



Parc éolien de Témiscouata II

Suivi environnemental

Faune avienne et chauves-souris

An 3 - 2018

4 février 2019

Un projet de

BORALEX

ÉOLIENNES TÉMISCOUATA II S.E.C. Parc éolien de Témiscouata II

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

4 février 2019 - FINAL

N/Réf. : BLXTMA02-740

Éoliennes Témiscouata II S.E.C.

Marie-Ève Simard
Chargée de projets, Environnement
Boralex

PESCA Environnement

Version originale signée par

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

Version originale signée par

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

Référence à citer :

PESCA Environnement (2019). *Suivi environnemental – Faune avienne et chauves-souris – An 3 – 2018*. Parc éolien de Témiscouata II. 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	Persistence des carcasses	6
2.1.4.2	Efficacité des observateurs	7
2.1.5	Calcul des 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 trouvées	9
3.1.2	Persistence des carcasses	9
3.1.3	Efficacité de l'observateur.....	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	12
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.....	14
3.2.1.4	Comportement	15
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	18
4	CONCLUSION.....	19
	BIBLIOGRAPHIE.....	20

□ LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Caractéristiques des éoliennes du parc éolien de Témiscouata II	1
Tableau 2	Répartition par type d'habitat des sites de suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	2
Tableau 3	Répartition des visites des sites sélectionnés pour le suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	5
Tableau 4	Calendrier prévu pour la réalisation des tests de persistance dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	6
Tableau 5	Calendrier du suivi du comportement des oiseaux dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018.....	8
Tableau 6	Persistance des carcasses témoins lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	10
Tableau 7	Taux d'efficacité de l'observateur lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018.....	10
Tableau 8	Taux de mortalité des rapaces dans les parcs éoliens en Amérique du Nord.....	11
Tableau 9	Taux de mortalité des oiseaux estimés dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	12
Tableau 10	Taux de mortalité des oiseaux dans les parcs éoliens en Amérique du Nord	12
Tableau 11	Taux de mortalité des chauves-souris estimés dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018.....	13
Tableau 12	Taux de mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens en Amérique du Nord.....	13
Tableau 13	Rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018.....	14
Tableau 14	Abondance et taux de passage des rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	14
Tableau 15	Oiseaux autres que les rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	16
Tableau 16	Abondance et taux de passage des oiseaux (excluant les rapaces) observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	17

☐ LISTE DES FIGURES

Figure 1	Calendrier du suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II 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 observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	15
Figure 4	Hauteur de vol des rapaces lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018.....	15
Figure 5	Direction de vol des oiseaux (excluant les rapaces) lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	17
Figure 6	Hauteur de vol des oiseaux (excluant les rapaces) lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	18
Figure 7	Comportement des oiseaux (excluant les rapaces) lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018	18

☐ LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Caractérisation de la couverture végétale dans les zones de suivi à chaque site sélectionné dans le parc éolien de Témiscouata II 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 de Témiscouata II en 2018
Annexe D	Conditions météorologiques lors du suivi de l'utilisation du parc éolien de Témiscouata II par les oiseaux en 2018
Annexe E	Carcasses trouvées lors du suivi standardisé de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018
Annexe F	Photographie des carcasses trouvées lors du suivi standardisé de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

1 Mise en contexte

Conformément aux conditions du décret 72-2014, Éoliennes Témiscouata II 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 de Témiscouata II en 2016. Ce programme vise deux objectifs :

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

Le parc éolien de Témiscouata II comprend 22 éoliennes pour une puissance totale installée de 51,7 MW (tableau 1).

Tableau 1 Caractéristiques des éoliennes du parc éolien de Témiscouata II

Caractéristique	Enercon E-92
Nombre d'éoliennes	22
Puissance nominale (MW)	2,35
Hauteur du moyeu (m)	85
Diamètre du rotor (m)	92
Hauteur totale de l'éolienne (m)	131
Surface balayée (m ²)	6 648
Nombre de pales	3

Le programme de suivi faunique a été élaboré selon des méthodes conformes aux protocoles de référence des ministères concernés (Environnement Canada, 2007; MRNF, 2008). Il a été soumis aux responsables du secteur de la faune pour approbation et tient compte de leurs recommandations.

Le présent document concerne le suivi effectué en 2018 au cours de la troisième année d'exploitation du parc éolien de Témiscouata II. Ce suivi a été effectué selon le même protocole qu'en 2016 et en 2017.

2 Méthodologie

2.1 Suivi de la mortalité

2.1.1 Calendrier de suivi

Le suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018 a été réalisé durant 30 semaines réparties entre les périodes d'inventaire indiquées dans le protocole de référence provincial (MRNF, 2008), à savoir :

- 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 migrations et de nidification des oiseaux migrateurs indiquées 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 de Témiscouata II en 2018

2.1.2 Sélection des sites de suivi

Le suivi de la mortalité a porté sur 11 des 22 sites d'éoliennes (50 %) du parc éolien de Témiscouata II (figure 2). Ces sites sont les mêmes qu'en 2016 et en 2017. Ils avaient été sélectionnés selon un échantillonnage stratifié permettant de couvrir l'ensemble du parc éolien et des habitats présents (tableau 2).

Tableau 2 Répartition par type d'habitat des sites de suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

Type d'habitat	Nombre de sites dans le parc éolien	Nombre de sites pour le suivi de la mortalité
Érabièrre	1	1
Peuplement de feuillus	3	2
Peuplement mélangé à dominance feuillue	5	2
Peuplement mélangé à dominance résineuse	4	2
Peuplement de résineux	6	2
Pessière	3	2
Total	22	11

Note : Les habitats ont été classés selon les données écoforestières du quatrième programme d'inventaire écoforestier.

