

TERMINAL MARITIME EN RIVE NORD DU SAGUENAY – ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

COMPTE RENDU DE LA DERNIÈRE PHASE – INVENTAIRE ACOUSTIQUE ET RECHERCHE DE MATERNITÉS DE CHIROPTÈRES

Le 17 OCTOBRE 2017

*Rapport complémentaire de l'ÉIE remis à
M. Patrice Maltais
Préparé pour l'Administration Portuaire du
Saguenay par :*



<Original signé par>

François Fabianek, Biologiste, PhD
Jean Marchal, Biologiste, PhD
Antoine le Blet, technicien de la faune

TABLE DES MATIÈRES

MISE EN CONTEXTE.....	5
MÉTHODOLOGIE.....	6
RÉSULTATS ET DISCUSSION	11
CONCLUSIONS	14
RÉFÉRENCES	16
ANNEXES	19

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Résultats de l'inventaire acoustique des chiroptères par stations fixes et par transect en bateau en rive nord du Saguenay, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.	13
--	----

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation du transect acoustique en bateau le long de la rive nord du Saguenay, localisation des stations fixes d'enregistrement et des bâtiments découverts dans la zone de recherche de maternités potentielles de chiroptères, région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.	8
--	---

ANNEXES

Annexe 1. Relevés climatiques moyens (\pm écarts-types) et phases lunaires durant l'inventaire acoustique des chiroptères par transect en bateau le long de la rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.	19
Annexe 2. Relevés climatiques moyens (\pm écarts-types) durant l'inventaire acoustique des chiroptères par stations fixes sur la rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.....	19
Annexe 3. Bâtiment B1 (N 48.40757° W 70.69717°), non propice, inspecté à la recherche de trace d'occupation de chiroptères, au sein de la zone de recherche De maternité, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.....	20
Annexe 4. Bâtiment B2 (N 48.39811° W 70.71103°), non propice, inspecté à la recherche de trace d'occupation de chiroptères, au sein de la zone de recherche De maternité, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.....	20
Annexe 5. Bâtiment B3 (N 48.41036° W 70.71297°), non propice, inspecté à la recherche de trace d'occupation de chiroptères, au sein de la zone de recherche De maternité, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.....	21
Annexe 6. Station d'inventaire fixe CHS1 (N 48,40904° W 70,71205°) située dans un milieu humide, à la lisière d'un peuplement de résineux, au sein de la zone restreinte du projet de terminal maritime, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec	22

Annexe 7. Station d'inventaire fixe CHS2 (N 48,40457° W 70,71843°) située au croisement de deux sentiers, à la lisière d'un peuplement mixte, au sein de la zone restreinte du projet de terminal maritime, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec	22
Annexe 8. Station d'inventaire fixe CHS3 (N 48,39897° W 70,71658°) située dans une ancienne voie de débardage, à la lisière d'un peuplement de résineux, au sein de la zone restreinte du projet de terminal maritime, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec	23
Annexe 9. Station d'inventaire fixe CHS4 (N 48,39960°W 70,71012°) située le long chemin, parallèle à un cours d'eau, à proximité de la zone restreinte du projet de terminal maritime, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec	23
Annexe 10. Sonagrammes de chauve-souris du genre <i>Myotis</i> (<i>Myotis</i> spp.) enregistrée durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean.....	24
Annexe 11. Sonagrammes de chauve-souris nordique (<i>Myotis septentrionalis</i>) enregistrée durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean.....	24
Annexe 12. Sonagrammes de grande chauve-souris brune (<i>Eptesicus fuscus</i>) enregistrée durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean.....	25
Annexe 13. Sonagrammes de chauve-souris argentée (<i>Lasionycteris noctivagans</i>) enregistrée durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean.....	25
Annexe 14. Sonagrammes regroupés dans le complexe grande brune / argentée (<i>Eptesicus</i> / <i>Lasionycteris</i>) enregistrés durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean.....	26
Annexe 15. Sonagrammes de chauve-souris cendrée (<i>Lasiurus cinereus</i>) enregistrée durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean.....	26

MISE EN CONTEXTE

Cet inventaire des chiroptères est effectué dans le cadre du projet de terminal maritime en rive Nord du Saguenay situé dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, au Québec. Ce projet est assujéti à un processus d'évaluation environnemental incluant les chiroptères. Un inventaire acoustique des chiroptères est requis lors de ce processus d'évaluation afin de documenter leur utilisation estivale du territoire en période de reproduction dans la zone d'étude restreinte du projet. Le premier objectif était de déterminer les espèces de chiroptères présentes à l'aide d'un inventaire acoustique mobile et d'un inventaire par stations fixes.

La zone d'étude comprend potentiellement six des huit espèces de chiroptères présentes au Québec. Quatre espèces sont également susceptibles d'exploiter les bâtiments présents dans la zone d'impact étendue du projet, soit la grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*), la petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*), la chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*) et la chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*). Le second objectif de cet inventaire était de vérifier la présence éventuelle de maternités de chiroptères cavicoles dans les bâtiments en période de reproduction. Ce rapport présente la méthodologie employée pour les inventaires acoustiques et la recherche de maternités, les résultats obtenus ainsi que plusieurs éléments de discussion et des recommandations.

MÉTHODOLOGIE

Recherche de maternités de chiroptères

Une maternité de chiroptères se définit comme un emplacement de repos estival où les femelles allaitent et élèvent leurs nouveau-nés (Kunz and Fenton 2006). Selon l'espèce considérée, ces emplacements peuvent abriter une seule femelle ou un regroupement de plusieurs centaines d'individus (Lacki *et al.* 2007). Ces maternités peuvent être retrouvées dans des bâtiments, des arbres et des affleurements rocheux présentant des fissures ou des cavités qui offrent un microclimat propice aux chiroptères (Lausen & Barclay 2002; Barclay & Kurta 2007; Boyles 2007).

La recherche de maternités consistait à inspecter visuellement les bâtiments rencontrés le long des sentiers incluant ceux situés jusqu'à 1 km de la zone restreinte du projet, à la recherche de dépôts de guano de chiroptères (Kunz & Parsons 2009; MFFP 2014a). Ces recherches se sont déroulées du 16 juin au 17 juillet 2017, durant la période de reproduction des chiroptères (MRNF 2008). Dans le cas où la présence d'une maternité était suspectée, ces inspections devaient être complétées par une soirée d'observation des individus en sortie de gîte avec un détecteur d'ultrasons afin de valider les espèces présentes, conformément aux recommandations fournies dans le protocole de décompte des maternités fourni par le MFFP (MFFP 2014b).

Procédures d'inventaire acoustique

L'inventaire acoustique est une approche permettant de dresser un portrait rapide et représentatif des espèces présentes dans un habitat donné et durant 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). Elle ne permet pas non plus de déceler la présence de maternités de chiroptères, ce qui nécessite un examen visuel des emplacements connus ou un suivi télémétrique d'individus marqués pour déceler de nouveaux emplacements (Kunz & Parsons 2009). L'approche acoustique peut toutefois être employée en complément des recherches de maternités afin d'identifier les espèces présentes lors de tels inventaires.

