris cendrée a été de loin la plus active avec un total de 1232 passages enregistrés pour toute la période d'inventaire, suivie de la petite chauve-souris brune (avec 111 passages) et de la chauve-souris argentée (avec 3 passages). S'ajoutent à cela 115 passages des chauves-souris du genre *Myotis*, 9 passages du complexe grande brune / argentée et 125 passages de chiroptères dont le genre et l'espèce n'ont pu être identifiés (Tableau 2).

#### 3.2. Activité nocturne et diversité spécifique

L'inventaire acoustique de 30 nuits en période de reproduction comptait en moyenne 11,7 passages de chiroptères par nuit (écart-type  $\pm 17,6$  passages) pour un total de 1595 passages cumulés, toutes espèces confondues. Cette activité nocturne est relativement élevée comparativement à d'autres inventaires effectués durant cette période et dans des conditions climatiques similaires dans la région du Nord-du-Québec (Fabianek 2022). Cette activité nocturne était en effet dominée par la chauve-souris cendrée. La diversité d'espèces recensées était quant à elle relativement semblable à d'autres inventaires effectués dans la région du Nord-du-Québec (Jutras & Vasseur 2010; Fabianek 2022), avec une plus grande occurrence de la chauve-souris cendrée, de la petite chauve-souris brune et des espèces du genre *Myotis*.

**Tableau 2. Synthèse des résultats des inventaires acoustiques de chiroptères réalisés au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec.**

Espèces recensées		Type	Passages	Passages	Passages	Passages	Passages	Passages	Passages	Passages
		d'identification	STC_01	STC_02	STC_03	STC_04	STC_05	STC_06	STC_07	Passages totaux
Nom commun	Nom scientifique									
Grande chauve-souris brune	<i>Eptesicus fuscus</i>	Par espèce	0	0	0	0	0	0	0	0
Chauve-souris argentée	<i>Lasionycteris noctivagans</i> <sup>‡</sup>		0	0	0	0	0	3	0	3
Chauve-souris rousse	<i>Lasiurus borealis</i> <sup>Δ</sup>		0	0	0	0	0	0	0	0
Chauve-souris cendrée	<i>Lasiurus cinereus</i> <sup>‡</sup>		6	209	14	13	12	61	917	1232
Petite chauve-souris brune	<i>Myotis lucifugus</i> <sup>*Δ</sup>		2	18	11	5	18	54	3	111
Chauve-souris nordique	<i>Myotis septentrionalis</i> <sup>*Δ</sup>		0	0	0	0	0	0	0	0
Grande brune ou argentée	Complexe <i>Eptesicus</i> – <i>Lasionycteris</i>	Par groupe indifférencié	0	3	1	0	0	1	4	9
Chiroptères du genre <i>Myotis</i>	<i>Myotis</i> spp.		1	23	15	4	10	49	13	115
Chiroptères indéterminés	Non identifiés		0	12	1	1	0	9	102	125
<b>Total</b>			<b>9</b>	<b>265</b>	<b>42</b>	<b>23</b>	<b>40</b>	<b>177</b>	<b>1039</b>	<b>1595</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 2023)

<sup>‡</sup> Espèces inscrites sur la liste des espèces de la faune susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (2023). <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/gestion-faune-habitats-fauniques/especes-fauniques-menacees-vulnerables/liste> (Page consultée le 29 juin 2023)

<sup>Δ</sup> Espèces inscrites sur la liste des espèces de la faune désignées menacées ou vulnérables au Québec. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (2023). <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/gestion-faune-habitats-fauniques/especes-fauniques-menacees-vulnerables/liste> (Page consultée le 29 juin 2023)

## 4. DISCUSSION

---

### 4.1. Espèces identifiées acoustiquement

La présence de trois des six espèces susceptibles d'être recensées dans la région du Nord-du-Québec (Jutras & Vasseur 2010; Jutras *et al.* 2012) a été confirmée au site minier Troilus (Tableau 2). La chauve-souris argentée, la petite chauve-souris brune et la chauve-souris cendrée étaient les trois espèces qui ont été identifiées acoustiquement. Plusieurs signaux enregistrés ont été classés 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 possiblement présentes dans la zone d'étude (Jutras & Vasseur 2010; Jutras *et al.* 2012), il est plus probable que la majorité des signaux classés dans ce complexe d'espèces soient issus de la chauve-souris argentée qui est davantage présente dans les forêts boréales (Agosta 2002), comparativement à la grande chauve-souris brune qui est plus inféodée aux étendues dominées par la forêt tempérée nordique (Kurta & Baker 1990).