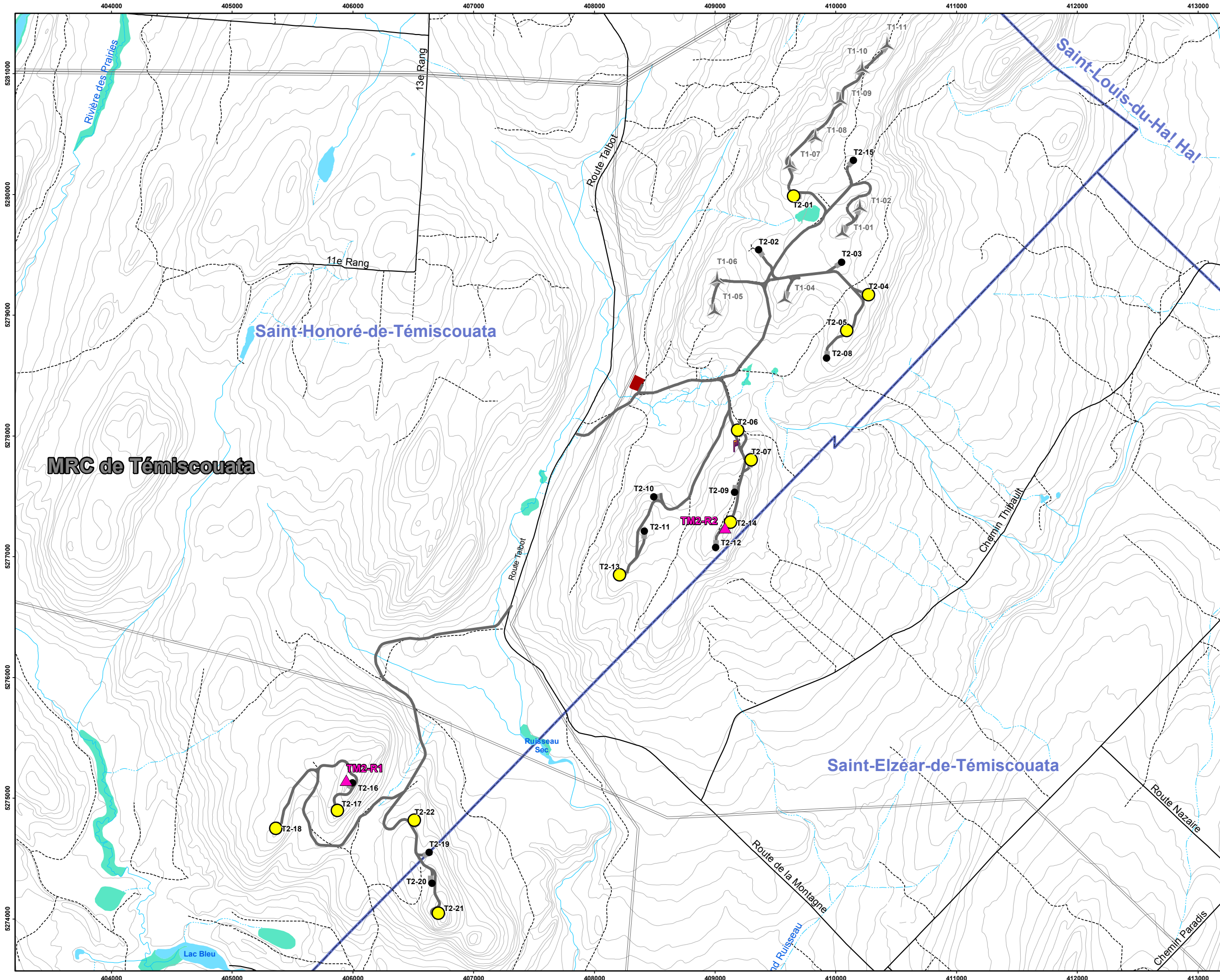


Figure 2
Localisation des sites sélectionnés pour le suivi de la mortalité et de l'utilisation du parc éolien en 2018

- Suivi de la mortalité**
 - Site d'éolienne sélectionné
 - Site d'éolienne non sélectionné
- Suivi comportemental**
 - ▲ Point d'observation
- Équipements et infrastructures**
 - ▲ Éolienne (parc éolien de Témiscouata)
 - ⚡ Mât de mesure de vent
 - Chemin d'accès aux parcs éoliens
 - Aire de travail
 - Poste élévateur de tension
 - 📶 Tour de télécommunication
- Autres éléments**
 - Route nationale
 - Route locale ou régionale
 - - - - Chemin non pavé
 - Ligne de transport d'énergie
 - ⤵ Courbe de niveau (équid. : 10 m)
 - Cours d'eau permanent
 - ⋯ Cours d'eau intermittent
 - Plan d'eau
 - Milieu humide
 - ▭ Limite municipale

N

1 : 30 000

0 250 500 1 000 mètres

2.1.3 Recherche de carcasses

Comme en 2016 et en 2017, chaque zone de suivi correspondait à une zone carrée de 80 m x 80 m centrée sur l'éolienne. La couverture végétale a été caractérisée en précisant les proportions de :

- sol dénudé;
- couverture herbacée courte (≤ 10 cm), moyenne (11 à 50 cm) et longue (≥ 50 cm);
- couverture arbustive;
- couverture arborescente.

Ces informations sont présentées à l'annexe A. La recherche de carcasses a été effectuée par une personne qui se déplaçait à pied dans les aires ouvertes des zones de suivi (sol dénudé et couverture herbacée) en examinant soigneusement le sol le long de transects espacés de 5 m. 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 par l'observateur. Cette proportion a été calculée à l'aide d'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, à l'exception de visites annulées en raison de conditions climatiques non sécuritaires (verglas : 9 visites) et durant la période de chasse à l'original à l'arme à feu (11 visites). Au total, 310 visites de sites de suivi ont été effectuées en 2018 (tableau 3).

Tableau 3 Répartition des visites des sites sélectionnés pour le suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

Période	Date	Nombre de semaines de suivi	Nombre de sites à visiter par semaine	Nombre de visites de sites effectuées
Migration printanière	26 mars au 3 juin	10	11	103
Reproduction	4 juin au 29 juillet	8	11	88
Migration automnale	13 août au 4 novembre	12	11	119
Total		30	11	310

Lors de la découverte d'une carcasse, l'observateur la photographiait et notait les renseignements suivants :

- numéro de référence de la carcasse;
- date et heure de la découverte;
- espèce identifiée;
- nom de l'observateur;
- âge de l'animal (mature ou immature; si possible);
- 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, distance, coordonnées GPS);
- type de couverture végétale;
- numéro de l'éolienne.

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

2.1.4 Tests de standardisation

2.1.4.1 Persistance des carcasses

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 a été évalué à trois reprises, à savoir à chaque période d'inventaire. La persistance des oiseaux a été évaluée à l'aide de carcasses d'oiseaux de petite, moyenne et grande tailles et celle des chauves-souris, à l'aide de carcasses de souris brunes.

Une ou deux carcasses témoins ont été déposées sur des sites d'éolienne sélectionnés pour effectuer le test. Le nombre de carcasses témoins par site ainsi que la position et le type de celles-ci ont été déterminés de façon aléatoire. La position initiale des carcasses témoins était notée. Par la suite, un observateur vérifiait la présence et l'état de ces carcasses (intactes, partiellement décomposées, dévorées ou disparues). Les visites prévues suivaient la progression suivante : tous les jours pendant 5 jours, puis les jours 7, 10, 14, 18, 23 et 28 (tableau 4). Les durées de persistance moyennes pour chaque période d'inventaire ont été obtenues à l'aide des formules présentées à l'annexe B.

Tableau 4 *Calendrier prévu pour la réalisation des tests de persistance dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018*

Visite	Date prévue (aaaammjj)		
	Migration printanière	Reproduction	Migration automnale
Installation	20180514	20180701	20180821
Jour 1	20180515	20180702	20180822
Jour 2	20180516	20180703	20180823
Jour 3	20180517	20180704	20180824
Jour 4	20180518	20180705	20180825
Jour 5	20180519	20180706	20180826
Jour 7	20180521	20180708	20180828
Jour 10	20180524	20180711	20180831
Jour 14	20180528	20180715	20180904
Jour 18	20180601	20180719	20180908
Jour 23	20180606	20180724	20180913
Jour 28	20180611	20180729	20180918

2.1.4.2 Efficacité des observateurs

L'efficacité de chaque observateur a été évaluée à l'aide de leurres déposés sur les sites de suivi. Le taux d'efficacité correspond à la proportion de leurres trouvés par un observateur. Trois types de leurres ont été utilisés 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.