Pour cette étude, la présence et l'activité nocturne des chiroptères ont été documentées via un inventaire acoustique par station fixe et un inventaire mobile, effectués du 16 juin au 17 juillet 2017, durant la période de reproduction des chiroptères du Québec (MRNF 2008). Cette période est propice pour un inventaire acoustique afin de déceler les espèces de chiroptères présentes dans la zone d'étude, hors des périodes de migrations printanières et automnales.

Inventaire par transect en bateau

L'inventaire acoustique mobile comprenait un transect de 4 km par bateau, effectué le long de la berge en rive nord du Saguenay (Figure 1). Un détecteur d'ultrasons de marque Anabat Express (Titley Scientifics) raccordé à un microphone omnidirectionnel enregistrait les signaux d'écholocation des

chiroptères qui passaient à portée. Le microphone externe était fixé sur une perche de 2 m à l'avant du bateau et raccordé au détecteur par un câble de 3 mètres. Le détecteur était programmé pour fonctionner en enregistrement continu et en mode transect. Le module GPS intégré au détecteur permettait alors de géolocaliser automatiquement les enregistrements de chiroptères durant le trajet. La vitesse de déplacement du bateau était d'environ 3 nœuds (*i.e.*, approx. 5 km / h). La période d'enregistrement débutait 30 minutes avant le coucher du soleil nautique et se terminait après avoir parcouru le transect trois fois durant la soirée (*i.e.*, vers environ 01:00 am). Le transect a été parcouru 16 fois sur un total de 4 nuits d'inventaire du 26 juin au 13 juillet 2017 (Annexe 1). Les enregistrements ont tous été effectués dans des conditions optimales d'inventaire et celui-ci était reporté lorsque ces conditions n'étaient pas rencontrées. Les conditions optimales se caractérisent par l'absence de précipitation, sans vent ou avec présence de vents faibles (< à 20 km / h) et avec une température ambiante supérieure à 10°C (Erickson & West 2002; MRNF 2008; Frick *et al.* 2012). La température ambiante était enregistrée toutes les 10 minutes durant l'inventaire à l'aide d'un thermographe fixé sur le boîtier du détecteur d'ultrasons. Les relevés de température moyenne par nuit d'inventaire sont présentés dans l'Annexe 1.

Inventaire par stations fixes

L'inventaire acoustique par stations fixes comprenait 4 stations d'enregistrement situées dans, ou, à proximité de la zone d'étude restreinte du projet de terminal maritime (Figure 1, Annexes 6 à 9). Les chiroptères utilisent les chemins forestiers, les cours d'eau, les milieux humides et les milieux forestiers riverains (Grindal *et al.* 1999; Ford *et al.* 2005; Menzel *et al.* 2005) pour se déplacer et s'alimenter (Grindal, Morissette & Brigham 1999; Fabianek *et al.* 2011). Les stations fixes ont été positionnées dans ces habitats pour maximiser les chances de détection de chiroptères.

Deux détecteurs d'ultrasons de marque Anabat Express munis d'un microphone omnidirectionnel enregistraient simultanément les signaux de chiroptères durant 15 nuits consécutives à deux premières stations (CH1 et CH3, Figure 1). Les détecteurs ont ensuite été déplacés afin d'enregistrer 15 nuits supplémentaires sur les deux stations suivantes, (CH2 et CH4, Figure 1). Le microphone était raccordé au détecteur par un câble de 3 m et positionné à environ 2 m du sol en pointant dans un angle à 45° vers le bas. Chaque nuit, le détecteur débutait l'enregistrement 30 minutes avant le coucher du soleil nautique sur une durée de 6 heures afin de couvrir les différents pics d'activité nocturne des chiroptères (Kunz *et al.* 2007). L'effort d'échantillonnage par stations fixes représentait 90 heures d'enregistrement, permettant de cumuler 360 heures d'enregistrement passif pour cet inventaire. Seuls les enregistrements effectués dans des conditions optimales ont été retenus pour les analyses. Les relevés de températures moyennes sont présentés dans l'Annexe 2.

