

## ÉOLIENNES FRAMPTON S.E.C.

**Parc éolien communautaire de Frampton**

*Suivi environnemental*

*Faune avienne et chauves-souris – An 3 – 2018*

*CONFIDENTIEL*

28 février 2019





# ÉOLIENNES FRAMPTON S.E.C.

## Parc éolien communautaire de Frampton

*Suivi environnemental*  
*Faune avienne et chauves-souris – An 3 – 2018*  
**CONFIDENTIEL**

28 février 2019 – FINAL

N/Réf. : BLXFRP00-740

*Éoliennes Frampton S.E.C.*

Marie-Ève Simard, M. Env.  
Chargée de projets, environnement  
Boralex

*PESCA Environnement*

*version originale signée par*

Marjolaine Castonguay, biologiste, M. Sc.  
Directrice de projet

*version originale signée par*

Matthieu Féré, biologiste, M. Sc.  
Chargé de projet

### **Référence à citer :**

PESCA Environnement (2019). *Suivi environnemental – Faune avienne et chauves-souris – An 3 – 2018*. Parc éolien communautaire de Frampton. 20 pages et 6 annexes.

### **Propriété intellectuelle et restrictions**

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble, dans le contexte spécifique de l'étude. Il comprend des informations, des données et des graphiques qui demeurent la propriété intellectuelle de PESCA Environnement. Il est interdit de copier, de diffuser ou de distribuer ce contenu, en tout ou en partie, sans l'autorisation directement du titulaire de ces droits. L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers est la responsabilité exclusive de ce dernier.



□ **TABLE DES MATIÈRES**

1	MISE EN CONTEXTE .....	1
2	MÉTHODOLOGIE .....	2
2.1	Suivi de la mortalité .....	2
2.1.1	Calendrier de suivi .....	2
2.1.2	Sélection des sites de suivi .....	2
2.1.3	Recherche de carcasses .....	5
2.1.4	Tests de standardisation.....	6
2.1.4.1	Test de persistance.....	6
2.1.4.2	Efficacité des observateurs.....	6
2.1.5	Calcul du taux de mortalité .....	7
2.1.6	Conditions météorologiques .....	7
2.2	Suivi comportemental.....	7
3	RÉSULTATS ET DISCUSSION .....	9
3.1	Suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris .....	9
3.1.1	Carcasses récoltées .....	9
3.1.2	Persistance des carcasses .....	9
3.1.3	Efficacité des observateurs.....	10
3.1.4	Taux de mortalité des rapaces .....	11
3.1.5	Taux de mortalité des oiseaux.....	11
3.1.6	Taux de mortalité des chauves-souris .....	13
3.2	Suivi comportemental.....	14
3.2.1	Rapaces.....	14
3.2.1.1	Abondance et diversité .....	14
3.2.1.2	Taux de passage .....	14
3.2.1.3	Hauteur et direction de vol .....	15
3.2.1.4	Comportement .....	16
3.2.2	Autres espèces .....	16
3.2.2.1	Abondance et diversité .....	16
3.2.2.2	Taux de passage .....	17
3.2.2.3	Hauteur et direction de vol .....	17
3.2.2.4	Comportement .....	19
4	CONCLUSION.....	19
	BIBLIOGRAPHIE.....	20

## ☐ LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Caractéristiques des éoliennes du parc éolien communautaire de Frampton.....	1
Tableau 2	Répartition des visites des sites d'éolienne sélectionnés pour le suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	5
Tableau 3	Effort relatif au suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	7
Tableau 4	Nombre de carcasses récoltées lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	9
Tableau 5	Persistance des carcasses témoins lors du suivi de la mortalité en 2018.....	10
Tableau 6	Taux d'efficacité de l'observateur lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	10
Tableau 7	Taux de mortalité des rapaces dans les parcs éoliens en Amérique du Nord.....	11
Tableau 8	Estimation des taux de mortalité des oiseaux dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	12
Tableau 9	Taux de mortalité des oiseaux dans les parcs éoliens en Amérique du Nord.....	12
Tableau 10	Estimation des taux de mortalité des chauves-souris dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	13
Tableau 11	Taux de mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens en Amérique du Nord.....	13
Tableau 12	Rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	14
Tableau 13	Abondance et taux de passage des rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	14
Tableau 14	Oiseaux terrestres et sauvagine observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	16
Tableau 15	Abondance et taux de passage des oiseaux terrestres et de la sauvagine observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	17

## ☐ LISTE DES FIGURES

Figure 1	Calendrier du suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	2
Figure 2	Localisation des sites sélectionnés pour le suivi de la mortalité et de l'utilisation du parc éolien en 2018.....	3
Figure 3	Direction de vol des rapaces (en %) lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	15
Figure 4	Hauteur de vol des rapaces lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	15
Figure 5	Direction de vol des oiseaux autres que les rapaces (en %) lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	18
Figure 6	Hauteur de vol des oiseaux (excluant les rapaces) observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.....	18

□ **LISTE DES ANNEXES**

- Annexe A Description des zones de suivi à chaque site d'éolienne sélectionné dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018
- Annexe B Formules utilisées pour le calcul des taux de mortalité
- Annexe C Conditions météorologiques lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018
- Annexe D Conditions météorologiques lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018
- Annexe E Carcasses récoltées lors du suivi de la mortalité effectué dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018
- Annexe F Photographies des carcasses récoltées lors du suivi de la mortalité effectué dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018





# 1 Mise en contexte

Conformément aux conditions inscrites au décret 1033-2014, Éoliennes Frampton S.E.C. a mis en place un programme de suivi de la faune avienne et des chauves-souris dès la première année d'exploitation du parc éolien communautaire de Frampton en 2016. Ce programme vise les objectifs suivants :

- évaluer les taux de mortalité des oiseaux et des chauves-souris associés à la présence et au fonctionnement des éoliennes du parc éolien communautaire de Frampton;
- documenter le comportement des oiseaux à l'approche du parc éolien lors des périodes de migrations printanière et automnale.

Le parc éolien communautaire de Frampton comprend 12 éoliennes pour une puissance totale installée de 24 MW (tableau 1).

*Tableau 1 Caractéristiques des éoliennes du parc éolien communautaire de Frampton*

Caractéristique	Modèle d'éolienne Enercon E-82
Nombre d'éoliennes	12
Puissance nominale (MW)	2,00
Hauteur du moyeu (m)	85
Diamètre du rotor (m)	82
Hauteur totale de l'éolienne (m)	126

Le suivi de la faune avienne et des chauves-souris a été réalisé selon des méthodes conformes aux protocoles de référence des ministères concernés (Environnement Canada, 2007; MRNF, 2008). Le programme de suivi de la faune avienne et des chauves-souris a été transmis pour approbation aux responsables du secteur de la faune et les recommandations reçues ont été prises en considération.

Le présent document concerne le suivi effectué au cours de la troisième année d'exploitation du parc éolien communautaire de Frampton en 2018. Le suivi a été effectué selon le même protocole qu'en 2016 et en 2017, conformément à la recommandation du représentant du secteur de la faune (S. Déry, MFFP, 22 mai 2018).

## 2 Méthodologie

### 2.1 Suivi de la mortalité

#### 2.1.1 Calendrier de suivi

Le suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018 a été réalisé durant 30 semaines consécutives réparties entre les périodes d'inventaire déterminées dans le protocole de référence provincial (MRNF, 2008), soit :

- les périodes de migrations printanière et automnale des rapaces;
- la période de reproduction des chauves-souris;
- la période de migration automnale des chauves-souris.