Deux à quatre leurres ont été disposés au pied des éoliennes par une tierce personne. Le nombre de leurres par site ainsi que la position et le type de ceux-ci 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 réalisés dans les aires ouvertes (sol dénudé et couverture herbacée) des zones de suivi. Conformément au protocole de référence (MRNF, 2008), aucun test d'efficacité n'a été effectué en présence de neige au sol. Les taux d'efficacité ont été obtenus à l'aide des formules présentées à l'annexe B.

2.1.5 Calcul des taux de mortalité

Les taux de mortalité ont été calculés à l'aide des formules présentées dans le protocole de référence (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 des observateurs).

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

Le suivi du comportement des oiseaux à l'approche du parc éolien de Témiscouata II a été effectué en 2018 selon le même protocole qu'en 2016 et en 2017. Ce suivi a été effectué à partir des deux mêmes points d'observation fixes (TM2-R1 et TM2-R2), chacun situé à proximité d'une éolienne et offrant une vue

dégagée sur plusieurs autres éoliennes (figure 2). Le suivi s'est déroulé du 2 avril au 22 octobre 2018 pour un total de 48 h d'observation (tableau 5).

Tableau 5 *Calendrier du suivi du comportement des oiseaux dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018*

Mois	Durée d'observation (h)		Total (h)
	TM2-R1	TM2-R2	
Avril	6	6	12
Mai	9	9	18
Juin	3	3	6
Septembre	3	3	6
Octobre	3	3	6
Total	24	24	48

Les points d'observation ont été visités entre 8 h 45 et 16 h 50, dans des conditions météorologiques favorables, c'est-à-dire lors de journées ensoleillées ou, du moins, sans pluie ni brouillard à l'exception de quatre heures où de la faible neige a été notée. Les conditions météorologiques ont été consignées 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).

Le comportement des oiseaux à l'approche du parc éolien a été décrit. Dès qu'un oiseau ou un groupe d'oiseaux, toutes espèces confondues, était observé dans le parc éolien, 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) et la position par rapport au parc éolien. L'observateur notait également la présence des oiseaux en milieu forestier même s'ils ne s'approchaient pas des éoliennes.

Le comportement a été décrit selon les réactions suivantes de l'oiseau ou du groupe d'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 et non 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;
- Autre : Autre comportement à décrire, le cas échéant.

La description prenait fin dès que l'oiseau ou le groupe d'oiseaux quittait le champ visuel de l'observateur. L'observateur notait également tout autre comportement lié à la nidification, à l'alimentation ou à la migration des oiseaux.

3 Résultats et discussion

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

3.1.1 Carcasses trouvées

Aucune carcasse de rapace n'a été trouvée au cours du suivi standardisé de la mortalité réalisé dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018. Une carcasse d'oiseau, soit une paruline à croupion jaune, et une carcasse de chauve-souris cendrée ont été découvertes au cours de ce suivi. Les détails et des photographies de ces carcasses sont respectivement présentés aux annexes E et 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 de 80 m x 80 m en fonction de la proportion couverte lors du suivi. Cette proportion varie de 84,8 à 85,6 % selon les éoliennes (annexe E).

Une carcasse de roitelet à couronne dorée a été trouvée en dehors de la zone de suivi le 24 avril 2018 à proximité de l'éolienne T2-13. Le personnel de maintenance a également trouvé une buse à queue rousse le 20 mai 2018 à proximité de l'éolienne T2-16, une éolienne non sélectionnée pour le suivi de la mortalité. Une carcasse de chauve-souris cendrée a été trouvée en dehors de la zone de suivi le 11 juillet 2018 à proximité de l'éolienne T2-13. Conformément au protocole de référence provincial (MRNF, 2008), ces individus n'ont pas été comptabilisés dans le calcul de mortalité.

Aucun des oiseaux trouvés 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, 2018; MFFP, 2018). La chauve-souris cendrée est une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (MFFP, 2018).

3.1.2 Persistance des carcasses

Un total de 90 carcasses ont été utilisées pour les tests de persistance dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018, soit 66 oiseaux de différentes tailles et 24 souris brunes (tableau 6).

Le tableau 6 présente les résultats détaillés des tests de persistance par période d'inventaire pour les différents types de carcasses témoins utilisés. La durée moyenne de persistance des carcasses a été de $7,2 \pm 1,1$ jours pour les oiseaux et de $7,2 \pm 4,0$ jours pour les souris. Les durées de persistance des carcasses d'oiseaux obtenues pour chaque période d'inventaire ont été regroupées, toutes tailles confondues, pour évaluer les taux de mortalité.

Tableau 6 *Persistance des carcasses témoins lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018*

Période	Date de début du test	Type de carcasse	Nombre de carcasses	Persistance (jour)			
				Min.	Max.	Moy.	Variance
Migration printanière	14 mai 2018	Oiseau (petit)	8	0	4	2,0	0,2
		Oiseau (moyen)	7	0	28	5,4	14,5
		Oiseau (grand)	7	1	28	10,3	11,9
		Total partiel, oiseaux	22	0	28	5,7	3,0
		Souris	8	0	28	14,3	22,0
Reproduction	1 juillet 2018	Oiseau (petit)	8	0	23	7,3	8,0
		Oiseau (moyen)	7	0	23	7,3	16,6
		Oiseau (grand)	7	2	14	6,4	2,6
		Total partiel, oiseaux	22	0	23	7,0	2,7
		Souris	8	0	10	3,5	1,9
Migration automnale	21 août 2018	Oiseau (petit)	8	0	28	7,0	11,7
		Oiseau (moyen)	7	0	28	8,9	13,5
		Oiseau (grand)	7	0	28	10,7	20,9
		Total partiel, oiseaux	22	0	28	8,8	4,7
		Souris	8	0	14	3,8	5,1
Somme globale		Oiseaux	66	0	28	7,2	1,1
		Souris	24	0	28	7,2	4,0

3.1.3 Efficacité de l'observateur

Le suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II a été effectué par un observateur en 2018. Les taux d'efficacité de cet observateur sont présentés au tableau 7. Les taux d'efficacité à détecter des oiseaux de petite taille ont varié entre 50,0 et 80,0 % selon les périodes d'inventaire. Les taux d'efficacité à détecter des chauves-souris ont varié entre 90,0 et 100,0 % selon les périodes d'inventaire. Ces taux ont servi aux calculs des taux de mortalité pour les oiseaux et les chauves-souris, respectivement.

