



PARC ÉOLIEN DE SAINT-DAMASE


Suivi environnemental en phase
d'exploitation 2016

Faune avienne et chauves-souris

RAPPORT PRÉSENTÉ À :
Corporation Fleur de Lis
Éoliennes Saint-Damase
Commandité

N/Réf. : E1410-138/10959
Décembre 2016

Signatures

Rapport préparé par : 
Julie Dugas, biologiste
Chargée de projet

Rapport vérifié par : 
François Tremblay, aménagiste
Directeur de projet

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Directeur de projet

François Tremblay | Aménagiste

Chargée de projet – Rédaction du rapport

Julie Dugas | Biologiste

Cartographie

Simon Boudreault | Biologiste

Inventaires de terrain

Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux

Jean-Sébastien Hébert | Biologiste et technicien de la faune

Tests d'efficacité et de persistance

Yvonnick Thériault | Technicien de terrain

Référence à citer :

ACTIVA ENVIRONNEMENT. 2016. *Suivi environnemental en phase d'exploitation 2016 – faune avienne et chauves-souris - Parc éolien de Saint-Damase*. Pour Corporation Fleur de Lis Éoliennes Saint-Damase Commandité. 26 p. + annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	1
2. Description du projet éolien	1
2.1 Caractéristiques du parc éolien	1
2.2 Description générale de la zone d'étude.....	1
3. Méthodologie.....	2
3.1 Calendrier des travaux de terrain.....	2
3.2 Sélection des éoliennes et effort d'échantillonnage.....	3
3.3 Recherche des carcasses.....	3
3.4 Test de la persistance des carcasses.....	7
3.5 Test d'efficacité de l'observateur	8
3.6 Suivi comportemental des oiseaux	9
3.7 Calcul du taux de mortalité	11
4. Résultats.....	13
4.1 Suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris	13
4.1.1 Conditions d'inventaires.....	13
4.1.2 Évaluation de la persistance des carcasses.....	13
4.1.3 Évaluation de l'efficacité de l'observateur	14
4.1.4 Mortalités relevées.....	15
4.1.5 Mortalités estimées et calcul du taux de mortalité.....	17
4.1.6 Comparaison des résultats de la mortalité avec ceux d'autres parcs éoliens.....	22
4.2 Suivi comportemental des oiseaux	23
4.2.1 Conditions d'inventaires.....	23
4.2.2 Observations effectuées	23
4.2.3 Espèces d'oiseaux à statut particulier	24
5. Discussion.....	25
6. Documentation consultée.....	26

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Calendrier du suivi du comportement des oiseaux, parc éolien de Saint-Damase, 2016.....	10
Tableau 2. Évaluation de la persistance des carcasses, parc éolien de Saint-Damase, 2016.....	14
Tableau 3. Évaluation de l'efficacité de l'observateur, parc éolien de Saint-Damase, 2016.....	14
Tableau 4. Espèce, état de la carcasse et cause probable de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris, parc éolien de Saint-Damase, 2016	16
Tableau 5. Ajustement du nombre de carcasses trouvées lors du suivi de la mortalité, parc éolien de Saint-Damase, 2016.....	17
Tableau 6. Estimation du nombre total de mortalités et taux de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris, parc éolien de Saint-Damase, 2016	21

Tableau 7. Comparaison des taux de mortalité d'oiseaux et de chauves-souris de parcs éoliens en opération au Québec (données tirées en partie de Tremblay, 2011, de Tremblay, 2012 et de Lemaître et Drapeau, 2015).....	22
Tableau 8. Espèces d'oiseaux identifiées aux stations d'inventaires, parc éolien de Saint-Damase, 2016.....	24

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Station d'observation SO1	9
Figure 2. Station d'observation SO2	9
Figure 3. Viréo de Philadelphie trouvé à l'éolienne 6, le 27 juin 2016	16
Figure 4. Chauve-souris cendrée trouvée à l'éolienne 2, le 18 juillet 2016	17

LISTE DES CARTES

Carte 1. Sélection des sites d'inventaires, parc éolien de Saint-Damase, 2016	5
Carte 2. Résultats de la recherche de carcasses en 2016, parc éolien de Saint-Damase	19

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Parcelles inventoriées - parc éolien de Saint-Damase (2016).	
Annexe 2. Conditions météorologiques prévalant lors du suivi en phase d'exploitation - parc éolien de Saint-Damase (2016).	
Annexe 3. Résultats des tests de persistance - parc éolien de Saint-Damase (2016).	
Annexe 4. Paramètres utilisés pour les calculs de la mortalité - parc éolien de Saint-Damase (2016).	