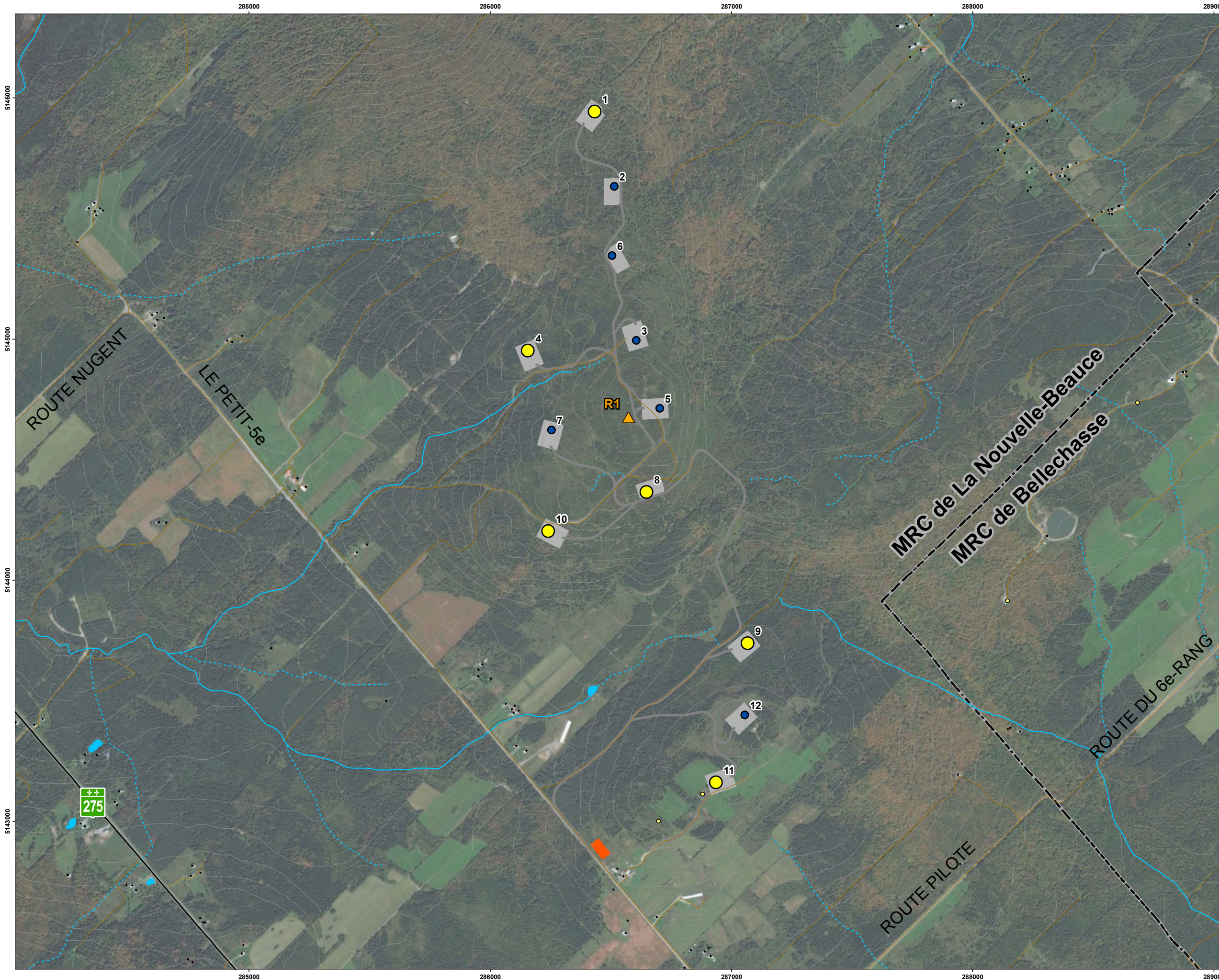
Ces périodes couvrent également les périodes de migration et de nidification des oiseaux migrateurs déterminées dans le protocole de référence fédéral (Environnement Canada, 2007). Le calendrier de suivi est illustré à la figure 1.

Espèce ciblée	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Rapaces		Migration printanière					Migration automnale		
Oiseaux migrateurs		Migration printanière		Reproduction			Migration automnale		
Chauves-souris				Reproduction			Migration automnale		

Figure 1 Calendrier du suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

#### 2.1.2 Sélection des sites de suivi

Le suivi de la mortalité a porté sur six des douze sites d'éolienne (50 %) du parc éolien communautaire de Frampton (figure 2). Ces sites d'éolienne ont été sélectionnés aléatoirement selon un échantillonnage stratifié et réparti sur l'ensemble de la superficie du parc.



# Éoliennes Frampton S.E.C.

Parc éolien communautaire de Frampton

**Figure 2**  
Localisation des sites sélectionnés pour le suivi de la mortalité et de l'utilisation du parc éolien en 2018

### Suivi de la mortalité

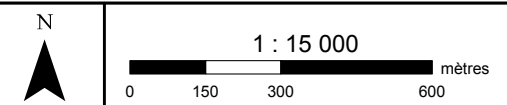
- Site d'éolienne sélectionné
- Site d'éolienne non sélectionné

### Suivi comportemental

- ▲ Point d'observation
- Chemin d'accès aux éoliennes
- Aire de travail
- Poste de raccordement et bâtiment de contrôle

### Autres éléments

- Bâtiment
- Bâtiment non résidentiel
- Chemin pavé
- Route locale non pavée
- Cours d'eau permanent
- - - Cours d'eau intermittent
- Plan d'eau
- Courbe de niveau (équid. 10 m)
- ⊞ Limite municipale
- ⊞ Limite de MRC



Projection : NAD 1983 MTM 7  
Sources :  
© Gouvernement du Québec, tous droits réservés, 2014.



### 2.1.3 Recherche de carcasses

En 2018, chaque zone de suivi correspondait à une zone carrée de 80 m x 80 m, centrée sur l'éolienne. L'observateur a couvert cette superficie en longeant, à pied, des transects séparés de 5 m. La couverture végétale de chaque zone de suivi a été caractérisée en précisant les proportions des éléments suivants :

- sol dénudé;
- couverture herbacée courte ( $\leq 10$  cm), moyenne (11 à 50 cm) et longue ( $\geq 50$  cm);
- couverture arbustive;
- couverture arborescente.

Ces informations sont présentées à l'annexe A. La recherche de carcasses a été effectuée dans les aires ouvertes (sol dénudé et couverture herbacée). Conformément au protocole de référence (MRNF, 2008), un facteur de correction a été appliqué afin d'ajuster les résultats (nombre de carcasses découvertes) à l'ensemble de la zone de suivi en fonction de la proportion couverte lors de l'inventaire. Cette proportion a été calculée avec des outils géomatiques, à partir de mesures prises sur le terrain.

Au cours d'une période d'inventaire, la recherche de carcasses autour d'une éolienne a été effectuée en moyenne tous les sept jours. Pour des raisons de sécurité, des visites ont été annulées en raison des conditions climatiques (verglas : 6 visites). Au total, 174 visites de sites de suivi ont été effectuées en 2018 (tableau 2).

*Tableau 2 Répartition des visites des sites d'éolienne sélectionnés pour le suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018*

Période	Date	Nombre de semaines de suivi	Nombre de sites à visiter par semaine	Nombre de visites de sites effectuées
Migration printanière	10 avril au 29 mai	8	6	42
Reproduction	5 juin au 7 août	10	6	60
Migration automnale	14 août au 30 octobre	12	6	72
		<b>30</b>	<b>6</b>	<b>174</b>

Lors de la découverte d'une carcasse, l'observateur prenait des photographies et notait les données suivantes :

- numéro de référence;
- date et heure de la découverte;
- espèce découverte;
- nom de l'observateur;
- âge de l'animal (mature ou immature);
- sexe de l'animal (si possible);
- état de la carcasse (intacte, partiellement décomposée ou dévorée);
- cause probable de la mort;
- position de la carcasse par rapport à la base de l'éolienne (azimut et distance, coordonnées GPS);
- type de couverture végétale;
- numéro de l'éolienne.

Ces données ont également été notées lorsqu'une carcasse était découverte en dehors des zones ou des activités de suivi. Conformément au protocole de référence provincial (MRNF, 2008), ces découvertes ne sont pas comptabilisées dans le calcul du taux de mortalité.

## 2.1.4 Tests de standardisation

### 2.1.4.1 Test de persistance

Le déplacement et la consommation des carcasses par les charognards ont été évalués afin d'en déterminer l'effet sur le dénombrement des carcasses. Le temps de persistance moyen de carcasses témoins doit être évalué à chaque période d'inventaire, à raison d'un minimum de cinq carcasses de chaque type. La persistance des oiseaux a été évaluée à l'aide de carcasses témoins d'oiseaux de petite et grande tailles et celle des chauves-souris, à l'aide de carcasses de souris brunes.

Une ou deux carcasses témoins ont été disposées à chacun des douze sites d'éolienne du parc. Le nombre de carcasses témoins par site ainsi que leur position et leur type ont été déterminés de façon aléatoire. Lors de la disposition, l'observateur notait les informations suivantes : la date, le numéro de l'éolienne, la distance et l'azimut par rapport à l'éolienne ainsi que la couverture végétale immédiate. Par la suite, un observateur vérifiait la présence et l'état de ces carcasses (disparue, déplacée, dévorée en partie ou intacte). Les visites de l'observateur suivaient la progression suivante : tous les jours pendant 7 jours, puis les jours 9, 11 et 13.