Tableau 7 *Taux d'efficacité de l'observateur lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018*

Période	Paramètre	Type de leurre			
		Oiseau			Chauve-souris
		Petit (5-10 cm)	Moyen (15-20 cm)	Grand (30-35 cm)	
Migration printanière	Nombre de leurres disposés	10	9	8	11
	Nombre de leurres trouvés	8	7	8	11
	Taux d'efficacité (%)	80,0	77,8	100,0	100,0
Reproduction	Nombre de leurres disposés	10	10	8	12
	Nombre de leurres trouvés	6	9	7	11
	Taux d'efficacité (%)	60,0	90,0	87,5	91,7
Migration automnale	Nombre de leurres disposés	10	8	7	10
	Nombre de leurres trouvés	5	7	7	9
	Taux d'efficacité (%)	50,0	87,5	100,0	90,0

3.1.4 Taux de mortalité des rapaces

Aucune mortalité de rapace n'a été détectée au cours du suivi standardisé de la mortalité réalisé dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018; le taux de mortalité estimé est donc nul (0 rapace/éolienne/an). Un résultat identique a été obtenu en 2016 et en 2017 (tableau 8).

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 8 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 8 Taux de mortalité des rapaces dans les parcs éoliens en Amérique du Nord

Parc éolien ou région	Mortalité annuelle estimée (individu/éolienne/an)
Parc éolien de Témiscouata II	
Suivi effectué en 2018	0
Suivi effectué en 2017	0
Suivi effectué en 2016	0
Synthèse des suivis effectués au Québec	
Moyenne (24 parcs éoliens entre 2007 et 2015)	0,01
Minimum et maximum (12 parcs éoliens entre 2009 et 2014)	0 à 0,18
Moyennes estimées ailleurs en Amérique du Nord	
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)

3.1.5 Taux de mortalité des oiseaux

En 2018, les taux de mortalité quotidienne des oiseaux ont varié entre 0 et 0,002 oiseau/éolienne/jour selon les périodes d'inventaire (tableau 9). Ces taux représentent 0 oiseau/éolienne pendant la période de migration printanière, 0 oiseau/éolienne pendant la reproduction et 0,19 oiseau/éolienne pendant la migration automnale.

Ces résultats représentent 0,19 oiseau/éolienne/an en 2018, soit un taux plus faible que ceux obtenus en 2016 et en 2017.

Tableau 9 Taux de mortalité des oiseaux estimés dans le parc éolien de Témiscouata II 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	70	0	0	-	0
Reproduction	56	0	0	-	0
Migration automnale	84	1	0,002	0,078	0,19
Année 2018	210	1	-	-	0,19

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

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 de Témiscouata II en 2018 est inférieure à ces moyennes (tableau 10). Les taux de mortalité inscrits au tableau 10 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 10 Taux de mortalité des oiseaux dans les parcs éoliens en Amérique du Nord

Parc éolien ou région	Mortalité annuelle estimée (individu/éolienne/an)
Parc éolien de Témiscouata II	
Suivi effectué en 2018	0,19
Suivi effectué en 2017	3,09
Suivi effectué en 2016	3,09
Synthèse des suivis effectués au Québec	
Moyenne (24 parcs éoliens entre 2007 et 2015)	1,60
Moyennes estimées ailleurs en Amérique du Nord	
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; Zimmerling *et al.*, 2013)

3.1.6 Taux de mortalité des chauves-souris

En 2018, les taux de mortalité quotidienne des chauves-souris ont varié entre 0 et 0,004 chauve-souris/éolienne/jour selon les périodes d'inventaire. Ces taux représentent 0 chauve-souris/éolienne pendant la période de reproduction et 0,23 chauve-souris/éolienne pendant la migration automnale (tableau 11).

Tableau 11 Taux de mortalité des chauves-souris estimés dans le parc éolien de Témiscouata II 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	56	0	0	-	0
Migration automnale	56	1	0,004	0,133	0,23
Année 2018	112	1	-	-	0,23

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

Ces résultats représentent 0,23 chauve-souris/éolienne/an en 2018. Un taux similaire avait été obtenu en 2016. Aucune mortalité de chauve-souris n'a été détectée dans le parc éolien de Témiscouata II en 2017 (tableau 12). Des résultats comparables 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 de Témiscouata II en 2018 est inférieure à cette moyenne. Les suivis effectués ailleurs en Amérique du Nord montrent des taux globalement supérieurs (tableau 12).

Les taux de mortalité inscrits au tableau 12 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 12 Taux de mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens en Amérique du Nord

Parc éolien ou région	Mortalité annuelle estimée (individu/éolienne/an)
Parc éolien de Témiscouata II	
Suivi effectué en 2018	0,23
Suivi effectué en 2017	0
Suivi effectué en 2016	0,19
Synthèse des suivis effectués au Québec	
Moyenne (24 parcs éoliens entre 2007 et 2015)	0,50
Minimum et maximum (12 parcs éoliens entre 2009 et 2014)	0 à 3,09
Moyennes estimées ailleurs en Amérique du Nord	
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; Zimmerling & Francis, 2016)

3.2 Suivi comportemental

3.2.1 Rapaces

3.2.1.1 Abondance et diversité

Le suivi comportemental a permis de confirmer la présence de quatre espèces de rapaces dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018, pour un total de six observations (tableau 13). Aucune de ces espèces n'a de statut provincial ou fédéral (Gouvernement du Canada, 2018; MFFP, 2018).

Tableau 13 Rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

Espèce	Migration printanière			Migration automnale		Total
	Avril	Mai	Juin	Septembre	Octobre	
Balbusard pêcheur	0	0	1	0	0	1
Buse à queue rousse	0	2	0	0	0	2
Petite buse	0	0	0	1	0	1
Urubu à tête rouge	0	2	0	0	0	2
Nombre total d'observations	0	4	1	1	0	6
Nombre total d'espèces	0	2	1	1	0	4
Durée d'inventaire (h)	12	18	6	6	6	48

3.2.1.2 Taux de passage

En 2018, le taux de passage des rapaces dans le parc éolien a été de 0,1 oiseau/heure (tableau 14). D'un mois à l'autre, les taux de passage ont varié entre 0 et 0,2 oiseau/heure. Aucun rapace n'a été observé au cours du suivi effectué aux mois d'avril et d'octobre 2018.

Tableau 14 Abondance et taux de passage des rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

Point	Migration printanière						Migration automnale				Total	
	Avril		Mai		Juin		Septembre		Octobre		Nbre	Taux (ois./h)
	Nbre	Taux (ois./h)	Nbre	Taux (ois./h)	Nbre	Taux (ois./h)	Nbre	Taux (ois./h)	Nbre	Taux (ois./h)		
TM2-R1	0	0,0	2	0,2	1	0,3	1	0,3	0	0,0	4	0,2
TM2-R2	0	0,0	2	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,1
Total	0	0,0	4	0,2	1	0,2	1	0,2	0	0,0	6	0,1

3.2.1.3 Hauteur et direction de vol

Les rapaces observés en 2018 volaient principalement vers le sud (50,0 %) ou le nord-est (33,3 %, figure 3), sans tendance particulière en ce qui a trait à leur altitude (figure 4). Lorsqu'un rapace était observé dans plusieurs classes d'altitude, une mention était notée pour chacune d'elles.