La grande chauve-souris brune est une espèce qui 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 dans le sud du Québec où elle est particulièrement active en milieu urbain et péri-urbain, au sein des habitats ouverts en bordure des milieux boisés présentant des points d'eau (Agosta 2002; Fabianek, Gagnon & Delorme 2011). La présence de la grande chauve-souris brune est sans doute limitée dans les pessières à mousses des régions nordiques, mais il arrive que des individus soient enregistrés fréquemment dans la portion sud de la région du Nord-du-Québec, sans pour autant qu'il soit possible de déterminer acoustiquement la présence de femelles reproductives établies durablement à une latitude aussi nordique. La grande chauve-souris brune est une espèce qui tire avantage des bâtiments aussi bien pour hiberner qu'en saison de reproduction estivale et il est ainsi probable que la présence humaine facilite son établissement dans la région du Nord-du-Québec. Toutefois, aucun sonagramme n'a clairement pu être identifié comme appartenant à cette espèce durant cet inventaire (Tableau 2) ce qui semble favoriser l'hypothèse de présence de la chauve-souris argentée, plutôt que de la grande chauve-souris brune à cette latitude.

La petite chauve-souris brune est la seule espèce à statut menacée (au provincial) et en voie de disparition (au fédéral) qui a été enregistrée durant cet inventaire. Les chauves-souris du genre *Myotis* sont des espèces considérées comme des espèces forestières, c'est-à-dire habituellement retrouvées en chasse sous le couvert forestier, dans les sentiers et en lisière boisée aux abords des points d'eau (Henderson & Broders 2008; Henderson, Farrow & Broders 2008; Segers & Broders 2014). Ces espèces peuvent par ailleurs être considérées comme des espèces bio-indicatrices du niveau de fragmentation des habitats forestiers (Jones *et al.* 2009). Ces dernières tendent en effet à privilégier les peuplements forestiers matures et à éviter les clairières ouvertes entièrement déboisées et les habitats forestiers relativement fragmentés (Loeb & O'Keefe 2011; Segers & Broders 2014). La petite chauve-souris brune est une espèce qui s'alimente davantage en bordure des plans d'eau et milieux humides, comparativement à la chauve-souris nordique (Grindal 1999; Segers & Broders 2014). Il est également

possible que la présence de cette espèce soit favorisée en milieu nordique puisqu'elle a tendance à utiliser les bâtiments entre autres structures anthropiques comme habitats de repos et de reproduction estivaux (Broders, Burns & McCarthy 2013). Par conséquent, il est aussi probable que la présence humaine facilite son établissement dans les parties les plus septentrionales de la région du Nord-du-Québec.

Deux des trois espèces migratrices présentes au Québec ont été recensées durant cet inventaire acoustique, soit la chauve-souris cendrée et la chauve-souris argentée (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 cendrée est une espèce 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 utilise plusieurs sites de repos localisés dans le feuillage d'arbres et d'arbustes en saison de reproduction, tandis que la chauve-souris argentée privilégie les abris dans les cavités et sous l'écorce d'arbres morts sur pieds. Ces deux espèces utilisent 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). Il est très probable que la zone d'étude fournisse des habitats de repos et d'alimentation pour ces deux espèces (Tremblay & Jutras 2010; Fabianek 2015) qui sont également 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 2023).

La chauve-souris rousse est une espèce moins présente en milieu nordique, comparativement aux deux autres espèces migratrices. Sa présence est surtout constatée en fin de période de reproduction et en période de migration et il n'est pas clair si des femelles reproductives sont établies durablement dans les parties les plus septentrionales de la région du Nord-du-Québec ou si les détections sont des détections isolées d'individus non reproducteurs ou de males dont l'aire de répartition estivale est beaucoup plus importante que celle des femelles, particulièrement au sein d'habitats jugés moins optimaux (soit généralement en haute altitude, sans présence de plans d'eau à moins de 2 km et avec des températures nocturnes estivales moyennes inférieures à 10°C) pour des femelles reproductives (Grindal, Morissette & Brigham 1999; Cryan, Bogan & Altenbach 2000; Cryan & Wolf 2003; Collins 2011).