### 2.1.4.2 Efficacité des observateurs

L'efficacité de l'observateur a été évaluée, à chaque période d'inventaire, à l'aide de leurres déposés dans les zones de suivi. Le taux d'efficacité correspond à la proportion de leurres trouvés par un observateur. Trois tailles de leurres ont été utilisées pour les oiseaux : petits (5-10 cm), moyens (15-20 cm) et grands (30-35 cm). Des leurres en forme de chauve-souris ont également été utilisés.

Un à quatre leurres ont été disposés au pied d'éoliennes par une tierce personne. Le nombre de leurres par site ainsi que leur position et leur type ont été déterminés de façon aléatoire. Lors de la disposition, cette tierce personne notait les informations suivantes : la date, le numéro de l'éolienne, la distance et l'azimut par rapport à l'éolienne ainsi que la couverture végétale immédiate. Une fois que l'observateur évalué avait terminé sa recherche et quitté les lieux, le nombre de leurres encore présents était noté afin de calculer un pourcentage d'efficacité.

Ces tests ont été effectués dans les aires ouvertes des zones de suivi (sol dénudé et couverture herbacée) couvertes par l'observateur. Conformément au protocole de référence (MRNF, 2008), aucun test d'efficacité n'a été effectué lorsqu'il y avait de la neige au sol.

### 2.1.5 Calcul du taux de mortalité

Les taux de mortalité ont été calculés à l'aide des formules présentées dans le protocole de suivi du MRNF (2008) en tenant compte :

- du nombre de carcasses recueillies;
- de l'extrapolation du nombre de carcasses à l'ensemble de la zone de suivi;
- des résultats des tests de standardisation (persistance des carcasses et efficacité de l'observateur).

Les formules de référence sont présentées à l'annexe B. Les résultats sont présentés de façon distincte pour les rapaces, les autres espèces d'oiseaux et les chauves-souris, conformément aux exigences des ministères concernés.

### 2.1.6 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été notées à chaque jour de suivi. Les paramètres relevés sont la température, la force et la direction du vent, la couverture nuageuse (%), les précipitations et la pression atmosphérique (annexe C).

## 2.2 Suivi comportemental

L'utilisation du parc éolien par les oiseaux de même que leur comportement ont fait l'objet d'un suivi en 2018 selon le même protocole qu'en 2017. Ce suivi a été effectué à partir d'un point d'observation (R1) situé à proximité de l'éolienne 5 et offrant une vue dégagée sur plusieurs autres éoliennes (figure 2).

Le suivi s'est déroulé au printemps et à l'automne pour un total de 24 h d'observation (tableau 3). Le point d'observation a été visité entre 9 h 10 et 16 h 15 au cours de séances d'observation de 3 heures consécutives.

*Tableau 3 Effort relatif au suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018*

Période d'inventaire	Date	Durée d'observation au point R1 (h)
Migration printanière	10 avril au 21 mai	12
Migration automnale	4 septembre au 18 octobre	12
<b>Total</b>		<b>24</b>

Le comportement des oiseaux à l'approche du parc éolien a été décrit de façon qualitative. Dès qu'un oiseau ou un groupe d'oiseaux, toutes espèces confondues, était observé, l'observateur notait l'espèce et le nombre d'individus, la direction et la hauteur de vol par rapport aux éoliennes, le type de vol (battu, plané, circulaire ou piqué) ainsi que la position par rapport au parc éolien.

Le comportement a été décrit selon les réactions suivantes des oiseaux à l'approche des éoliennes :

Traversée	Changement de direction pour passer entre deux éoliennes, à la hauteur des pales;
Bifurcation	Changement de direction pour passer à côté des éoliennes, mais pas entre deux éoliennes;
Survol	Augmentation de la hauteur de vol pour passer au-dessus des pales;
Plongeon	Diminution de la hauteur de vol pour passer sous le niveau des pales, entre les éoliennes;
Demi-tour	Volte-face d'un oiseau à l'approche des éoliennes, incluant la séparation d'un groupe d'oiseaux volant ensemble;
Constance	Passage dans la zone d'observation sans changement de comportement par rapport aux éoliennes.

La description prenait fin dès que l'oiseau ou le groupe d'oiseaux quittait le champ visuel de l'observateur. Les conditions météorologiques ont été décrites au début de chaque heure de suivi en notant la température, la présence de précipitations, la force et l'origine du vent, la couverture nuageuse et la hauteur approximative du plafond nuageux (annexe D).



## 3 Résultats et discussion

### 3.1 Suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris

#### 3.1.1 Carcasses récoltées

Au total, 7 carcasses ont été trouvées dans le contexte du suivi standardisé de la mortalité : 6 oiseaux (autres que des rapaces) et 1 chauve-souris non identifiée (tableau 4). Aucune autre carcasse n'a été découverte en dehors des zones ou des activités de suivi. Aucune mortalité de rapace n'a été détectée dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018.

*Tableau 4* Nombre de carcasses récoltées lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

Espèce	Migration printanière	Reproduction	Migration automnale	Total
<b>Oiseaux</b>				
Paruline à gorge noire	0	0	1	1
Paruline sp.	0	1	0	1
Paruline tigrée	0	0	1	1
Roitelet à couronne dorée	1	0	0	1
Sittelle à poitrine rousse	0	0	2	2
<b>Total partiel, oiseaux</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>Chauves-souris</b>				
Chauve-souris non identifiée	-	0	1	1
<b>Somme globale</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

- : Non applicable en vertu du protocole de référence provincial (MRNF, 2008). Les périodes d'inventaire spécifiques déterminées sont les périodes de reproduction et de migration automnale pour les chauves-souris.

Aucune carcasse d'oiseau trouvée dans le contexte du suivi de la mortalité n'appartient à une espèce à statut particulier à l'échelle provinciale ou fédérale (Gouvernement du Canada, 2019; MFFP, 2006-2019). La chauve-souris était dans un état de décomposition avancée si bien que l'espèce n'a pu être identifiée avec certitude. Les détails relatifs aux carcasses récoltées sont présentés à l'annexe E et des photographies sont regroupées à l'annexe F. Un facteur de correction a été appliqué afin d'ajuster les résultats (nombre de carcasses découvertes) à l'ensemble de la zone de suivi en fonction de la proportion couverte lors du suivi. Cette proportion est de 93,0 % et 99,9% selon les éoliennes (annexe E).

#### 3.1.2 Persistance des carcasses

Lors du suivi effectué dans le parc éolien communautaire de Frampton, un total de 45 carcasses témoins ont été utilisées pour le test de persistance, soit 30 oiseaux de différentes tailles et 15 souris. Les calculs des taux de mortalité pour les périodes de migration printanière, de reproduction et de migration automnale ont été effectués en utilisant les durées de persistance moyennes obtenues lors de ces mêmes périodes.

La durée moyenne de persistance des carcasses dans le parc éolien communautaire de Frampton a été de  $3,4 \pm 0,6$  jours pour les oiseaux et de  $2,2 \pm 0,4$  jours pour les souris (tableau 5). Les durées de persistance obtenues pour chaque période d'inventaire ont été utilisées dans le calcul des taux de mortalité.

Tableau 5 *Persistance des carcasses témoins lors du suivi de la mortalité en 2018*

Période d'inventaire	Date de début du test	Type de carcasse	Nombre de carcasses	Persistance (jour)			
				Min.	Max.	Moy.	Variance
Migration printanière	17 mai	Oiseau (petit)	5	0	4	0,8	0,6
		Oiseau (grand)	5	0	9	4,4	3,46
		Total partiel, oiseaux	10	0	9	2,6	1,3
		Souris	5	0	9	2,8	2,94
Reproduction	19 juin	Oiseau (petit)	5	0	13	2,6	6,8
		Oiseau (grand)	5	0	13	5,0	6,7
		Total partiel, oiseaux	10	0	13	3,8	3,2
		Souris	5	0	3	1,6	0,5
Migration automnale	16 septembre	Oiseau (petit)	5	0	13	3,8	6,1
		Oiseau (grand)	5	3	7	4,0	0,6
		Total partiel, oiseaux	10	0	13	3,9	1,5
		Souris	5	0	4	2,2	0,4
<b>Somme globale</b>		<b>Oiseaux</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>3,4</b>	<b>0,6</b>
		<b>Souris</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>2,2</b>	<b>0,4</b>

### 3.1.3 Efficacité des observateurs

En 2018, un seul observateur a effectué les recherches de carcasses lors du suivi dans le parc éolien communautaire de Frampton. Les résultats détaillés de chaque test sont présentés au tableau 6.