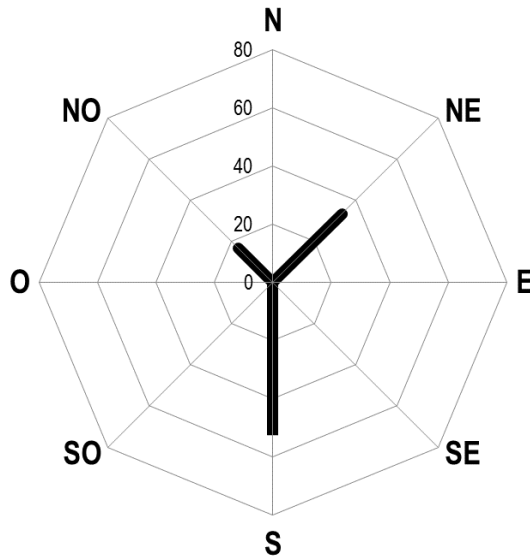


Figure 3 Direction de vol des rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

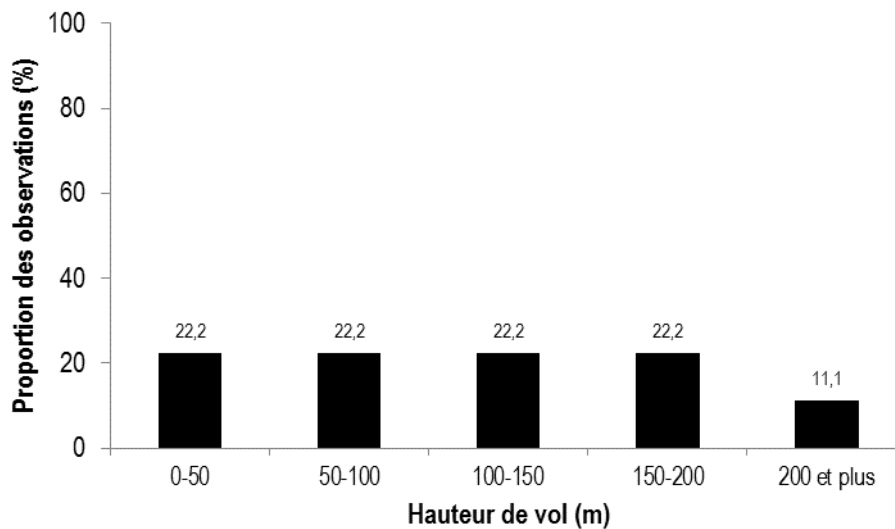


Figure 4 Hauteur de vol des rapaces lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

3.2.1.4 Comportement

En 2018, la majorité des rapaces observés (5/6) ont conservé le même comportement à l'approche des éoliennes (constance). Une buse à queue rousse a changé de direction pour passer entre deux éoliennes, à la hauteur des pales (traversée).

3.2.2 Autres espèces

3.2.2.1 Abondance et diversité

Le suivi comportemental a permis de détecter 254 oiseaux autres que des rapaces appartenant à 32 espèces (tableau 15). Le tarin des pins est l'espèce la plus abondante avec un total de 39 mentions, dont 37 en avril, durant la migration printanière. Aucune de ces espèces n'a de statut particulier à l'échelle provinciale ou fédérale (Gouvernement du Canada, 2018; MFFP, 2018).

Tableau 15 Oiseaux autres que les rapaces observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

Espèce	Migration printanière			Migration automnale		Total
	Avril	Mai	Juin	Septembre	Octobre	
Bec-croisé bifascié	23	2	0	0	0	25
Bruant à gorge blanche	0	12	0	1	0	13
Chardonneret jaune	0	23	0	0	0	23
Corneille d'Amérique	1	1	0	1	1	4
Durbec des sapins	1	0	0	0	1	2
Geai bleu	1	1	0	0	1	3
Gélinotte huppée	0	1	0	0	0	1
Grand corbeau	1	5	0	0	0	6
Grive à dos olive	0	0	2	0	0	2
Grive solitaire	0	1	0	0	0	1
Junco ardoisé	0	17	4	0	0	21
Merle d'Amérique	0	4	4	0	1	9
Mésange à tête noire	5	2	0	5	0	12
Mésangeai du Canada	0	1	0	0	0	1
Paruline à collier	0	2	0	0	0	2
Paruline à croupion jaune	0	22	3	0	0	25
Paruline à gorge noire	0	6	1	0	0	7
Paruline à tête cendrée	0	1	0	0	0	1
Paruline bleue	0	3	2	0	0	5
Paruline obscure	0	2	0	0	0	2
Paruline rayée	0	0	1	0	0	1
Passereau sp.	1	10	2	0	0	13
Pic chevelu	1	0	0	0	0	1
Pic maculé	0	1	0	0	0	1
Pic mineur	2	0	0	0	0	2
Pic sp.	0	0	0	1	0	1
Plectrophane des neiges	0	0	0	0	6	6
Roitelet à couronne dorée	0	1	0	0	0	1
Roitelet à couronne rubis	0	9	0	0	0	9
Roselin pourpré	0	0	1	0	0	1
Sittelle à poitrine rousse	3	0	0	0	0	3
Tarin des pins	37	2	0	0	0	39
Troglodyte des forêts	0	4	1	0	0	5
Viréo à tête bleue	0	4	2	0	0	6
Nombre total d'observations	76	137	23	8	10	254
Nombre total d'espèces	10	24	10	3	5	32
Durée d'inventaire (h)	12	18	6	6	6	48

3.2.2.2 Taux de passage

Le taux de passage des oiseaux autres que les rapaces est de 5,3 oiseaux/heure (tableau 16). D'un mois à l'autre, les taux de passage ont varié entre 1,3 et 7,6 oiseaux/heure, la valeur la plus élevée ayant été obtenue en mai 2018.

Tableau 16 Abondance et taux de passage des oiseaux (excluant les rapaces) observés lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

Point	Migration printanière						Migration automnale				Total	
	Avril		Mai		Juin		Septembre		Octobre		Nbre	Taux (ois./h)
	Nbre	Taux (ois./h)	Nbre	Taux (ois./h)	Nbre	Taux (ois./h)	Nbre	Taux (ois./h)	Nbre	Taux (ois./h)		
TM2-R1	19	3,2	58	6,4	13	4,3	3	1,0	2	0,7	95	4,0
TM2-R2	57	9,5	79	8,8	10	3,3	5	1,6	8	2,7	159	6,6
Total	76	6,3	137	7,6	23	3,8	8	1,3	10	1,7	254	5,3

3.2.2.3 Hauteur et direction de vol

Aucune tendance particulière n'a été détectée dans la direction de vol des oiseaux (excluant les rapaces) observés en 2018 (figure 5). La majorité de ces oiseaux volaient à moins de 50 m d'altitude (figure 6).