## 5. CONCLUSION

---

Trois des six espèces potentiellement présentes sur la base de leur aire de répartition connue ont été validées acoustiquement au site minier Troilus durant cet inventaire acoustique. La diversité spécifique inventoriée était relativement comparable à d'autres inventaires acoustiques des chiroptères réalisés dans la région du Nord-du-Québec, durant cette période de l'année. L'activité nocturne et les occurrences enregistrées étaient dominées par la chauve-souris cendrée et étaient relativement élevées comparativement à d'autres inventaires acoustiques réalisés dans la région du Nord-du-Québec. Cela pourrait indiquer la présence de femelles reproductives établies au sein des peuplements résineux matures dans ou à proximité de l'aire d'étude.

La petite chauve-souris brune est la seule espèce considérée menacée au Québec (au niveau provincial) et en voie de disparition au Canada (au niveau fédéral) qui a été recensée durant cet inventaire acoustique. Cette espèce privilégie les peuplements forestiers matures et riverains. Elle s'alimente en général en bordure des plans d'eau et milieux humides et il est également possible que sa présence en milieu nordique soit favorisée par la présence humaine puisqu'elle a tendance à utiliser les bâtiments entre autres structures anthropiques comme habitats de repos et de reproduction estivaux.

Deux des trois espèces migratrices ont également été recensées durant cet inventaire, soit la chauve-souris cendrée et la chauve-souris argentée. Ces deux espèces sont pour leurs parts inscrites sur la *liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec* (MELCCFP 2023). La chauve-souris rousse qui vient d'être inscrite sur la *liste des espèces fauniques désignées vulnérables au Québec* du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP 2023), n'a pas été enregistrée durant cet inventaire acoustique.

## 6. RÉFÉRENCES

---

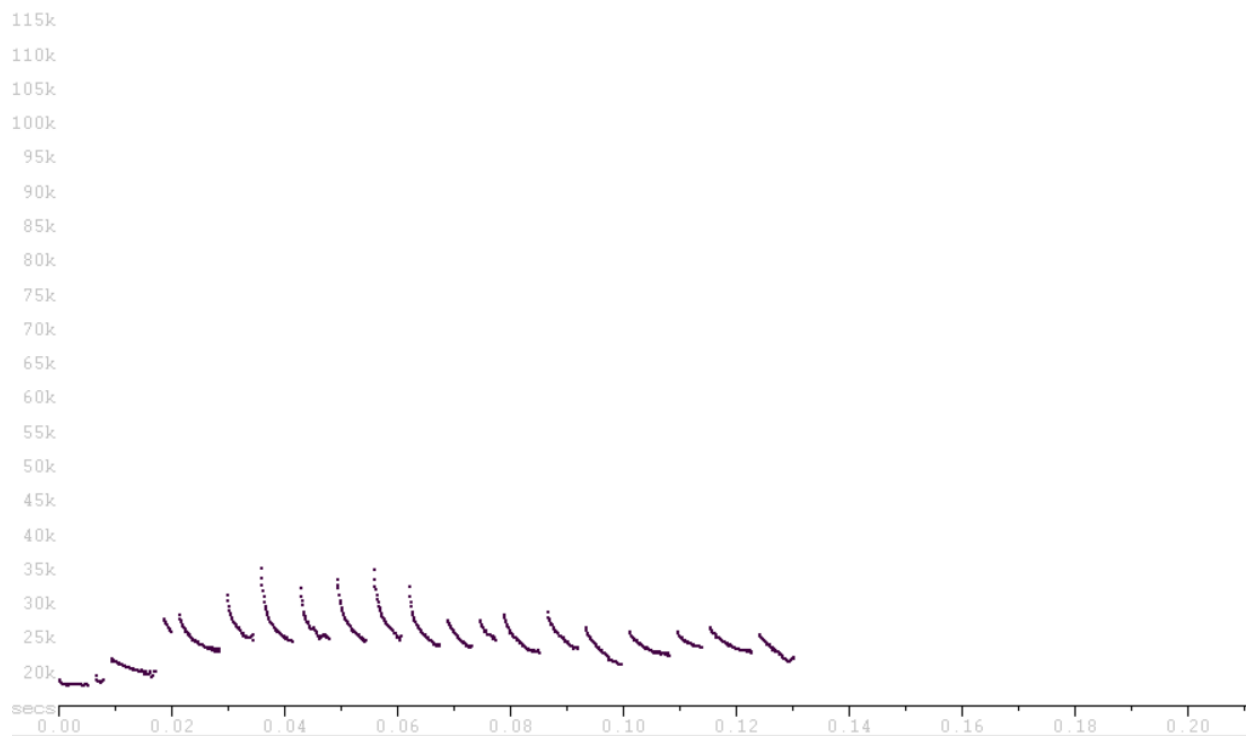
- Agosta, S.J. (2002) Habitat use, diet and roost selection by the big brown bat (*Eptesicus fuscus*) in North America: a case for conserving an abundant species. *Mammal Review*, **32**, 179-198.
- Brigham, R.M., Kalko, E.K.V., Jones, G., Parsons, S. & Limpens, H.J.G.A. (2004) Bat echolocation research: 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. (2022) Recueil des protocoles standardisés d'inventaires acoustiques de chauves-souris au Québec. pp. 44. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Gouvernement du Québec, 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.
- Collins, J.D. (2011) Distribution of Reproductive Female Bats Along an Elevational Gradient in the Monongahela National Forest. *Bat Research News*, **52**, 66-66.
- Cryan, P.M., Bogan, M.A. & Altenbach, J.S. (2000) Effect of elevation on distribution of female bats in the Black Hills, South Dakota. *Journal of Mammalogy*, **81**, 719-725.
- 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.
- Cryan, P.M. & Wolf, B.O. (2003) Sex differences in the thermoregulation and evaporative water loss of a heterothermic bat, *Lasiurus cinereus*, during its spring migration. *Journal of Experimental Biology*, **206**, 3381-3390.
- 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. (2022) Inventaire acoustique des chiroptères sur la propriété Moblan localisée dans la région du Nord-du-Québec. pp. 20. Solutions WavX inc., La Conception, 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.
- Frank, C.L., Michalski, A., McDonough, A.A., Rahimian, M., Rudd, R.J. & Herzog, C. (2014) The resistance of a North American bat species (*Eptesicus fuscus*) to white-nose syndrome (WNS). *PLoS ONE*, **9**, e113958.
- 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.
- Grindal, S.D. (1999) Habitat use by bats, *Myotis* spp., in western Newfoundland. *Canadian Field-Naturalist*, **113**, 258-263.