Tableau 6 *Taux d'efficacité de l'observateur lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018*

Période d'inventaire	Paramètre	Type de leurre			Chauve-souris
		Oiseau			
		Petit (5-10 cm)	Moyen (15-20 cm)	Grand (30-35 cm)	
Migration printanière	Nombre de leurres disposés	6	6	6	6
	Nombre de leurres trouvés	5	5	6	5
	Taux d'efficacité (%)	83,3	83,3	100,0	83,3
Reproduction	Nombre de leurres disposés	3	5	5	7
	Nombre de leurres trouvés	2	4	3	5
	Taux d'efficacité (%)	66,7	80,0	60,0	71,4
Migration automnale	Nombre de leurres disposés	6	5	5	5
	Nombre de leurres trouvés	5	5	5	5
	Taux d'efficacité (%)	83,3	100,0	100,0	100,0

Le taux d'efficacité à détecter des oiseaux varie entre 60,0 % et 100,0 % selon les tailles et les périodes d'inventaire. Le taux d'efficacité à détecter des chauves-souris varie entre 71,4 % et 100,0 % selon les périodes d'inventaire. Ils ont été obtenus en considérant les leurres en forme de chauve-souris.

### 3.1.4 Taux de mortalité des rapaces

Aucune mortalité de rapace n'a été détectée dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018. Le taux de mortalité des rapaces estimé est donc nul (0 rapace/éolienne/an). Un résultat identique avait été obtenu en 2016 et en 2017.

Les mortalités annuelles estimées lors d'études standardisées au Québec varient entre 0 et 0,18 rapace/éolienne/an (Lemaître & Drapeau, 2015). En moyenne, la mortalité est estimée à 0,01 rapace/éolienne/an au Québec (Féret, 2016).

Les taux de mortalité inscrits au tableau 7 sont présentés à titre indicatif. Les comparaisons sont limitées par des différences méthodologiques, bien que chaque suivi comprenne des tests de standardisation (persistance des carcasses et efficacité des observateurs). Le taux élevé estimé aux États-Unis est influencé par les nombreuses mortalités de rapaces enregistrées dans la région d'*Altamont Pass Wind Resource* en Californie (Smallwood, 2013).

Tableau 7 Taux de mortalité des rapaces dans les parcs éoliens en Amérique du Nord

Parc éolien ou région	Mortalité annuelle estimée (individu/éolienne/an)
<b>Parc éolien communautaire de Frampton</b>	
Suivi effectué en 2018	0
Suivi effectué en 2017	0
Suivi effectué en 2016	0
<b>Synthèse des suivis effectués au Québec</b>	
Moyenne (24 parcs éoliens entre 2007 et 2015)	0,01
Minimum et maximum (12 parcs éoliens entre 2009 et 2014)	0 à 0,18
<b>Moyennes estimées ailleurs en Amérique du Nord</b>	
Provinces atlantiques du Canada	0
Ontario	0,25 à 0,33
Alberta	0,11
États-Unis	2,03

Sources : (BSC, 2018; Féret, 2016; Lemaître & Drapeau, 2015; Smallwood, 2013; WSP, 2017)

### 3.1.5 Taux de mortalité des oiseaux

Les taux de mortalité quotidienne des oiseaux ont varié entre 0,007 et 0,016 oiseau/éolienne/jour selon les périodes d'inventaire. Ces taux représentent 0,63 oiseau/éolienne pendant la période de migration printanière, 0,48 oiseau/éolienne pendant la période de reproduction et 1,31 oiseau/éolienne pendant la période de migration automnale (tableau 8). Ces résultats représentent 2,42 oiseaux/éolienne/an en 2018.

Tableau 8 Estimation des taux de mortalité des oiseaux dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

Période d'inventaire	Durée du suivi (jour)	Nombre d'individus récoltés	Taux de mortalité quotidienne (individu/éolienne/jour)	Intervalle de confiance	Taux de mortalité par période (individu/éolienne)
Migration printanière	56	1	0,011	0,404	0,63
Reproduction	70	1	0,007	0,213	0,48
Migration automnale	84	4	0,016	0,329	1,31
<b>Année 2018</b>	<b>210</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,42</b>

Note : Intervalle de confiance du taux de mortalité à 95 %.

En 2017, aucune carcasse d'oiseau n'avait été trouvée, la mortalité estimée était donc nulle (0 oiseau/éolienne/an). En 2016, cinq carcasses avaient été trouvées pour un taux estimé à 1,17 oiseau/éolienne/an. Une étude d'Environnement Canada indique que les mortalités annuelles au Canada varient entre 0 et 26,9 oiseaux/éolienne/an et, qu'en moyenne, la mortalité serait de 8,2 oiseaux/éolienne/an. Cette analyse repose sur des données provenant de 43 parcs éoliens situés au Canada, notamment 19 en Ontario, 7 en Alberta et 2 au Québec (Zimmerling *et al.*, 2013). Les suivis réalisés dans des parcs éoliens en exploitation au Québec révèlent généralement de faibles taux de mortalité d'oiseaux. Le taux de mortalité annuelle estimé au Québec est en moyenne de 1,6 oiseau/éolienne/an (Féret, 2016). La mortalité annuelle obtenue dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018 est inférieure à la moyenne canadienne, mais supérieure à la moyenne québécoise (tableau 9).

Les taux de mortalité inscrits au tableau 9 sont présentés à titre indicatif. Les comparaisons sont limitées par des différences méthodologiques, bien que chaque suivi comprenne des tests de standardisation (persistance des carcasses et efficacité des observateurs).

Tableau 9 Taux de mortalité des oiseaux dans les parcs éoliens en Amérique du Nord

Parc éolien ou région	Mortalité annuelle estimée (individu/éolienne/an)
<b>Parc éolien communautaire de Frampton</b>	
Suivi effectué en 2018	2,42
Suivi effectué en 2017	0
Suivi effectué en 2016	1,17
<b>Synthèse des suivis effectués au Québec</b>	
Moyenne (24 parcs éoliens entre 2007 et 2015)	1,60
<b>Moyennes estimées ailleurs en Amérique du Nord</b>	
Provinces atlantiques du Canada	0,70 à 1,03
Ontario	3,23 à 4,93
Alberta	2,15
Canada	8,20
Est des États-Unis	6,86
États-Unis	5,25 à 14,10

Sources : (BSC, 2018; Féret, 2016; Loss *et al.*, 2013; Smallwood, 2013; WSP, 2017; Zimmerling *et al.*, 2013)

### 3.1.6 Taux de mortalité des chauves-souris

Le taux de mortalité quotidienne a varié entre 0 et 0,010 chauve-souris/éolienne/jour selon la période d'inventaire. Ces résultats représentent 0,57 chauve-souris/éolienne/an en 2018 (tableau 10).

*Tableau 10 Estimation des taux de mortalité des chauves-souris dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018*

Période d'inventaire	Durée du suivi (jour)	Nombre d'individus récoltés	Taux de mortalité quotidienne (individu/éolienne/jour)	Intervalle de confiance	Taux de mortalité par période (individu/éolienne)
Reproduction	70	0	0	0	-
Migration automnale	56	1	0,010	0,297	0,57
<b>Année 2018</b>	<b>126</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,57</b>

Note : Intervalle de confiance du taux de mortalité à 95 %.

En 2017, le taux de mortalité a été estimé à 0,31 chauve-souris/éolienne/an. En 2016, une carcasse de chauve-souris avait été récoltée pour un taux estimé à 0,15 chauve-souris/éolienne/an (tableau 11). Des résultats similaires ont été obtenus au Québec, dans les parcs éoliens en milieu forestier montagneux. Les mortalités annuelles estimées lors d'études standardisées au Québec varient entre 0 et 3,09 chauves-souris/éolienne/an (Lemaître & Drapeau, 2015). En moyenne, la mortalité est estimée à 0,5 chauve-souris/éolienne/an au Québec (Féret, 2016). La mortalité annuelle obtenue dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018 est similaire à cette moyenne. Les suivis effectués ailleurs en Amérique du Nord montrent des taux globalement supérieurs (tableau 11). Les taux de mortalité inscrits au tableau 11 sont présentés à titre indicatif. Les comparaisons sont limitées par des différences méthodologiques, bien que chaque suivi comprenne des tests de standardisation (persistance des carcasses et efficacité des observateurs).