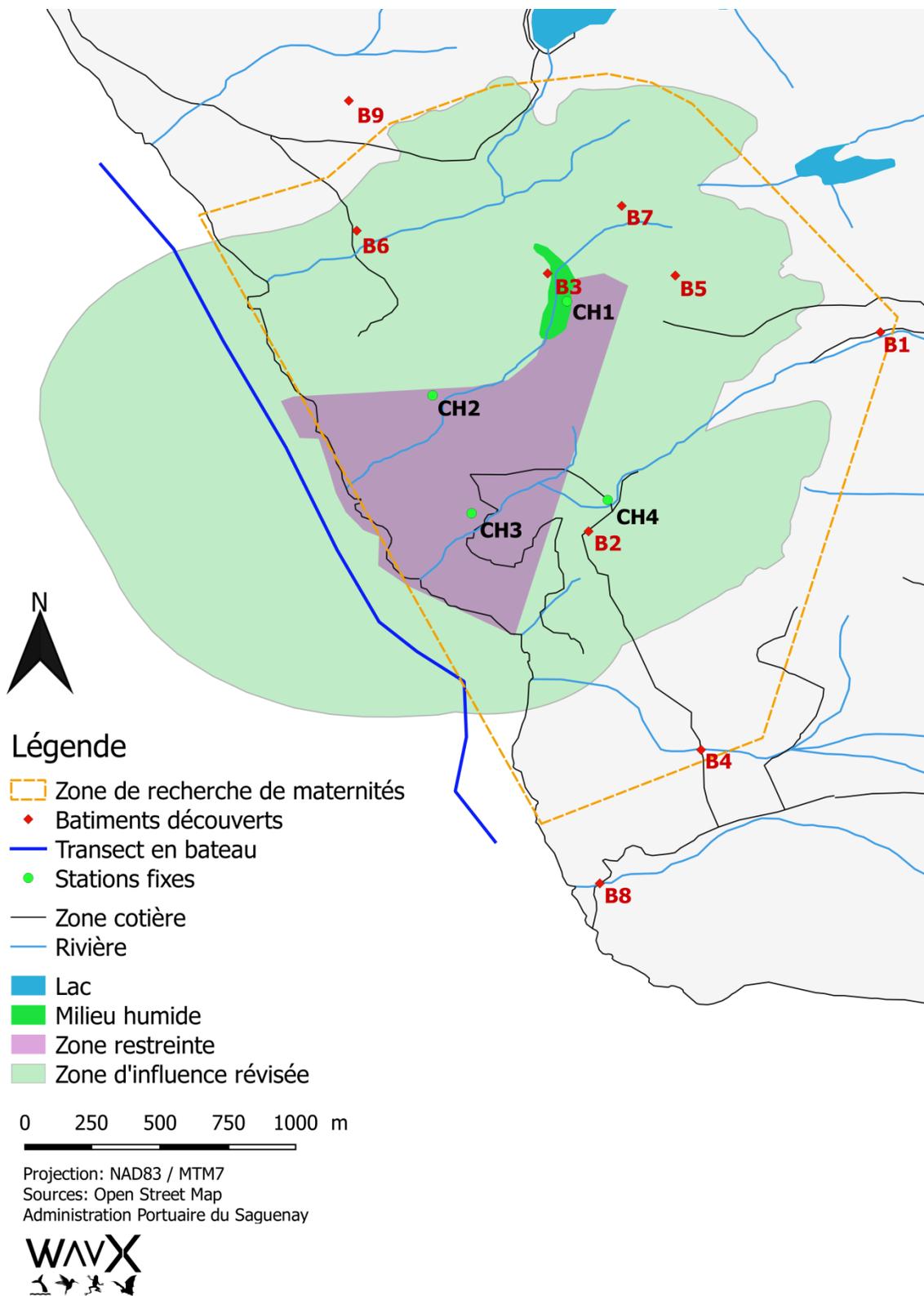


Figure 1. Localisation du transect acoustique en bateau le long de la rive nord du Saguenay, localisation des stations fixes d'enregistrement et des bâtiments découverts dans la zone de recherche de maternités potentielles de chiroptères, région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.

Procédure d'identification acoustique

Les enregistrements en division de fréquence contenant des signaux d'écholocation de chiroptères ont été convertis au format Zero-Crossing afin d'être analysés sous la forme de sonagrammes à l'aide du logiciel AnlookW (version 4.2g, Titley Scientific). Un sonagramme est une représentation du signal d'écholocation des chiroptères qui tient compte des variations de fréquences du signal en fonction du temps (Annexes 10 à 15). Cette représentation a permis d'identifier les chiroptères enregistrés en rive nord du Saguenay 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 (©WavX Inc.). Cette sonothèque comprend des milliers de sonagrammes pour lesquels l'espèce a été confirmée visuellement.

Un total de 15 paramètres acoustiques a été extrait automatiquement des sonagrammes après l'application d'un filtre intégré au logiciel AnlookW. 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 *et al.* 2005). Ces comparaisons permettent de générer un indice classification (de 0 à 1) des sonagrammes de chiroptères 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 chauve-souris pygmée (*Myotis leibii*) et 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 dans lequel ont été réalisés les enregistrements (Broders *et al.* 2004). Les signaux difficilement identifiables à l'espèce sont habituellement regroupés dans des classes intermédiaires comprenant deux à trois espèces (Tableau 1). Le complexe *Myotis* spp. comprend, par exemple, les trois espèces du genre *Myotis* (*i.e.*, 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 (Tableau 1).

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 0,1 secs à une minute 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 1). Cet indice d'activité nocturne ne permet pas de se prononcer sur l'abondance des populations, ni sur le sexe, ni sur le nombre d'individus présents durant l'inventaire acoustique (Hayes 2000; Kunz *et al.* 2007).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Recherche de maternités

L'inspection visuelle des bâtiments retrouvés le long des sentiers n'a donné aucun résultat permettant de suspecter la présence de maternité de chiroptères. Des exemples de bâtiments découverts durant cet inventaire sont montrés dans les Annexes 3 à 5. Aucun dépôt de guano de chiroptère n'a été identifié visuellement et la majorité des bâtiments inspectés ne présentaient pas de structures paraissant propices à la gestation des femelles reproductives et l'allaitement des nouveau-nés (Boyles 2007; Tuttle et al. 2013). Seuls deux bâtiments (B4 et B8, Figure 1) présentaient un potentiel incertain, dont un se trouvait en dehors de la zone de recherche des maternités (B8, Figure 1). Le second bâtiment était situé à la limite de la zone de recherche de 1 km (B4, Figure 1) et à 1.1 km de la zone projetée des travaux pour le terminal maritime. L'inspection externe de ces bâtiments à la recherche d'entrées potentielles, de traces d'occupations et de dépôts de guano, n'a toutefois pas permis de suspecter la présence de chiroptères.

Espèces identifiées acoustiquement

Les résultats obtenus lors de cet inventaire acoustique sont synthétisés dans le Tableau 1. Le statut fédéral (i.e., espèces en voie de disparition au Canada) des espèces de chiroptères est annoté sur les noms scientifiques dans la première colonne du tableau. Les trois dernières colonnes du Tableau 1 présentent respectivement le nombre de passages regroupés par espèce ou groupe d'espèces et les passages non identifiés (1) pour l'inventaire mobile, (2) pour l'inventaire par station fixe et (3) la proportion de passages cumulés pour l'ensemble des inventaires.

Cet inventaire confirme la présence de quatre espèces et des chiroptères du genre *Myotis* (Tableau 1), déjà recensées dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean (Jutras & Vasseur 2010). La chauve-souris cendrée a été, de loin, la plus active (107 passages), suivie de la chauve-souris argentée (4 passages), de la chauve-souris nordique (2 passages) et de la grande chauve-souris brune (1 passage). S'ajoutent à cela 16 passages du genre *Myotis*, 9 passages du complexe grande brune / argentée et 29 passages de chiroptères dont le genre et l'espèce n'ont pu être identifiés.

Seuls deux passages de chauve-souris nordique ont été enregistrés à la station CH3 (Figure 1) durant cet inventaire acoustique. Avec la petite chauve-souris brune et la pipistrelle de l'Est (*Perimyotis subflavus*), cette espèce considérée en voie de disparition au Canada figure depuis 2014 sur l'Annexe 1 de la liste des espèces en péril (Gouvernement du Canada 2017). Avec un taux de mortalité estimé à plus de 90 % des individus, ces trois espèces sont particulièrement affectées par le syndrome du museau blanc qui poursuit sa progression à travers la province du Québec depuis sa première mention dans la région de l'Outaouais (Fabianek & Provost 2013). La grande chauve-souris brune, moins affectée par le syndrome du museau blanc (Frank et al. 2014), est une espèce relativement commune au Québec. Celle-ci est particulièrement active en milieux urbains et péri-urbains (Agosta 2002; Fabianek, Gagnon & Delorme 2011) et moins représentée dans les peuplements résineux (Kurta & Baker 1990).

Deux des trois espèces migratrices présentes au Québec ont été recensées durant cet inventaire acoustique, soit la chauve-souris argentée et la chauve-souris cendrée. 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).