1. INTRODUCTION

À l'automne 2014, les copropriétaires du projet éolien de Saint-Damase finalisaient les travaux de construction et effectuaient la mise en service des installations. Ce parc éolien comprend 10 éoliennes de type E-92 fabriquées par le manufacturier Enercon.

Afin de respecter les conditions du décret 1231-2013 émis par le gouvernement du Québec pour en autoriser la construction, l'initiateur doit effectuer un suivi environnemental des oiseaux et des chauves-souris sur une période de trois ans après la mise en service du parc éolien. Ce programme concerne surtout le suivi des mortalités de ces groupes fauniques en lien avec les éoliennes, mais comporte également un volet de suivi du comportement des oiseaux dans le parc éolien au cours des périodes printanière, estivale et automnale.

La présente étude concerne les travaux entourant le programme de suivi environnemental de la faune avienne et des chauves-souris dans le cadre de la deuxième année des opérations des 10 éoliennes. Les objectifs spécifiques étaient les suivants :

- Évaluer le taux de mortalité des oiseaux et des chiroptères résultant de la présence ou du fonctionnement des éoliennes pendant leurs périodes de migration et de reproduction;
- Identifier (s'il y a lieu) les éoliennes qui causent des mortalités pendant les périodes sensibles pour les oiseaux et les chiroptères;
- Étudier le comportement des oiseaux à l'approche des éoliennes pendant les périodes de migration printanière et de migration automnale.

Ce rapport décrit la démarche entreprise pour atteindre ces objectifs et présente les résultats obtenus lors des travaux de la seconde année du suivi de la faune avienne et des chauves-souris prévue dans le programme de suivi environnemental en phase d'exploitation.

2. DESCRIPTION DU PROJET ÉOLIEN

2.1 CARACTÉRISTIQUES DU PARC ÉOLIEN

D'une puissance totale de 23,5 MW, les éoliennes construites au parc éolien de Saint-Damase possèdent les caractéristiques suivantes :

- Modèle : Enercon (E-92)
- Puissance unitaire : 2,35 MW
- Diamètre du rotor (incluant les pales) : 92 m
- Hauteur du moyeu : 98,38 m
- Nombre d'éoliennes composant le parc : 10

2.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le parc éolien de Saint-Damase est situé sur le territoire de la municipalité de Saint-Damase, qui se trouve à l'extrémité nord-ouest de la MRC de La Matapédia, dans la région administrative du Bas-Saint-Laurent. La zone d'étude s'étend sur un territoire de 28,88 km² à l'extrémité sud-ouest de la municipalité. Les limites s'appuient sur celles de la municipalité de Saint-Noël au sud, et sur la limite de la MRC de La Mitis au nord-ouest.

La zone d'étude se situe dans la province géologique des Appalaches, qui est composée en grande partie de roches sédimentaires (grès, calcaire, mudrock et schiste) ou volcaniques (basalte) très plissées et fragmentées. Le relief est modérément accidenté et parsemé de quelques collines, dont les sommets sont arrondis. Les élévations des collines atteignent entre 220 et 287 m, tandis que l'élévation moyenne est d'environ 200 m. Les pentes les plus abruptes sont celles délimitant la vallée de la rivière Tartigou à l'ouest de la zone d'étude.

La forêt de la zone d'étude appartient au domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune, sous-domaine de l'est qui ceinture la péninsule gaspésienne. Dans ce domaine, la forêt est principalement composée de peuplements mélangés de bouleaux jaunes et de résineux, comme le sapin baumier, l'épinette blanche et le thuya. La forêt de la zone d'étude, qui couvre environ 80 % de la zone d'étude, est composée majoritairement de peuplements feuillus ou à dominance feuillue d'environ 50 ans. La zone d'étude ne compte aucune tourbière ouverte. Les milieux humides y sont plutôt rares et de petite dimension. Ils correspondent surtout à d'étroits marécages riverains (aulnaies) qui bordent certains ruisseaux et à quelques tourbières boisées.