- 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. & Broders, H.G. (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., 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.
- Jones, G., Jacobs, D.S., Kunz, T.H., Willig, M.R. & Racey, P.A. (2009) Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, **8**, 93-115.
- 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., Arnett, E.B., Cooper, B.M., Erickson, W.P., Larkin, R.P., Mabee, T., Morrison, M.L., Strickland, M. & Szewczak, J.M. (2007) 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. & 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. & 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.
- MELCCFP (2023) 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).
- Menzel, J.M., Menzel, M.A., Kilgo, J.C., Ford, W.M., Edwards, J.W. & McCracken, G.F. (2005) Effect of habitat and foraging height on bat activity in the Coastal Plain of South Carolina. *Journal of Wildlife Management*, **69**, 235-245.
- 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.
- 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.

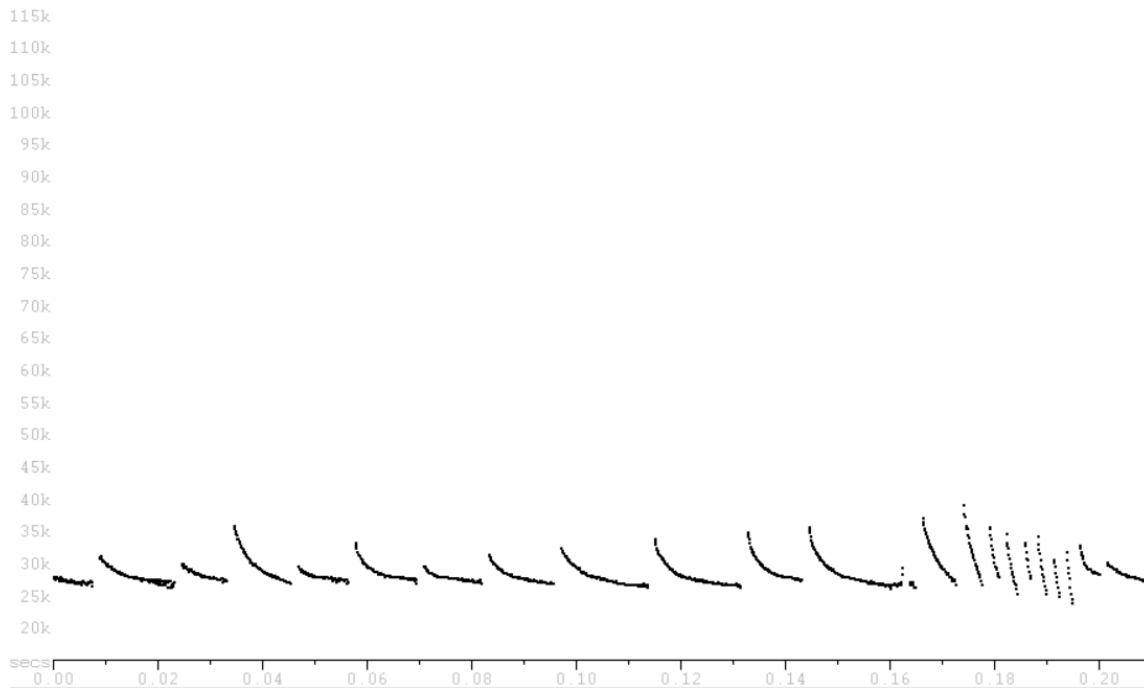