Activité nocturne

L'inventaire acoustique par stations fixes de 30 nuits compte en moyenne 2,1 passages de chiroptères par nuit (avec un écart type de $\pm 3,1$ passages) pour un total de 132 passages cumulés, toutes espèces confondues. L'inventaire acoustique mobile effectué en bateau compte en moyenne 1,8 passage de chiroptères par nuit (± 1 passage) pour un total de 7 passages cumulés durant 4 nuits d'inventaire, toutes espèces confondues. Comparativement aux résultats obtenus par stations fixes, une moindre diversité d'espèces recensées et une moindre activité nocturne ont été recueillies durant le transect par bateau (Tableau 1). Cette différence de résultats pourrait être reliée au degré d'ouverture important de l'habitat inventorié durant le transect le long de la rive nord du Saguenay. Du fait de la présence de hauts-fonds à proximité du rivage, le transect a été réalisé à une distance moyenne d'environ 20 m de la rive nord du Saguenay, favorisant probablement la détection des espèces à basse fréquence (*i.e.*, avec une fréquence minimale < 32 kHz) telles que la chauve-souris cendrée, la chauve-souris argentée ou la grande chauve-souris brune. La chauve-souris cendrée fut la seule espèce distinctement identifiée lors du transect par bateau. Comparativement aux autres chiroptères recensées au Québec, la chauve-souris cendrée est la plus susceptible d'exploiter les milieux présentant une ouverture totale, c'est à dire sans couvert forestier (Barclay 1986; Loeb & O'Keefe 2011).

Tableau 1. Résultats de l'inventaire acoustique des chiroptères par stations fixes et par transect en bateau en rive nord du Saguenay, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.

Nom scientifique	Nom commun	Inventaire mobile	Inventaire par station fixe	Passages totaux	Pourcentage de passages
<i>Eptesicus fuscus</i>	Grande chauve-souris brune	0	1	1	0,6 %
Complexe <i>Eptesicus</i> – <i>Lasionycteris</i>	Grande brune ou argentée	3	6	9	5,4 %
<i>Lasionycteris noctivagans</i>	Chauve-souris argentée	0	4	4	2,4 %
<i>Myotis lucifugus</i> *	Petite chauve-souris brune	0	0	0	0,0 %
<i>Myotis septentrionalis</i> *	Chauve-souris nordique	0	2	2	1,2 %
<i>Myotis leibii</i>	Chauve-souris pygmée de l'Est	0	0	0	0,0 %
<i>Myotis</i> spp.	Chiroptères du genre <i>Myotis</i>	0	16	16	9,5 %
<i>Lasiurus borealis</i>	Chauve-souris rousse	0	0	0	0,0 %
<i>Perimyotis subflavus</i> *	Pipistrelle de l'Est	0	0	0	0,0 %
<i>Lasiurus cinereus</i>	Chauve-souris cendrée	4	103	107	63,7 %
Non identifiés	Chiroptères indéterminés	0	29	29	17,3 %
		Total		168	100 %

*Espèces inscrites sur le Registre public des espèces en péril. *Annexe 1 (paragraphes 2(1), 42(2) et 68(2)) liste des espèces en péril*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) (2014). Gouvernement du Canada. http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/species/schedules_f.cfm?id=1 (Page consultée le 26 juin 2017)

CONCLUSIONS

Maternités de chiroptères

L'inspection visuelle des bâtiments situés le long des sentiers n'a pas permis de confirmer la présence de maternités de chiroptères jusqu'à 1 km au-delà de la zone restreinte du projet. Aucun dépôt de guano n'a été observé durant les visites et les bâtiments présentaient, dans l'ensemble, un potentiel nul pour abriter une maternité de chiroptères. Deux bâtiments situés à la limite et au-delà de la limite de la zone de recherche des maternités présentaient un potentiel jugé incertain. L'inspection visuelle de ces deux bâtiments n'a toutefois pas permis de suspecter la présence de chiroptères. Ce faisant, il ne sera pas nécessaire pour le promoteur d'appliquer les mesures d'atténuation présentées dans le rapport complémentaire de l'ÉIE sur les mesures d'atténuation destinées aux maternités de chiroptères (WavX 2017).

Inventaires acoustiques

Les inventaires acoustiques révèlent une zone globalement peu active (*i.e.*, 168 passages cumulés toutes espèces confondues) et faiblement diversifiée en chiroptères, puisque seulement 4 des 6 espèces potentiellement présentes dans la région (Jutras & Vasseur 2010) ont été recensées. Cette faible activité nocturne pourrait notamment s'expliquer par l'absence de plan d'eau dans la zone restreinte du projet de terminal maritime. Les chiroptères exploitent ces habitats pour s'abreuver (Kurta 2001) et s'alimenter des nombreux insectes présents (Grindal, Morissette & Brigham 1999; Fabianek, Gagnon & Delorme 2011).

La grande majorité des passages enregistrés sont attribuables à la chauve-souris cendrée. Cette espèce migratrice, largement répandue dans la province du Québec (Jutras & Vasseur 2010), est une des plus actives au sein des peuplements résineux ouverts (Shump & Shump 1982; Loeb & O'Keefe 2011). C'est également la seule espèce qui a été identifiée lors du transect par bateau effectué le long de la rive nord du Saguenay. Le faible nombre de passages enregistrés durant cet inventaire (*i.e.*, 7 passages cumulés) suggère que la berge offre un faible potentiel de dispersion et de chasse pour la majorité des chiroptères.

La chauve-souris cendrée et la chauve-souris argentée sont des espèces capables d'exploiter les ouvertures laissées lors de coupes à blanc (Loeb & O'Keefe 2011) et devraient être impactées positivement par le déboisement prévu durant la phase de construction du projet. Ce déboisement créera une nouvelle zone de chasse susceptible d'être exploitée la nuit par ces deux espèces. La chauve-souris argentée et la chauve-souris cendrée présentent un domaine vital estival estimé entre 0,2 et 3 km² selon la littérature (Barclay 1988; Sparks et al. 2005; Kunz & Lumsden 2007; Bonaccorso et al. 2015). Le comportement solitaire des mâles et des femelles reproductrices permettrait à ces deux espèces de se relocaliser en journée en cas de dérangements potentiels reliés aux travaux d'aménagement et durant la phase d'exploitation. Par conséquent, l'effet négatif ponctuel des travaux et de la phase d'exploitation sur ces deux espèces devrait être minimal.

La chauve-souris nordique est la seule espèce en voie de disparition au Canada qui a été enregistrée dans un ancien chemin de débardage situé dans la zone restreinte du projet (station fixe CH3; Figure 1). L'effet négatif des phases de construction, d'exploitation et d'entretien sur les sites d'alimentation sera sans doute minimal, car ces activités seront réalisées en journée et l'espèce pourra utiliser d'autres sites d'alimentation disponibles à proximité de la zone restreinte du projet.

Le domaine vital estival de cette espèce en période de reproduction reporté dans la littérature se situe entre 0,05 et 0,65 km² (Owen *et al.* 2003; Henderson & Broders 2008; Badin 2014). En tenant compte de cette information et de la distance de détection de cette espèce (station fixe CH3; Figure 1) par rapport aux infrastructures projetées du terminal maritime, il est probable que les sites de repos diurne soient impactés négativement par les travaux prévus durant la phase de construction du projet.