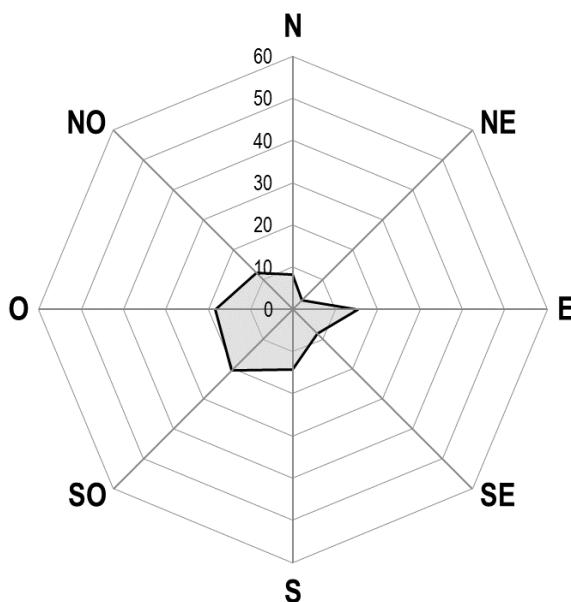


Figure 5 Direction de vol des oiseaux (excluant les rapaces) lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

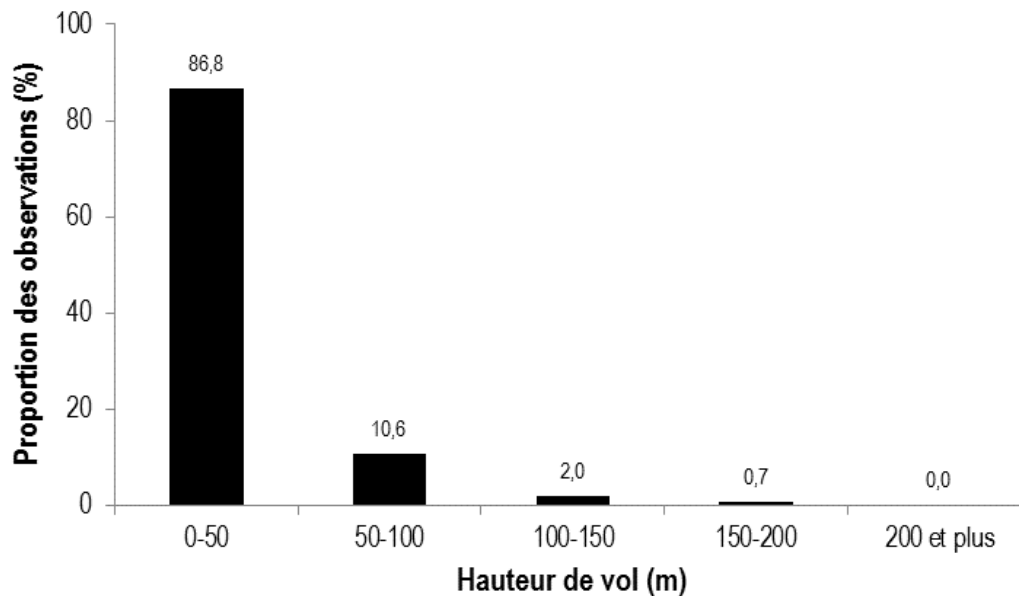


Figure 6 Hauteur de vol des oiseaux (excluant les rapaces) lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

3.2.2.4 Comportement

Le comportement de 152 oiseaux a été décrit; celui des 102 oiseaux entendus (chant/cri/tambourinage) n'a pas été décrit. La majorité des oiseaux observés (138/152) ont conservé le même comportement à l'approche des éoliennes (constance). Les autres oiseaux ont eu les réactions suivantes à l'approche des éoliennes : traversée, plongeon, bifurcation et demi-tour (figure 7).

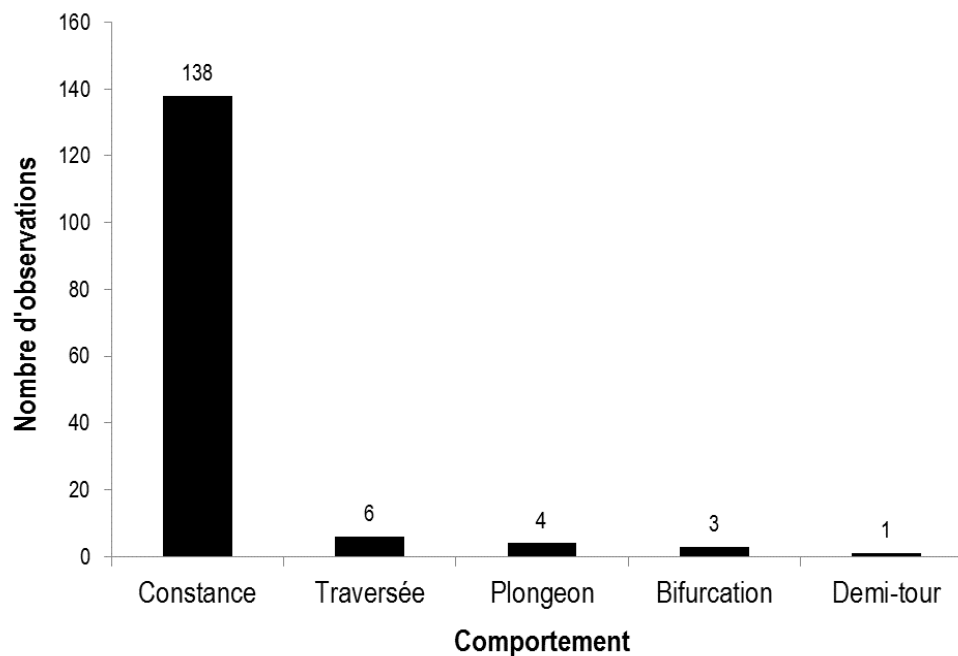


Figure 7 Comportement des oiseaux (excluant les rapaces) lors du suivi comportemental dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

4 Conclusion

Le suivi de la mortalité de la faune avienne et des chauves-souris effectué en 2018 dans le parc éolien de Témiscouata II 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 détectée durant le suivi standardisé effectué en 2018 dans le parc éolien de Témiscouata II. Le taux de mortalité est estimé à **0 rapace/éolienne/an**. Cependant, une buse à queue rousse a été trouvée par le personnel de maintenance à une éolienne non suivie en 2018.

Une carcasse d'oiseau a été trouvée durant le suivi standardisé effectué en 2018 dans le parc éolien de Témiscouata II. Le taux annuel de mortalité est estimé à **0,19 oiseau/éolienne/an**. Ce taux est faible en comparaison de ceux obtenus ailleurs au Québec, au Canada et en Amérique du Nord.

Une carcasse de chauve-souris a été trouvée durant le suivi standardisé effectué en 2018 dans le parc éolien de Témiscouata II. Le taux annuel de mortalité est estimé à **0,23 chauve-souris/éolienne/an**. Ce taux est faible en comparaison de ceux obtenus ailleurs au Québec, au Canada et en Amérique du Nord.

Le suivi comportemental a permis de documenter la présence et le comportement des oiseaux dans le parc éolien de Témiscouata II.

Le taux de passage moyen des rapaces est de 0,1 oiseau/heure. Au total, quatre espèces de rapaces ont été identifiées. Les rapaces se dirigeaient principalement vers le sud et volaient à toutes les classes d'altitude. La majorité (5/6) volait sans changement de comportement à l'approche des éoliennes.