*Tableau 11 Taux de mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens en Amérique du Nord*

Parc éolien ou région	Mortalité annuelle estimée (individu/éolienne/an)
<b>Parc éolien communautaire de Frampton</b>	
Suivi effectué en 2018	0,57
Suivi effectué en 2017	0,31
Suivi effectué en 2016	0,15
<b>Synthèse des suivis effectués au Québec</b>	
Moyenne (24 parcs éoliens entre 2007 et 2015)	0,50
Minimum et maximum (12 parcs éoliens entre 2009 et 2014)	0 à 3,09
<b>Moyennes estimées ailleurs en Amérique du Nord</b>	
Provinces atlantiques du Canada	0,23 à 0,27
Ontario	8,60 à 11,66
Alberta	6,33
Canada	15,50
États-Unis	16,00 à 16,80

Sources : (BSC, 2018; Féret, 2016; Hayes, 2013; Lemaître & Drapeau, 2015; Smallwood, 2013; WSP, 2017; Zimmerling & Francis, 2016)

## 3.2 Suivi comportemental

### 3.2.1 Rapaces

#### 3.2.1.1 Abondance et diversité

Le suivi comportemental a permis d'identifier sept espèces de rapaces dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018, pour un total de 29 observations (tableau 12). L'urubu à tête rouge a été l'espèce la plus abondante avec 20 mentions. Aucun rapace à statut particulier n'a été observé au cours de ce suivi.

Tableau 12 *Rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018*

Espèce	Migration printanière		Migration automnale		Total
	Avril	Mai	Septembre	Octobre	
Autour des palombes	0	0	1	0	1
Balbuzard pêcheur	0	1	0	0	1
Busard des marais	0	1	0	0	1
Buse à épaulettes	0	0	2	0	2
Buse à queue rousse	1	0	0	1	2
Petite buse	0	0	1	0	1
Rapace <i>sp.</i>	0	0	0	1	1
Urubu à tête rouge	4	3	12	1	20
<b>Nombre total d'observations</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>29</b>
<b>Nombre total d'espèces</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
<b>Durée d'inventaire (h)</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>24</b>

#### 3.2.1.2 Taux de passage

Le taux de passage des rapaces dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018 a été de 1,2 oiseau/h. D'un mois à l'autre, les taux de passage ont varié entre 0,8 et 2,7 oiseaux/h, la valeur la plus élevée ayant été obtenue en septembre (tableau 13).

Tableau 13 *Abondance et taux de passage des rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018*

Point	Migration printanière				Migration automnale				Total	
	Avril		Mai		Septembre		Octobre		N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)
	N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)	N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)	N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)	N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)		
R1	5	0,8	5	0,8	16	2,7	3	0,5	29	1,2

## 3.2.1.3 Hauteur et direction de vol

Les rapaces observés en 2018 volaient principalement vers le nord-ouest (31,0 %), l'ouest (17,2 %) et le sud-ouest (17,2 %) et à des altitudes variables (figures 3 et 4). L'urubu à tête rouge est la seule espèce observée dans toutes les classes de hauteur. Lorsqu'un rapace était observé dans plusieurs classes d'altitude, une mention était notée pour chacune d'elles.

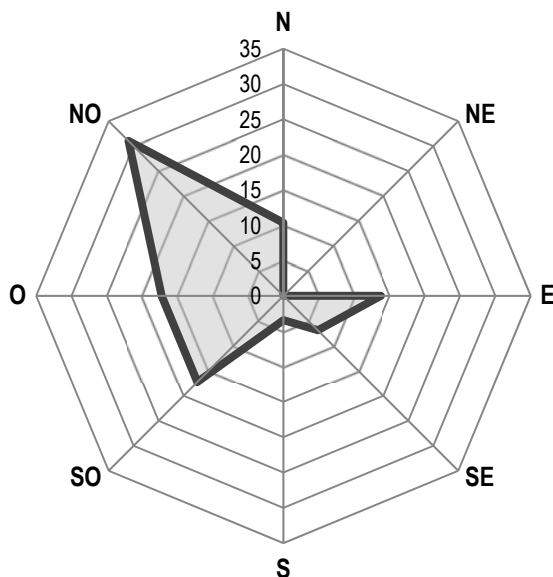


Figure 3 Direction de vol des rapaces (en %) lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

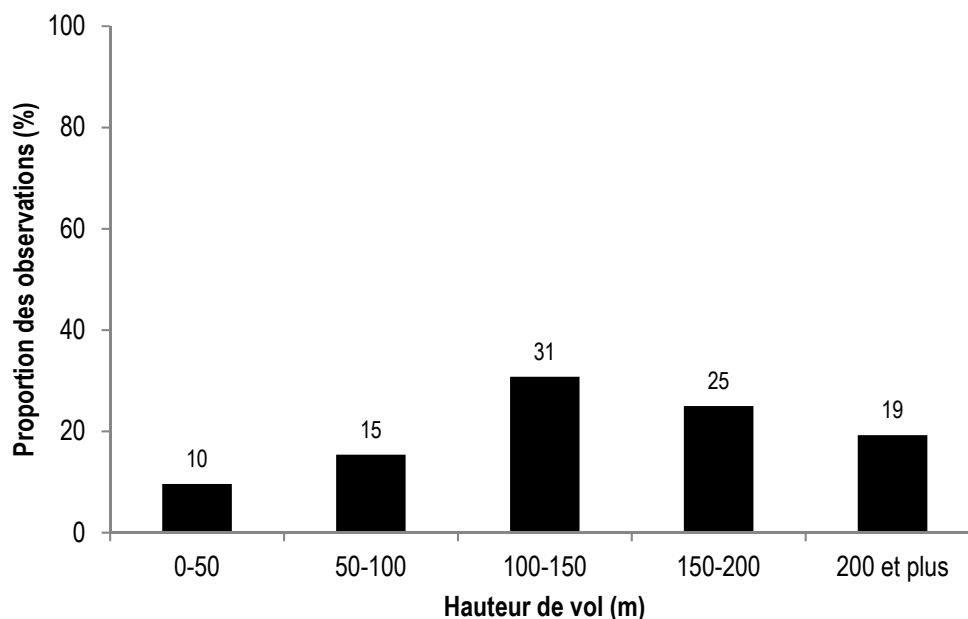


Figure 4 Hauteur de vol des rapaces lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

### 3.2.1.4 Comportement

Le comportement de 29 rapaces observés en vol a été décrit. La majorité des rapaces observés en 2018 (25/29) ont conservé le même comportement à l'approche des éoliennes (constance). Les autres comportements observés sont les suivants :

- deux buses à épaulettes ont changé de direction pour passer entre deux éoliennes, à la hauteur des pales (traversée);
- un autour des palombes volant en provenance de l'est a fait volte-face à environ 300 m du parc éolien (demi-tour);
- un urubu à tête rouge a survolé les aires de travail à la recherche de nourriture.

## 3.2.2 Autres espèces

### 3.2.2.1 Abondance et diversité

Le suivi comportemental a permis de détecter 134 oiseaux autres que des rapaces, appartenant à 28 espèces, dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018 (tableau 14). La présence d'une espèce de sauvagine a été confirmée, soit la bernache du Canada avec 2 mentions en octobre. Aucune espèce à statut particulier n'a été détecté dans le contexte du suivi environnemental. La paruline à croupion jaune et le grand corbeau sont les espèces les plus abondantes avec 12 mentions chacune (tableau 14).

**Tableau 14** Oiseaux terrestres et sauvagine observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

Espèce	Migration printanière		Migration automnale		Total
	Avril	Mai	Septembre	Octobre	
Bernache du Canada	0	0	0	2	2
Bruant à couronne blanche	0	0	0	1	1
Bruant à gorge blanche	0	4	1	0	5
Chardonneret jaune	0	3	6	0	9
Corneille d'Amérique	5	0	3	0	8
Geai bleu	0	2	3	0	5
Grand corbeau	3	1	7	1	12
Junco ardoisé	3	1	1	6	11
Merle d'Amérique	3	3	1	0	7
Mésange à tête noire	0	0	4	0	4
Paruline à croupion jaune	0	6	6	0	12
Paruline à gorge noire	0	0	1	0	1
Paruline à joues grises	0	0	2	0	2
Paruline à tête cendrée	0	2	2	0	4
Paruline bleue	0	0	1	0	1
Paruline flamboyante	0	1	0	0	1
Paruline obscure	0	0	3	0	3
Paruline rayée	0	0	1	0	1



Espèce	Migration printanière		Migration automnale		Total
	Avril	Mai	Septembre	Octobre	
Paruline sp.	0	0	6	0	6
Paruline tigrée	0	0	3	0	3
Passereau sp.	5	1	0	0	6
Pic flamboyant	0	1	0	0	1
Plectrophane des neiges	2	0	0	0	2
Roitelet à couronne dorée	0	0	1	3	4
Roitelet à couronne rubis	1	4	4	0	9
Roselin pourpré	1	0	0	0	1
Sittelle à poitrine rousse	0	0	4	0	4
Tarin des pins	5	2	0	0	7
Troglodyte familier	0	0	1	0	1
Viréo de Philadelphie	0	0	1	0	1
<b>Nombre total d'observations</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>62</b>	<b>13</b>	<b>134</b>
<b>Nombre total d'espèces</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>5</b>	<b>28</b>
<b>Durée d'inventaire (h)</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>24</b>

### 3.2.2.2 Taux de passage

Le taux de passage des oiseaux autres que les rapaces est de 5,6 oiseaux/h (tableau 15). Les taux de passage ont varié entre 2,2 et 10,3 oiseaux/h, la valeur la plus élevée ayant été obtenue en septembre.