Cette espèce utilise habituellement un réseau de plusieurs arbres morts sur pieds et d'arbres à cavités comme sites de repos diurne (Fabianek *et al.* 2015b; Rojas *et al.* 2017). Le déboisement aura un effet négatif potentiel puisqu'il pourrait induire une perte nette de sites de repos pour cette espèce. Les travaux de construction générant un seuil de bruit supérieur à 109 dBA en journée pourraient également contraindre les individus impactés à se relocaliser dans des secteurs moins bruyants, c.-à-d. avec un seuil de bruit inférieur à 80 dBA (Shannon *et al.* 2016). La possibilité pour les individus de cette espèce à se relocaliser dépendra de la disponibilité des sites de repos alternatifs dans un périmètre de 2 km au-delà de la zone restreinte du projet. Les sites de repos naturels pour cette espèce sont constitués d'un réseau de plusieurs arbres morts sur pieds ou d'arbres à cavités sur une surface boisée de 0,1 ha (Fabianek *et al.* 2015a; Fabianek *et al.* 2015b). La chauve-souris nordique est également susceptible d'utiliser des bâtiments pour se reposer durant la journée (Henderson & Broders 2008), bien qu'aucune trace d'occupation n'ait été détectée durant l'inventaire visuel des bâtiments (Figure 1) à la recherche de maternités.

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.
- Badin, H.A. (2014) Habitat selection and roosting ranges of northern long-eared bats (*Myotis septentrionalis*) in an experimental hardwood forest system. Master of Science, Ball State University.
- Barclay, R.M.R. (1986) The echolocation calls of hoary (*Lasiurus cinereus*) and silver-haired (*Lasionycteris noctivagans*) bats as adaptations for long-versus short-range foraging strategies and the consequences for prey selection. *Canadian Journal of Zoology*, **64**, 2700-2705.
- Barclay, R.M.R. (1988) The effect of reproductive condition on the foraging behavior of female hoary bats, *Lasiurus cinereus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **24**, 31-37.
- 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.
- Bonaccorso, F.J., Todd, C.M., Miles, A.C. & Gorresen, P.M. (2015) Foraging range movements of the endangered Hawaiian hoary bat, *Lasiurus cinereus semotus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Mammalogy*, **96**, 64-71.
- Boyles, J.G. (2007) Describing roosts used by forest bats: the importance of microclimate. *Acta Chiropterologica*, **9**, 297-303.
- 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.
- Brodgers, 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.
- 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.
- 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., 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.
- Fabianek, F. & Provost, M.-C. (2013) Inventaire acoustique des chiroptères: une découverte préoccupante. *Bulletin de Conservation*, **2013-2014**, 14-17.
- Fabianek, F., Simard, M.A. & Desrochers, A. (2015a) Exploring regional variation in roost selection by bats: evidence from a meta-analysis. *PLoS ONE*, **10**, e0139126.
- Fabianek, F., Simard, M.A., Racine B., E. & Desrochers, A. (2015b) Selection of roosting habitat by male *Myotis* bats in a boreal forest. *Canadian Journal of Zoology*, 539-546.
- 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.
- 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.
- Geurts, P., Ernst, D. & Wehenkel, L. (2005) Extremely randomized trees. *Machine Learning*, **40**.
- Gouvernement du Canada (2017) Registre public des espèces en péril. Annexe 1 (paragraphe 2(1), 42(2) et 68(2)) liste des espèces en péril. http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/species/schedules_f.cfm?id=1.
- 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.
- 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. (2007) Ecology of cavity and foliage roosting bats. *Bat ecology* (eds T.H. Kunz & M.B. Fenton), pp. 3-89. 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.
- Lacki, M.J., Hayes, J.P. & Kurta, A. (2007) Bats in Forests. *Conservation and Management* (eds M.J. Lacki, J.P. Hayes & A. Kurta), pp. 329. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Lausen, C.L. & Barclay, R.M.R. (2002) Roosting behaviour and roost selection of female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) roosting in rock crevices in southeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology*, **80**, 1069-1076.
- 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.
- 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.
- MFFP (2014a) Protocole de validation d'une colonie de chauves-souris. (ed. M. Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs), pp. 1. Québec, QC.

- MFFP (2014b) Protocole pour un décompte de chauve-souris dans une maternité. (ed. M. Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs), pp. 4. Québec, QC.
- MRNF (2008) 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.
- Owen, S.F., Menzel, M.A., Ford, W.M., Chapman, B.R., Miller, K.V., Edwards, J.W. & Wood, P.B. (2003) Home-range size and habitat used by the northern myotis (*Myotis septentrionalis*). *American Midland Naturalist*, **150**, 352-359.
- Rojas, V.G., O'Keefe, J.M. & Loeb, S.C. (2017) Baseline Capture Rates and Roosting Habits of *Myotis septentrionalis* (Northern Long-Eared Bat) Prior to White-Nose Syndrome Detection in the Southern Appalachians. *Southeastern Naturalist*, **16**, 140-148.
- 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.
- Shannon, G., McKenna, M.F., Angeloni, L.M., Crooks, K.R., Fristrup, K.M., Brown, E., Warner, K.A., Nelson, M.D., White, C., Briggs, J., McFarland, S. & Wittemyer, G. (2016) A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological Reviews*, **91**, 982-1005.
- Shump, K.A.J. & Shump, A.U. (1982) *Lasiurus cinereus*, hoary bat. *Mammalian species*, **185**, 1-5.
- Sparks, D.W., Ritzi, C.M. & Everson, B.L. (2005) Nocturnal behavior and roosting ecology of a juvenile *Lasiurus cinereus* near Indianapolis, Indiana. *Proceedings Of The Indiana Academy Of Science*, pp. 70-72.
- Tuttle, M.D., Kiser, M. & Kiser, S. (2013) The bat house builder's Handbook. (ed. B.C. International), pp. 50. Austin, TX.
- WavX (2017) Impacts environnementaux du projet et mesures d'atténuation destinées aux maternités de chiroptères. *Rapport complémentaire de l'ÉE*, pp. 15. Québec, QC.

ANNEXES

Annexe 1. Relevés climatiques moyens (\pm écarts-types) et phases lunaires durant l'inventaire acoustique des chiroptères par transect en bateau le long de la rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.

Date d'inventaire	Espèces recensées*	Température (°C)	Force du vent (km/h)	Couvert nuageux (%)	Phase lunaire (%)
26 juin 2017	EPNO	11,4 \pm 3,6	5 à 10	15 \pm 10	20
28 juin 2017	EPNO, LACI	13,7 \pm 1,2	1 à 5	20 \pm 5	35
05 juillet 2017	EPNO, LACI	20,4 \pm 0,4	5 à 10	90 \pm 5	70
13 juillet 2017	EPNO, LACI	14,4 \pm 2,5	1 à 5	80 \pm 20	70

*EPNO = complexe d'espèce grande chauve-souris brune ou chauve-souris argentée; LACI = chauve-souris cendrée.

Annexe 2. Relevés climatiques moyens (\pm écarts-types) durant l'inventaire acoustique des chiroptères par stations fixes sur la rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec.