Trente deux espèces autres que des rapaces ont été observées. L'espèce la plus abondante a été le tarin des pins. Les oiseaux volaient généralement à moins de 50 m du sol. La majorité des oiseaux observés en vol (138/152) se déplaçaient dans le parc éolien sans changement de comportement ou de direction 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 (2018). Gouvernement du Canada. *Registre public des espèces en péril*. Repéré en novembre 2018 à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril.html>.
- 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 (2018). Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. *Liste des espèces désignées comme menacées ou vulnérables au Québec*. Repéré en novembre 2018 à <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>.
- 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.
- 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 Caractérisation de la couverture végétale dans les zones de suivi à chaque site sélectionné dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

Éolienne	Couverture de sol dénudé dans la zone de suivi (%)	Couverture végétale dans la zone de suivi (%)				
		Herbacée courte (≤ 10 cm)	Herbacée moyenne (11 à 50 cm)	Herbacée longue (≥ 50 cm)	Arbustive	Arborescente
T2-01	47,3	0,0	22,2	6,2	0,0	24,2
T2-04	46,0	0,0	7,0	0,8	0,0	46,2
T2-05	52,8	0,3	27,4	4,7	0,0	14,7
T2-06	57,1	0,0	4,0	15,7	8,3	14,8
T2-07	44,3	0,0	11,8	0,0	0,0	43,9
T2-13	53,6	0,0	0,0	2,7	0,0	43,6
T2-14	46,5	6,4	4,0	12,5	0,0	30,6
T2-17	54,7	6,3	3,1	7,1	0,0	28,8
T2-18	50,4	4,3	4,8	2,0	0,0	38,6
T2-21	51,9	7,8	12,5	0,0	5,7	22,1
T2-22	58,3	0,0	19,8	0,0	0,0	21,8

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 :

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

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_{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 de Témiscouata II 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
20180329	3	4	5	3	2	2	NO	NO	NO	75-100	75-100	75-100	0	0	0	99,95	99,92	99,72
20180403	-3	0	0	3	4	2	SO	O	NO	75-100	75-100	75-100	0	6	6	100,09	100,13	100,07
20180410	-4	-1	0	2	2	2	O	NO	NO	75-100	75-100	75-100	0	0	0	100,37	100,2	100,07
20180419	2	3	-	2	1	-	NO	NO	-	75-100	75-100	-	0	0	-	98,57	98,66	98,78
20180424	6	12	12	4	4	3	O	O	O	50-75	75-100	75-100	0	0	0	100,33	100,17	99,96
20180501	4	6	8	2	2	1	NO	N	NO	75-100	75-100	75-100	1	1	0	99,75	99,66	99,49
20180508	10	16	16	3	4	4	O	O	O	25-50	25-50	25-50	0	0	0	100,06	99,89	99,87
20180515	16	15	10	1	3	6	NO	NO	NO	75-100	75-100	75-100	0	0	0	98,65	98,82	99,1
20180521	12	12	12	5	6	5	NO	NO	NO	0-25	50-75	0-25	0	0	0	99,63	99,83	99,85
20180529	14	16	17	4	4	3	N	N	N	75-100	0-25	0-25	0	0	0	99,85	100,01	100,04
20180605	7	8	8	2	2	2	S	SE	SE	75-100	75-100	75-100	1	2	2	98,83	98,84	98,84
20180612	17	23	23	3	5	5	O	SO	O	75-100	50-75	0-25	0	0	0	99,3	98,82	98,49
20180619	11	13	17	5	4	3	NO	NO	NO	75-100	75-100	75-100	0	0	0	98,8	98,83	98,87
20180626	12	18	21	3	2	2	N	N	N	0-25	0-25	0-25	0	0	0	100,44	100,16	99,87
20180703	25	28	30	2	3	3	NO	NO	O	25-50	50-75	25-50	0	0	0	100,01	100,02	100,07
20180711	15	17	21	1	2	1	N	NO	N	0-25	0-25	0-25	0	0	0	100,06	99,98	99,96
20180718	13	17	20	3	3	3	N	NO	N	0-25	0-25	25-50	0	0	0	99,36	99,39	99,42
20180724	20	28	-	4	4	-	SO	SO	-	75-100	75-100	-	1	0	-	100,4	100,31	100,11
20180814	22	29	-	2	2	-	SO	SO	-	0-25	75-100	-	0	0	-	99,48	99,3	99,13
20180822	14	16	17	3	4	4	S	SO	S	75-100	75-100	75-100	0	3	3	98,6	98,32	98,1
20180828	22	27	28	4	4	4	O	O	-	75-100	75-100	75-100	0	0	0	99,14	98,9	98,63

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
20180904	15	21	-	4	4	-	N	N	-	0-25	0-25	-	0	0	-	100,64	100,55	100,45
20180912	13	19	-	1	0	-	N	-	-	0-25	0-25	-	0	0	-	100,85	100,82	100,7
20180920	8	10	10	2	1	1	S	S	SO	75-100	75-100	75-100	3	1	3	100,74	100,72	100,61
20180925	5	12	11	4	4	5	S	S	S	50-75	75-100	75-100	0	0	0	101,3	100,95	100,71
20181002	5	10	-	3	2	-	SE	SE	-	75-100	75-100	-	0	0	-	101,1	100,84	100,56
20181012	4	10	-	4	3	-	O	NO	-	75-100	75-100	-	1	0	-	98,15	98,04	97,99
20181016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20181023	-4	0	-	1	2	-	NO	S	-	75-100	0-25	-	0	0	-	100,51	100,43	100,37
20181031	0	0	-	1	2	-	O	S	-	75-100	75-100	-	0	0	-	99,9	99,74	99,56

- : aucune donnée

n. d. : non déterminé

Vitesse moyenne du vent selon l'échelle de Beaufort :

- 0 : Calme (<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 à Rivière-du-Loup.