Tableau 15 Abondance et taux de passage des oiseaux terrestres et de la sauvagine observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

Point	Migration printanière				Migration automnale				Total	
	Avril		Mai		Septembre		Octobre		N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)
	N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)	N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)	N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)	N <sup>bre</sup>	Taux (ois./h)		
R1	28	4,7	31	5,2	62	10,3	13	2,2	134	5,6

### 3.2.2.3 Hauteur et direction de vol

Les oiseaux (excluant les rapaces) observés en vol en 2018 se dirigeaient principalement vers l'ouest (26 %), le sud (21 %) et le sud-ouest (19 %; figure 5) et généralement à moins de 50 m du sol (66 %; figure 6). Les oiseaux volant à plus de 50 m du sol étaient principalement des grands corbeaux et des corneilles d'Amérique. Lorsqu'un oiseau était observé dans plusieurs classes d'altitude, une mention était notée pour chacune d'elles.

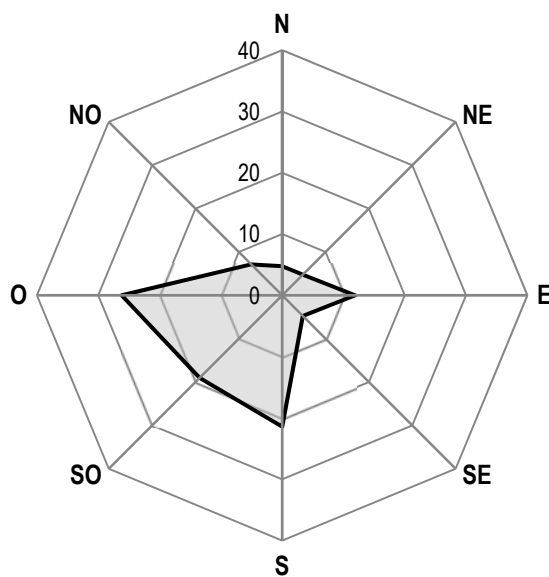


Figure 5 Direction de vol des oiseaux autres que les rapaces (en %) lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

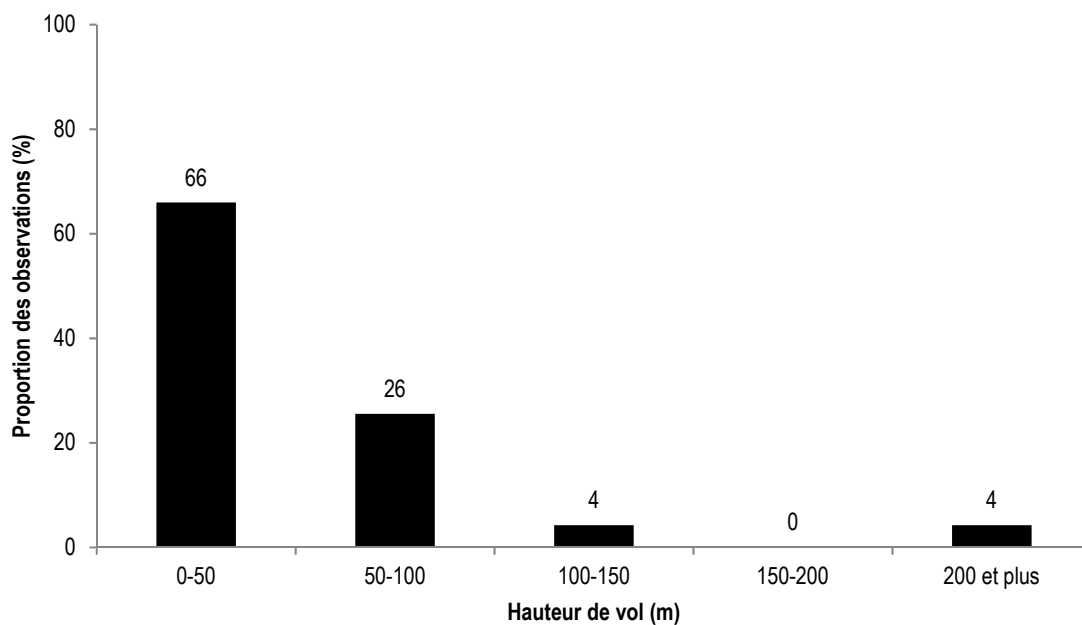


Figure 6 Hauteur de vol des oiseaux (excluant les rapaces) observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

#### 3.2.2.4 Comportement

Le comportement de 114 oiseaux observés en vol a été décrit; celui des 20 oiseaux entendus (chant/cr) n'a pas été décrit. Les comportements observés sont les suivants :

- un grand corbeau a survolé les aires de travail à la recherche de nourriture;
- les autres oiseaux observés en vol (113) ont conservé le même comportement à l'approche des éoliennes (constance).

## 4 Conclusion

Le suivi de la mortalité de la faune avienne et des chauves-souris effectué en 2018 dans le parc éolien communautaire de Frampton avait pour objectif de documenter l'impact du parc éolien sur ces espèces durant la troisième année d'exploitation.

Aucune mortalité de rapace n'a été enregistrée au cours de cette troisième année de suivi. Le taux de mortalité est estimé à **0 rapace/éolienne/an**.

Au total, 6 carcasses d'oiseaux (autres que des rapaces) ont été trouvées durant le suivi standardisé effectué en 2018 dans le parc éolien communautaire de Frampton. Aucun de ces oiseaux n'a de statut particulier. Le taux de mortalité est estimé à **2,42 oiseaux/éolienne/an**.

Une carcasse de chauves-souris a été récoltée lors du suivi standardisé effectué en 2018 dans le parc éolien communautaire de Frampton. Le taux de mortalité est estimé à **0,57 chauve-souris/éolienne/an**.

Le suivi comportemental effectué dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018 avait pour but de documenter la présence et le comportement des oiseaux à l'approche des éoliennes. Un total de 29 rapaces a été observé. Le taux de passage moyen des rapaces a été de 1,2 oiseau/h. Les rapaces observés n'ont aucun statut particulier.

Par ailleurs, 28 espèces autres que des rapaces ont été observées, dont une espèce de sauvagine, la bernache du Canada. La paruline à croupion jaune et le grand corbeau ont été les espèces les plus observées. Le taux de passage moyen a été de 5,6 oiseaux/h en 2018. Les oiseaux en vol se dirigeaient principalement vers l'ouest, le sud et le sud-ouest, en dessous de la hauteur des pales d'éoliennes.

La majorité des oiseaux volait sans changement de comportement ou de direction de vol à l'approche des éoliennes.

## Bibliographie

- BSC (2018). *Wind Energy Bird and Bat Monitoring Database - Summary of the Findings from Post-construction Monitoring Reports*. Bird Studies Canada, Canadian Wind Energy Association, Environment and Climate Change Canada and Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry. 56 p.
- Environnement Canada (2007). *Protocoles recommandés pour la surveillance des impacts des éoliennes sur les oiseaux*. Environnement Canada, Service canadien de la faune. 41 p.
- Féret, M. (2016, février). *10 ans de suivis fauniques au Québec*. Communication présentée au colloque Produire l'énergie de demain, Association québécoise de la production d'énergie renouvelable. Québec.
- Gouvernement du Canada (2019). *Registre public des espèces en péril* [en ligne]. Repéré à [http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/sar/index/default\\_f.cfm](http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/sar/index/default_f.cfm) en janvier 2019.
- Hayes, M. A. (2013). Bats Killed in Large Numbers at United States Wind Energy Facilities. *BioScience*, 63: 975-979.
- Lemaître, J. & J. Drapeau (2015). *Synthèse des mortalités d'oiseaux de proie et de chiroptères dans les parcs éoliens du Québec – rapport préliminaire*. Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 3 p.
- Loss, S. R., T. Will & P. P. Marra (2013). Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. *Biological Conservation*, 168: 201-209.
- MFFP (2006-2019). Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. *Liste des espèces désignées comme menacées ou vulnérables au Québec*. Repéré à <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp> en janvier 2019.
- MRNF (2008). *Protocole de suivi des mortalités d'oiseaux de proie et de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec - 8 janvier 2008*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 18 p.
- Smallwood, K. S. (2013). Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind energy projects. *Wildlife Society Bulletin*, 37(1): 19-33.
- WSP (2017). *Parc éolien communautaire de Frampton, Suivi de la faune avienne et des chauves-souris - première année*. Éoliennes Frampton S.E.C. 22 p. 5 ann.
- Zimmerling, J. R. & C. M. Francis (2016). Bat mortality due to wind turbines in Canada. *Journal of Wildlife Management*, 80.
- Zimmerling, J. R., A. C. Pomeroy, M. V. d'Entremont & C. M. Francis (2013). Canadian Estimate of Bird Mortality Due to Collisions and Direct Habitat Loss Associated with Wind Turbine Developments. *Avian Conservation and Ecology*, 8(2): 10.