## 7. ANNEXES

Annexe 1. Relevés de températures moyennes ( $\pm$  écarts-types) par station fixe durant l'inventaire acoustique des chiroptères au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec.

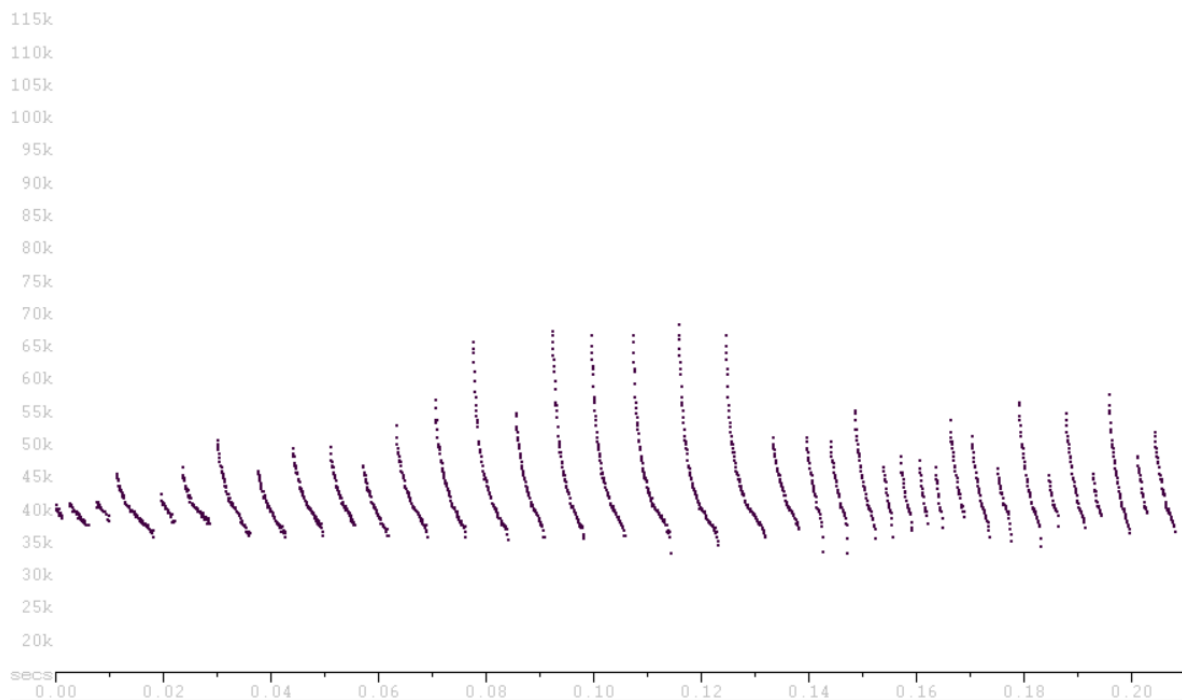
Station fixe	Point GPS (DD, WGS84)	Température (°C)
STCH_1	51.030, -74.381	12,2 $\pm$ 2,4
STCH_2	50.997, -74.436	11,8 $\pm$ 2,3
STCH_3	50.941, -74.637	12,1 $\pm$ 2,0
STCH_4	50.955, -74.577	12,2 $\pm$ 2,5
STCH_5	50.982, -74.497	11,8 $\pm$ 2,1
STCH_6	51.005, -74.473	12,1 $\pm$ 2,2
STCH_7	51.040, -74.449	12,1 $\pm$ 2,3



Annexe 2. Sonagrammes de chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Anlook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).



Annexe 3. Sonagrammes de chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Anolook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).



Annexe 4. Sonagrammes de petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*) enregistrés durant l'inventaire acoustique des chiroptères au site minier Troilus localisé dans la région du Nord-du-Québec, Québec. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Anolook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressé et fenêtre 7 (10 ms/tk).