Annexe D Conditions météorologiques lors du suivi de l'utilisation du parc éolien de Témiscouata II par les oiseaux 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
2018-04-02	TM2-R2	10:30	11:00	30	-4	0	3 raf 4	O	25-50	Haut
2018-04-02	TM2-R2	11:00	12:00	60	-4	0	3 raf 4	O	25-50	Haut
2018-04-02	TM2-R2	12:00	13:00	60	-3	0	3 raf 4	O	25-50	Haut
2018-04-02	TM2-R2	13:00	13:30	30	-2	0	3 raf 4	O	25-50	Haut
2018-04-02	TM2-R1	13:50	14:00	10	-1	0	3 raf 4	O	25-50	Haut
2018-04-02	TM2-R1	14:00	15:00	60	0	0	3 raf 4	O	25-50	Haut
2018-04-02	TM2-R1	15:00	16:00	60	-1	0	3 raf 4	O	25-50	Haut
2018-04-02	TM2-R1	16:00	16:50	50	-1	0	3 raf 4	O	25-50	Haut
2018-04-03	TM2-R1	9:08	10:00	52	-2	6	2	SO	75-100	Moyen
2018-04-03	TM2-R1	10:00	11:00	60	0	0	3 raf 4	SO	75-100	Moyen
2018-04-03	TM2-R1	11:00	12:00	60	0	0	4	SO	75-100	Moyen
2018-04-03	TM2-R1	12:00	12:08	8	0	0	4	SO	75-100	Moyen
2018-04-03	TM2-R2	12:40	13:00	20	0	6	4	O	75-100	Bas
2018-04-03	TM2-R2	13:00	14:00	60	1	6	4	O	75-100	Moyen
2018-04-03	TM2-R2	14:00	15:00	60	1	6	4	O	75-100	Moyen
2018-04-03	TM2-R2	15:00	15:40	40	0	6	3	O	75-100	Bas
2018-05-14	TM2-R2	9:30	10:00	30	16	0	4 raf 5	SO	0-25	Haut
2018-05-14	TM2-R2	10:00	11:00	60	16	0	4 raf 5	SO	0-25	Haut
2018-05-14	TM2-R2	11:00	12:00	60	17	0	4 raf 5	SO	0-25	Haut
2018-05-14	TM2-R2	12:00	12:30	30	18	0	4 raf 5	SO	0-25	Haut
2018-05-14	TM2-R1	13:30	14:00	30	20	0	4 raf 5	SO	25-50	Haut
2018-05-14	TM2-R1	14:00	15:00	60	21	0	4 raf 5	SO	25-50	Haut
2018-05-14	TM2-R1	15:00	16:00	60	20	0	4 raf 5	SO	25-50	Haut

Date (aaaammjj)	Point d'observation	Début	Fin	Durée (min)	Température (°C)	Précipitations	Force du vent (Beaufort)	Origine du vent	Couverture nuageuse (%)	Plafond nuageux
2018-05-14	TM2-R1	16:00	16:30	30	18	0	4 raf 5	SO	25-50	Haut
2018-05-15	TM2-R1	9:00	10:00	60	15	0	2 raf 3	O	75-100	Haut
2018-05-15	TM2-R1	10:00	11:00	60	16	0	2 raf 3	O	75-100	Haut
2018-05-15	TM2-R1	11:00	12:00	60	16	0	1 raf 3	O	75-100	Haut
2018-05-15	TM2-R2	12:45	13:00	15	14	0	3 raf 4	NO	75-100	Haut
2018-05-15	TM2-R2	13:00	14:00	60	12	0	4 raf 5	NO	75-100	Haut
2018-05-15	TM2-R2	14:00	15:00	60	11	0	4 raf 6	NO	75-100	Haut
2018-05-15	TM2-R2	15:00	15:45	45	11	0	4 raf 6	NO	75-100	Haut
2018-05-22	TM2-R2	9:15	10:00	45	15	0	2	O	0-25	Haut
2018-05-22	TM2-R2	10:00	11:00	60	16	0	2 raf 3	O	25-50	Haut
2018-05-22	TM2-R2	11:00	12:00	60	18	0	3 raf 4	O	75-100	Haut
2018-05-22	TM2-R2	12:00	12:15	15	18	0	4 raf 5	O	75-100	Haut
2018-05-22	TM2-R1	12:35	13:00	25	19	0	4 raf 5	SO	75-100	Haut
2018-05-22	TM2-R1	13:00	14:00	60	20	0	4 raf 5	SO	75-100	Haut
2018-05-22	TM2-R1	14:00	15:00	60	20	0	4 raf 5	SO	75-100	Haut
2018-05-22	TM2-R1	15:00	15:35	35	20	0	4 raf 5	SO	50-75	Haut
2018-06-12	TM2-R1	08:45	09:00	15	18	0	3 raf 4	O	75-100	Haut
2018-06-12	TM2-R1	09:00	10:00	60	18	0	3 raf 4	O	75-100	Haut
2018-06-12	TM2-R1	10:00	11:00	60	20	0	3 raf 4	O	75-100	Haut
2018-06-12	TM2-R1	11:00	11:45	45	22	0	4 raf 5	O	75-100	Haut
2018-06-12	TM2-R2	12:05	13:00	55	23	0	5 raf 6	O	50-75	Haut
2018-06-12	TM2-R2	13:00	14:00	60	23	0	5 raf 6	O	25-50	Haut
2018-06-12	TM2-R2	14:00	15:00	60	23	0	5 raf 6	O	0-25	Haut
2018-06-12	TM2-R2	15:00	15:05	5	23	0	5 raf 6	O	0-25	Haut
2018-09-25	TM2-R2	09:00	10:00	60	5	0	3 raf 4	SO	25-50	Haut
2018-09-25	TM2-R2	10:00	11:00	60	5	0	3 raf 4	SO	25-50	Haut
2018-09-25	TM2-R2	11:00	12:00	60	8	0	3 raf 4	SO	25-50	Haut

Date (aaaammjj)	Point d'observation	Début	Fin	Durée (min)	Température (°C)	Précipitations	Force du vent (Beaufort)	Origine du vent	Couverture nuageuse (%)	Plafond nuageux
2018-09-25	TM2-R1	12:15	13:00	45	10	0	4 raf 5	SO	75-100	Haut
2018-09-25	TM2-R1	13:00	14:00	60	10	0	4 raf 5	SO	75-100	Haut
2018-09-25	TM2-R1	14:00	15:00	60	10	0	4 raf 5	SO	75-100	Haut
2018-09-25	TM2-R1	15:00	15:15	15	10	0	4 raf 5	SO	75-100	Haut
2018-10-22	TM2-R1	09:00	10:00	60	-2	0	3 raf 4	NO	75-100	Haut
2018-10-22	TM2-R1	10:00	11:00	60	-2	0	3 raf 4	NO	75-100	Haut
2018-10-22	TM2-R1	11:00	12:00	60	-2	0	3 raf 4	NO	75-100	Haut
2018-10-22	TM2-R2	12:20	13:00	40	-3	0	4 raf 5	O	75-100	Haut
2018-10-22	TM2-R2	13:00	14:00	60	-3	0	4 raf 5	O	50-75	Haut
2018-10-22	TM2-R2	14:00	15:00	60	-3	0	4 raf 5	O	25-50	Haut
2018-10-22	TM2-R2	15:00	15:20	20	-3	0	4 raf 5	O	50-75	Haut

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

- 0 : Calme (<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)

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

Annexe E Carcasses trouvées lors du suivi standardisé de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018

Date (aaaammjj)	Heure	Éolienne	Espèce	Sexe	Âge	Azimut (°)	Distance (m)	Couverture zone de suivi (%)	Observateur	Période	État	Cause probable	Substrat
20180828	11:47	T2-22	Chauve-souris cendrée	Ind.	Ind.	328	19	84,8	1	Migration automnale	Détériorée	Collision possible	Végétation moyenne
20181002	09:17	T2-06	Paruline à croupion jaune	M	A	253	3	85,6	1	Migration automnale	Détériorée	Collision possible	Sol dénudé

Ind. : indéterminé
A : adulte
M : mâle

Annexe F Photographie des carcasses trouvées lors du suivi standardisé de la mortalité dans le parc éolien de Témiscouata II en 2018



Chauve-souris cendrée (éolienne T2-22, 20180828)



Paruline à croupion jaune (éolienne T2-06, 20181002)