## Annexe A Description des zones de suivi à chaque site d'éolienne sélectionné dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

Éolienne	Couverture de sol dénudé dans la zone de suivi (%)	Couverture végétale dans la zone de suivi (%)				
		Herbacée courte ( $\leq 10$ cm)	Herbacée moyenne (11 à 50 cm)	Herbacée longue ( $\geq 50$ cm)	Arbustive	Arborescente
1	60,7	0,0	37,4	1,9	0,0	0,0
4	62,9	0,0	37,1	0,0	0,0	0,0
8	52,0	0,0	11,8	36,2	0,0	0,0
9	55,5	0,0	40,4	4,1	0,0	0,0
10	48,3	0,0	51,7	0,0	0,0	0,7
11	57,0	0,0	29,6	13,4	0,0	0,0

Note : Chaque zone de suivi correspondait à une superficie de 80 m x 80 m centrée sur l'éolienne.



## Annexe B Formules utilisées pour le calcul des taux de mortalité

Les formules présentées ci-dessous sont tirées du protocole de référence provincial (MRNF, 2008).

### Calcul de la persistance des carcasses

La persistance d'une carcasse correspond au nombre de jours où elle demeure dans la zone de recherche au cours d'un test avant de disparaître à cause d'un charognard ou par décomposition. La durée moyenne de persistance est obtenue à l'aide de la formule suivante :

$$\bar{j} = \left( \sum_{i=1}^f j_i \right) / f$$

où  $f$  est le nombre de carcasses utilisées au cours d'un test;  
 $j_i$  est la persistance (en jours) de la carcasse  $i$ .

La variance de la persistance moyenne est calculée comme suit :

$$V(\bar{j}) = \frac{1}{f} * \left[ \frac{\sum_{i=1}^f (j_i - \bar{j})^2}{f-1} \right]$$

### Calcul du taux d'efficacité des observateurs

L'efficacité d'un observateur,  $d$ , correspond à la proportion de leurres qu'il a trouvés. Le taux d'efficacité est obtenu comme suit :

$d$  = nombre de leurres trouvés / nombre total de leurres disposés.

La variance associée à ce taux d'efficacité est calculée comme suit :

$$V(d) = \frac{d * (1 - d)}{f}$$

où  $f$  est le nombre total de leurres utilisés pour le test.

### Calcul du taux de mortalité

1. Extrapoler le nombre de carcasses à l'ensemble de la zone de suivi :

$$C_i = C_{\text{obs}} / p$$

où  $C_{\text{obs}}$  est le nombre de carcasses découvertes à un site d'éolienne;  
 $p$  est la proportion de la zone de suivi couverte par l'observateur à ce site.

2. Évaluer le nombre moyen de carcasses détectées par visite et la variance :

$$\bar{c} = \sum_i^v c_i / v$$

$$V(\bar{c}) = \frac{1}{v} * \left[ \frac{\sum_i^v (c_i - \bar{c})^2}{v-1} \right]$$

où  $c_i$  est le nombre de carcasses détectées (après extrapolation) pendant la visite  $i$ ;  
 $v$  est le nombre total de visites effectuées durant la période visée.

3. Estimer le nombre total de mortalités,  $m$  :

$$m = (E \times I \times C) / (k \times \bar{j} \times d)$$

où  $E$  est le nombre total d'éoliennes dans le parc éolien;  
 $I$  est l'intervalle entre chacune des recherches de carcasses (en jours);  
 $C$  est le nombre total de carcasses découvertes pendant l'étude (après extrapolation);  
 $k$  est le nombre d'éoliennes sélectionnées;  
 $\bar{j}$  est la durée moyenne de persistance des carcasses (en jours);  
 $d$  est le taux d'efficacité des observateurs.

Afin de calculer la variance associée à la mortalité, calculer d'abord :

$$V(\bar{j} \times d) = (\bar{j}^2 \times V(d)) + (d^2 \times V(\bar{j})) - (V(\bar{j}) \times V(d))$$

et puis :

$$V(m) = (E^2/k^2) \times I^2 \times m^2 \times [(V(\bar{j} \times d) / \bar{j}^2 \times \bar{d}^2) + (V(\bar{c}) / \bar{c}^2)]$$

4. Calculer le taux de mortalité,  $t$ , exprimé en nombre d'individus par éolienne et par jour pour chaque période de suivi couverte :

$$t = m / E / j$$

où  $m$  est le nombre total estimé de mortalités;  
 $E$  est le nombre total d'éoliennes dans le parc éolien;  
 $j$  est le nombre de jours de la période visée.



## Annexe C Conditions météorologiques lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

Date (aaaammjj)	Température (°C)			Force du vent (Beaufort)			Direction du vent			Couverture nuageuse (%)			Précipitations			Pression atmosphérique (kPa)		
	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi
20180410	-5	-2	-2	2	3	2	S	SO	O	25-50	50-75	75-100	0	0	0	99,44	99,29	99,13
20180417	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96,98	96,82	96,73
20180424	11	12	14	3	4 Raf. 5	4 Raf. 5	SO	O	O	25-50	50-75	25-50	0	0	0	99,67	99,52	99,26
20180501	4	9	-	2	2	-	O	SO	-	75-100	75-100	-	1	0	-	98,79	98,71	98,59
20180508	-	13	18	-	5	3	-	SO	SO	-	0-25	0-25	-	0	0	99,51	99,43	99,25
20180515	-	14	14	-	4	4	-	SO	O	-	75-100	75-100	-	0	0	97,80	97,88	97,91
20180522	-	20	22	-	4	4	-	SO	SO	-	50-75	75-100	-	0	0	99,20	98,92	98,70
20180529	-	24	22	-	4	3	-	NO	NO	-	0-25	0-25	-	0	0	98,79	98,97	98,96
20180605	-	7	9	-	2	2	-	E	E	-	75-100	75-100	-	1,3	0	97,58	97,58	97,55
20180612	-	19	21	-	5	4	-	O	SO	-	50-75	0-25	-	0	0	98,93	98,68	98,34
20180619	14	15	18	4	4 Raf. 6	5	O	O	NO	25-50	50-75	25-50	0	0	0	98,13	98,12	98,15
20180626	16	17	-	4	3	-	NO	O	-	0-25	0-25	-	0	0	-	99,63	99,46	99,21
20180703	20	25	-	2	3	-	O	O	-	75-100	0-25	-	1	0	-	99,29	99,38	99,35
20180710	18	23	-	2	4	-	O	O	-	75-100	75-100	-	0	0	-	98,44	98,33	98,39
20180717	18	18	-	3	3	-	SO	SO	-	75-100	75-100	-	1,3	1	-	98,17	98,07	97,89
20180724	22	27	-	4	3	-	SE	SO	-	25-50	50-75	-	0	0	-	99,63	99,53	99,37
20180731	19	22	-	3	3	-	O	O	-	75-100	25-50	-	0	0	-	99,26	99,19	99,12
20180807	21	21	-	3	4	-	SO	SO	-	75-100	75-100	-	0	0	-	98,53	98,43	98,42
20180814	24	25	-	2	2	-	SE	SE	-	75-100	75-100	-	0	0	-	98,65	98,52	98,36
20180821	19	21	-	1	2	-	-	S	-	25-50	75-100	-	0	0	-	99,27	99,10	98,87
20180828	19	21	-	2	3	-	O	SO	-	75-100	75-100	-	1,2	0	-	98,47	98,36	98,09
20180904	21	22	21	1	2	2	-	N	O	0-25	25-50	25-50	0	0	0	99,82	99,81	99,73