Station fixe et relevé GPS (Degrés décimaux)	Espèces recensées*	Altitude (m)	Température (°C)	Humidité relative (%)	Force du vent (km/h)
CHS1 (N 48,40904° W 70,71205°)	EPNO, LACI	180	15,4 \pm 2,6	77,3 \pm 13,2	10,7 \pm 5,9
CHS2 (N 48,40457° W 70,71843°)	EPFU, EPNO; LACI, LANO	147	15,1 \pm 3,3	78,7 \pm 12,9	9,5 \pm 4,7
CHS3 (N 48,39897° W 70,71658°)	EPNO, LACI, MYSP, MYSE	106	16,3 \pm 2,8	74,4 \pm 14,5	10,6 \pm 6,0
CHS4 (N 48,39960° W 70,71012°)	EPNO, LACI	144	15,1 \pm 3,4	78,1 \pm 13,7	9,1 \pm 4,8

*EPFU = grande chauve-souris brune; EPNO = complexe d'espèce grande chauve-souris brune ou chauve-souris argentée; LACI = chauve-souris cendrée; LANO = chauve-souris argentée; MYSE = chauve-souris nordique; MYSP = chauves-souris du genre *Myotis*.



Annexe 3. Bâtiment B1 (N 48.40757° W 70.69717°), non propice, inspecté à la recherche de trace d'occupation de chiroptères, au sein de la zone de recherche De maternité, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec



Annexe 4. Bâtiment B2 (N 48.39811° W 70.71103°), non propice, inspecté à la recherche de trace d'occupation de chiroptères, au sein de la zone de recherche De maternité, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec



Annexe 5. Bâtiment B3 (N 48.41036° W 70.71297°), non propice, inspecté à la recherche de trace d'occupation de chiroptères, au sein de la zone de recherche De maternité, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec



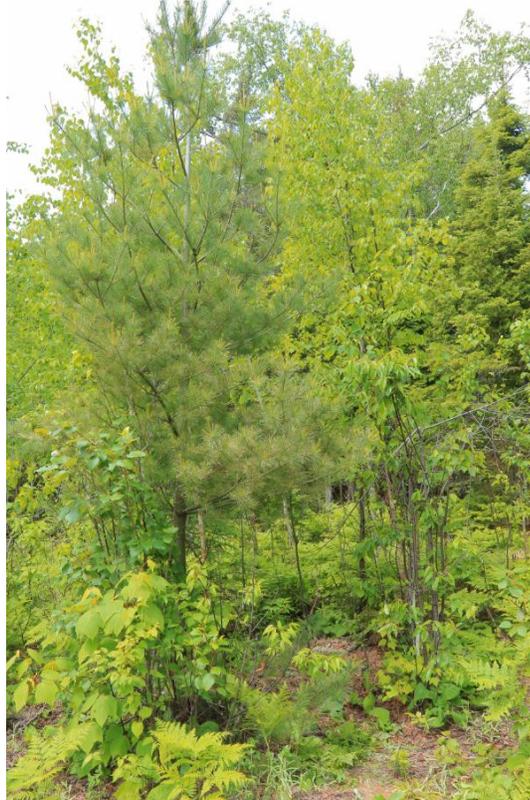
Annexe 6. Station d'inventaire fixe CHS1 (N 48,40904° W 70,71205°) située dans un milieu humide, à la lisière d'un peuplement de résineux, au sein de la zone restreinte du projet de terminal maritime, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec



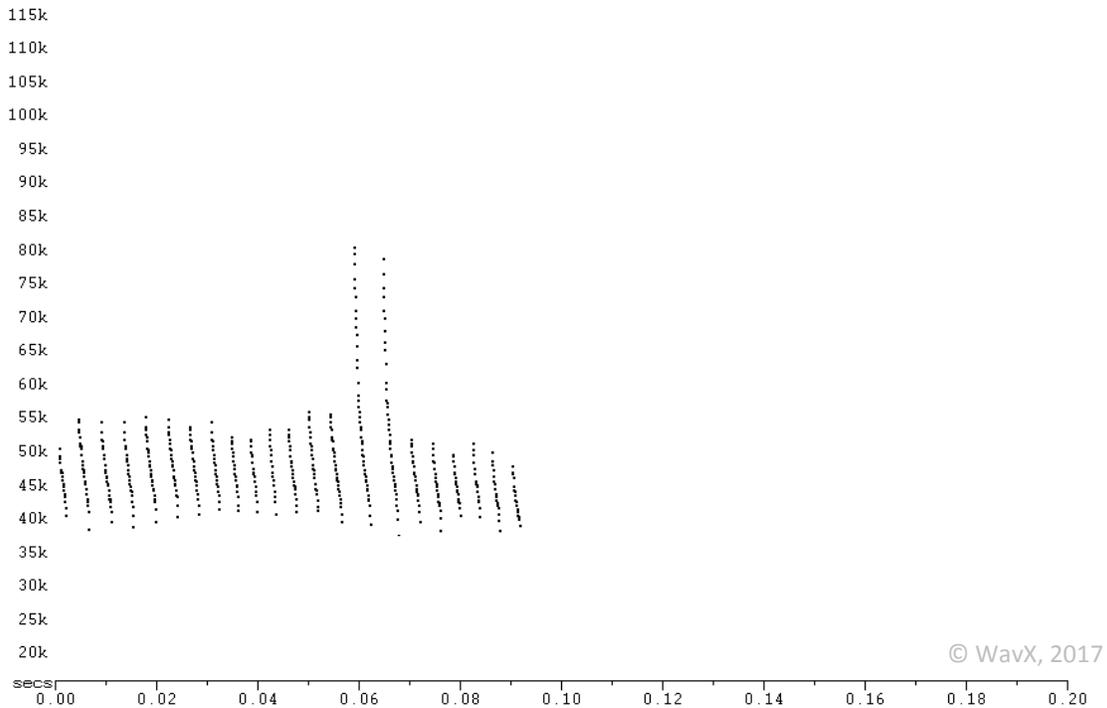
Annexe 7. Station d'inventaire fixe CHS2 (N 48,40457° W 70,71843°) située au croisement de deux sentiers, à la lisière d'un peuplement mixte, au sein de la zone restreinte du projet de terminal maritime, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec



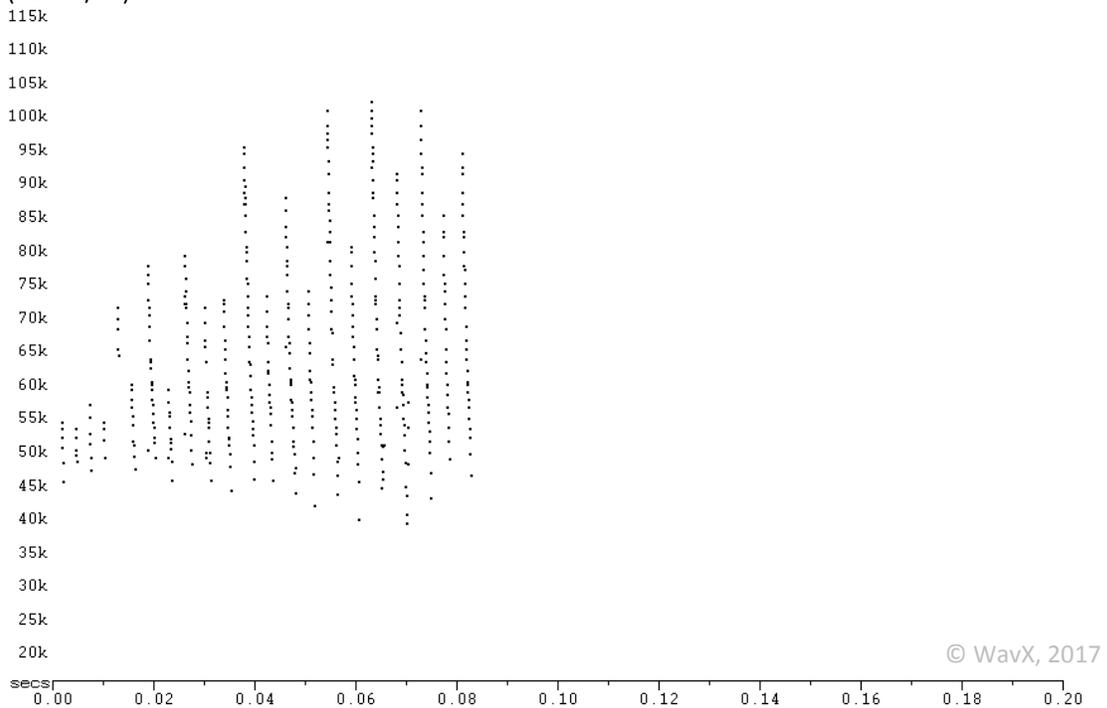
Annexe 8. Station d'inventaire fixe CHS3 (N 48,39897° W 70,71658°) située dans une ancienne voie de débardage, à la lisière d'un peuplement de résineux, au sein de la zone restreinte du projet de terminal maritime, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec



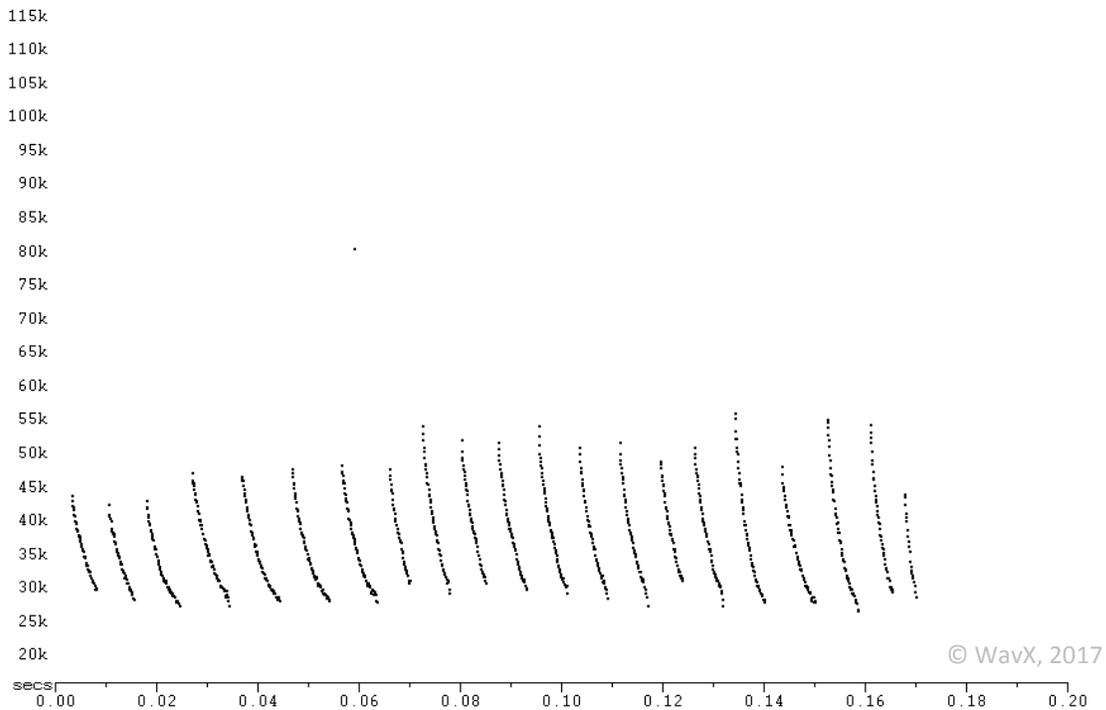
Annexe 9. Station d'inventaire fixe CHS4 (N 48,39960°W 70,71012°) située le long chemin, parallèle à un cours d'eau, à proximité de la zone restreinte du projet de terminal maritime, dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, Québec



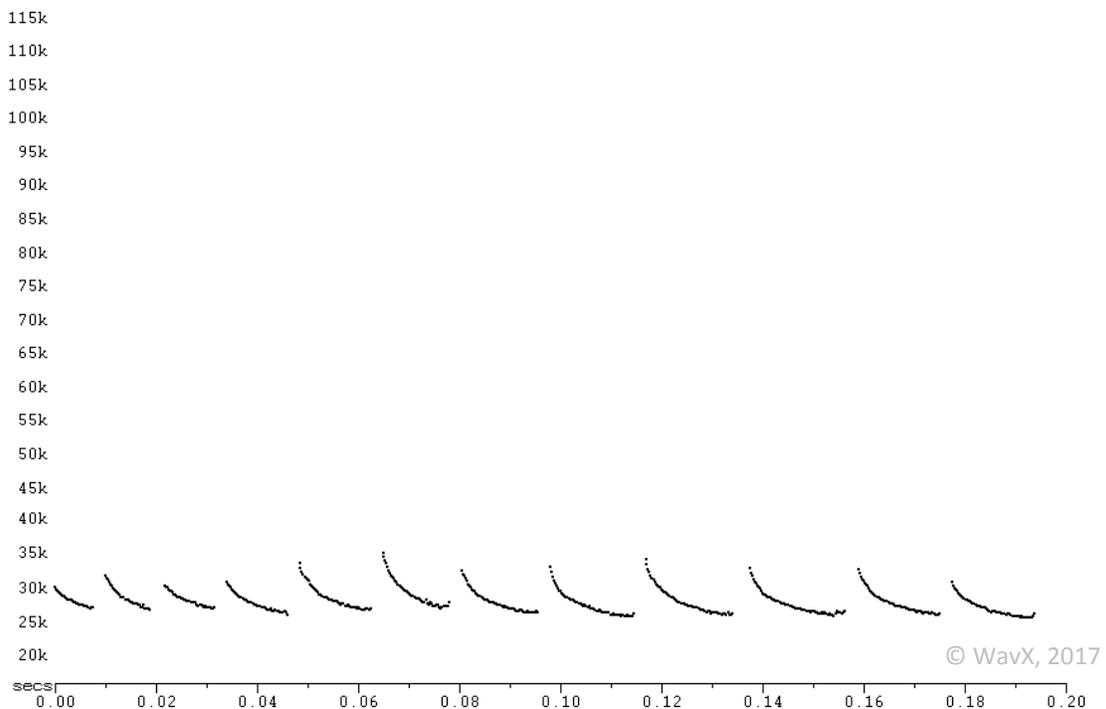
Annexe 10. Sonagrammes de chauve-souris du genre *Myotis* (*Myotis* spp.) enregistrée durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analoock W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressée et fenêtre 7 (10 ms / tk).