Date (aaaaammjj)	Température (°C)			Force du vent (Beaufort)			Direction du vent			Couverture nuageuse (%)			Précipitations			Pression atmosphérique (kPa)		
	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi	Matin	Midi	Après- midi
20180911	11	13	-	4	4	-	S	SE	-	75-100	75-100	-	1,4	1,3	-	99,44	99,32	99,27
20180918	-	9	7	-	3	3	-	NE	NE	-	75-100	75-100	-	1,2	1	98,00	98,09	98,25
20180925	8	9	-	4	4 Raf. 6	-	SE	S	-	50-75	50-75	-	0	0	-	100,41	100,14	99,87
20181002	4	6	-	4	4	-	SE	SE	-	75-100	75-100	-	0	0	-	99,89	99,66	99,38
20181009	-	17	18	-	5 Raf. 7	5 Raf. 6	-	O	O	-	75-100	75-100	-	1,2	0	99,16	n.d.	n.d.
20181018	-	-4	-2	-	4	4	-	NO	O	-	75-100	75-100	-	0	0	98,86	98,98	99,00
20181023	0	2	-	2	2	-	SE	E	-	25-50	25-50	-	0	0	-	99,29	99,19	98,98
20181031	-2	-1	-	2	2	-	SO	O	-	75-100	75-100	-	0	0	-	98,95	98,73	98,44

- : aucune donnée

Raf. : rafale

**Vitesse moyenne du vent et en rafale (raf.) selon l'échelle de Beaufort :**

0 : Calme (&lt; 1 km/h)

1 : Très légère brise (1-5 km/h)

2 : Légère brise (6-11 km/h)

3 : Petite brise (12-19 km/h)

4 : Jolie brise (20-28 km/h)

5 : Bonne brise (29-38 km/h)

6 : Vent frais (39-49 km/h)

7 : Grand frais (50-61 km/h)

**Précipitations :**

0 : Aucune

1 : Brouillard

2 : Bruine

3 : Pluie faible

4 : Pluie moyenne

5 : Pluie forte

6 : Neige faible

7 : Neige moyenne

8 : Neige forte

**Pression atmosphérique :** enregistrée à la station météorologique d'Environnement et Changement climatique Canada située Beauceville.

## Annexe D Conditions météorologiques lors du suivi comportemental dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

Date (aaaammjj)	Point d'observation	Début	Fin	Durée (min)	Température (°C)	Précipitations	Force du vent (Beaufort)	Origine du vent	Couverture nuageuse (%)	Plafond nuageux
20180410	R1	9:50	10:00	10	-4	0	3	S	25-50	Haut
20180410	R1	10:00	11:00	60	-4	0	3	S	25-50	Haut
20180410	R1	11:00	12:00	60	-2	0	3	S	50-75	Haut
20180410	R1	12:00	12:50	50	-2	0	3	SO	50-75	Haut
20180424	R1	12:00	13:00	60	12	0	4 Raf. 5	O	50-75	Haut
20180424	R1	13:00	14:00	60	13	0	4 Raf. 5	O	50-75	Haut
20180424	R1	14:00	15:00	60	14	0	4 Raf. 5	O	25-50	Haut
20180508	R1	9:15	10:00	45	10	0	4	SO	0-25	Haut
20180508	R1	10:00	11:00	60	10	0	4	SO	0-25	Haut
20180508	R1	11:00	12:00	60	13	0	4	SO	0-25	Haut
20180508	R1	12:00	12:15	15	13	0	5	SO	0-25	Haut
20180521	R1	12:20	13:00	40	15	0	6 Raf. 7	O	25-50	Haut
20180521	R1	13:00	14:00	60	16	0	6	O	25-50	Haut
20180521	R1	14:00	15:00	60	17	0	6	NO	50-75	Haut
20180521	R1	15:00	15:20	20	17	0	5	NO	25-50	Haut
20180904	R1	9:10	10:00	50	21	0	1	n.d.	0-25	Haut
20180904	R1	10:00	11:00	60	18	0	1 Raf. 3	n.d.	25-50	Haut
20180904	R1	11:00	12:00	60	21	0	1 Raf. 2	n.d.	25-50	Haut
20180904	R1	12:00	12:10	10	22	0	2	N	25-50	Haut
20180920	R1	12:15	13:00	45	16	0	2	NO	50-75	Moyen
20180920	R1	13:00	14:00	60	14	0	2	NO	75-100	Moyen
20180920	R1	14:00	15:00	60	17	0	2	N	50-75	Moyen
20180920	R1	15:00	15:15	15	14	0	2	NO	75-100	Moyen

Date (aaaammjj)	Point d'observation	Début	Fin	Durée (min)	Température (°C)	Précipitations	Force du vent (Beaufort)	Origine du vent	Couverture nuageuse (%)	Plafond nuageux
20181009	R1	13:15	14:00	45	18	0	5 Raf. 6	O	75-100	Moyen
20181009	R1	14:00	15:00	60	19	0	5	O	50-75	Moyen
20181009	R1	15:00	16:00	60	19	0	4	O	75-100	Moyen
20181009	R1	16:00	16:15	15	19	0	5 Raf. 6	O	75-100	Moyen
20181018	R1	9:40	10:00	20	-4	0	4	O	50-75	Moyen
20181018	R1	10:00	11:00	60	-4	0	4	O	50-75	Moyen
20181018	R1	11:00	12:00	60	-3	0	4	NO	75-100	Moyen
20181018	R1	12:00	12:40	40	-4	0	4	NO	75-100	Moyen

n. d. : non déterminé

Raf. : rafale

**Vitesse moyenne du vent et en rafale (raf) selon l'échelle de Beaufort :**

0 : Calme (< 1 km/h)	4 : Jolie brise (20-28 km/h)
1 : Très légère brise (1-5 km/h)	5 : Bonne brise (29-38 km/h)
2 : Légère brise (6-11 km/h)	6 : Vent frais (39-49 km/h)
3 : Petite brise (12-19 km/h)	7 : Grand frais (50-61 km/h)

**Plafond nuageux :**

Bas : Présence de nuages au sommet des montagnes

Moyen : Présence de nuages entre le sommet des montagnes et une altitude de 2 km

Haut : Présence de nuages à plus de 2 km d'altitude

**Précipitations :**

0 : Aucune	5 : Pluie forte
1 : Brouillard	6 : Neige faible
2 : Bruine	7 : Neige moyenne
3 : Pluie faible	8 : Neige forte
4 : Pluie moyenne	

## Annexe E Carcasses récoltées lors du suivi de la mortalité effectué dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018

Date (aaaammjj)	Heure	Éolienne	Modèle d'éolienne	Espèce	Sexe	Âge	Azimut (°)	Distance (m)	Couverture zone de suivi (%)	Observateur	Période	État	Cause probable	Substrat
2018-04-24	15:53	1	Enercon E-82	Roitelet à couronne dorée	M	A	180	42	93,0	1	Migration printanière	Intacte	Possible collision	Neige
2018-07-24	10:17	1	Enercon E-82	Paruline <i>sp.</i>	Ind.	Ind.	207	31	93,0	1	Reproduction	Détériorée	Possible collision	Sol dénudé
2018-08-14	10:17	4	Enercon E-82	Sittelle à poitrine rousse	F	Ind.	88	1	99,1	1	Migration automnale	Intacte	Possible collision	Sol dénudé
2018-08-14	11:15	10	Enercon E-82	Chauve-souris non identifiée	Ind.	Ind.	133	36	93,3	1	Migration automnale	Détériorée	Possible collision	Végétation courte
2018-08-14	11:42	8	Enercon E-82	Sittelle à poitrine rousse	M	Ind.	114	8	99,9	1	Migration automnale	Partiellement détériorée	Possible collision	Sol dénudé
2018-09-04	09:03	8	Enercon E-82	Paruline tigrée	F	Ind.	130	25	99,9	1	Migration automnale	Intacte	Possible collision	Sol dénudé
2018-09-04	14:41	11	Enercon E-82	Paruline à gorge noire	Ind.	Ind.	73	27	97,0	1	Migration automnale	Partiellement détériorée	Possible collision	Sol dénudé

Ind. : Indéterminé  
F : Femelle  
M : Mâle  
A : Adulte



## Annexe F Photographies des carcasses récoltées lors du suivi de la mortalité effectué dans le parc éolien communautaire de Frampton en 2018



Roitelet à couronne dorée (éolienne 1, 20180424)



Paruline *sp.* (éolienne 1, 20180724)



Sitelle à poitrine rouge (éolienne 4, 20180814)



Chauve-souris non identifiée (éolienne 10, 20180814)



Sittelle à poitrine rousse (éolienne 8, 20180814)



Paruline tigrée (éolienne 8, 20180904)



Paruline à gorge noire (éolienne 11, 20180904)