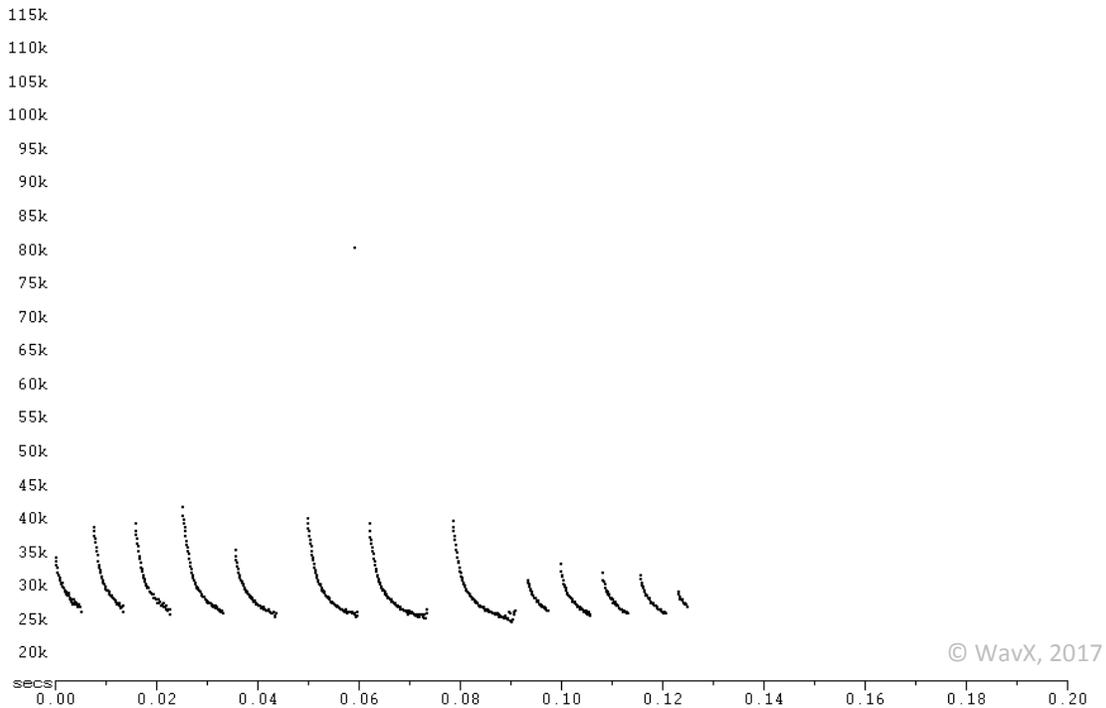
Annexe 11. Sonagrammes de chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*) enregistrée durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analoock W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressée et fenêtre 7 (10 ms / tk).



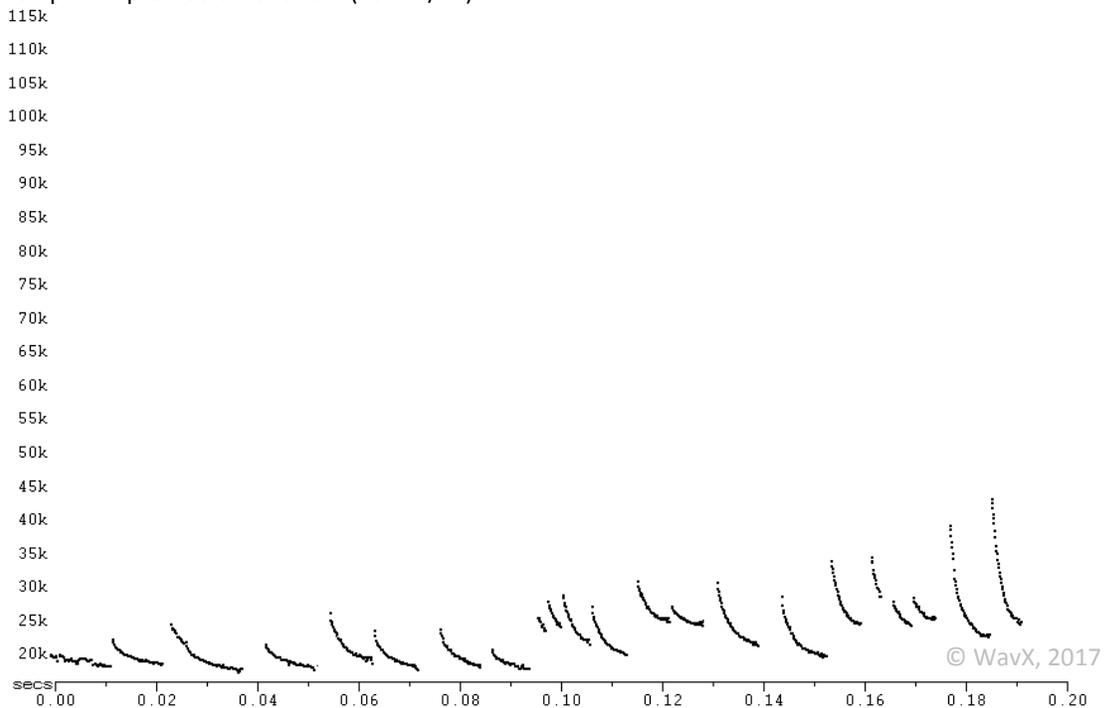
Annexe 12. Sonagrammes de grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*) enregistrée durant l’inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressée et fenêtre 7 (10 ms / tk).



Annexe 13. Sonagrammes de chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*) enregistrée durant l’inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean. Signaux convertis en division de fréquence (ratio = 8), visualisés sous Analook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressée et fenêtre 7 (10 ms / tk).



Annexe 14. Sonagrammes regroupés dans le complexe grande brune / argentée (*Eptesicus / Lasionycteris*) enregistrés durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analoook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressée et fenêtre 7 (10 ms / tk).



Annexe 15. Sonagrammes de chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*) enregistrée durant l'inventaire acoustique en rive nord du Saguenay, région du Saguenay Lac-Saint-Jean. Signaux convertis en division de fréquence (ratio 8), visualisés sous Analoook W (version 4.2g) avec intervalle de temps compressée et fenêtre 7 (10 ms / tk).