3. MÉTHODOLOGIE

L'évaluation de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris du parc éolien de Saint-Damase a été effectuée selon le protocole de référence de suivi spécifique aux oiseaux de proie et aux chiroptères (MRNF, 2008).

Les groupes fauniques ciblés par ce suivi environnemental comprennent :

- Les oiseaux (particulièrement les oiseaux de proie);
- Les chauves-souris.

Le protocole de suivi préparé et déposé dans le cadre de la demande de certificat d'autorisation pour l'exploitation du parc éolien de Saint-Damase a été approuvé par les instances concernées.

3.1 CALENDRIER DES TRAVAUX DE TERRAIN

Le calendrier des travaux de terrain a d'abord été établi selon le protocole de base du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF, 2008), et il tient compte des différents pics d'activité des oiseaux (migrations printanière et automnale) et des chauves-souris (périodes de reproduction et de migration automnale).

Également, suite aux activités de suivi de la mortalité effectuées en 2015 (Activa Environnement, 2016), il a été convenu, de concert avec le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), que les travaux à exécuter en 2016 soient faits sur un total de 29 semaines consécutives. Ainsi, le calendrier des travaux a été établi comme suit :

Période de migration printanière (oiseaux) :

du 28 mars au 28 mai 2016 (9 semaines)

Période de reproduction (chauves-souris) :

du 29 mai au 6 août 2016 (10 semaines)

Période de migration automnale (oiseaux et chauves-souris) :

du 7 août au 15 octobre 2016 (10 semaines)

3.2 SÉLECTION DES ÉOLIENNES ET EFFORT D'ÉCHANTILLONNAGE

Pour cette seconde année du suivi en phase d'exploitation du parc éolien de Saint-Damase, et tel que prévu au protocole de suivi de la mortalité ayant été approuvé, le suivi a porté sur cinq (5) des dix (10) éoliennes érigées et en opération. Les éoliennes ont été choisies de manière aléatoire et de manière à bien couvrir l'ensemble de la superficie du parc ainsi que les différents types d'habitats retrouvés sur les sites d'implantation d'éoliennes.

La carte 1 illustre la sélection des éoliennes pour la première année de suivi. Les habitats y sont présentés à partir des données numériques du Système d'information écoforestière (SIEF) produites par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN).

Au cours des inventaires, la recherche de carcasses autour de chaque éolienne ciblée a été effectuée à raison d'une fois par semaine (suivi hebdomadaire). Ainsi, chacune des cinq éoliennes a été visitée à 29 reprises au cours du suivi, pour un total de 145 recherches dans les parcelles.

3.3 RECHERCHE DES CARCASSES

La méthode utilisée pour la recherche des carcasses d'oiseaux et de chauves-souris autour des éoliennes consistait à effectuer des transects de recherche dans une parcelle carrée centrée sur l'éolienne. Tout comme en 2015, les parcelles inventoriées en 2016 avaient une superficie de 80 m x 80 m et ont été divisées en transects ayant une largeur de 5 m. La couverture végétale a été identifiée en fonction des quatre classes suivantes :

1. Sol dénudé;
2. Couverture herbacée courte (≤ 10 cm), moyenne (11 à 50 cm) et longue (≥ 50 cm);
3. Couverture arbustive;
4. Couverture arborescente.

La recherche de carcasses a été effectuée uniquement dans les aires ouvertes (sol dénudé ou herbes courtes) de la zone de recherche, le taux d'efficacité de l'observateur étant faible dans les milieux où la strate arbustive est présente. L'observateur a couvert entièrement les aires ouvertes en examinant soigneusement le sol le long des transects parallèles. Conformément au protocole du MRNF (2008), un facteur de correction a été appliqué afin d'ajuster les résultats (nombre de carcasses recueillies) en fonction de la proportion de la zone de suivi réellement couverte lors de l'inventaire.

Lors de la découverte d'une carcasse, l'observateur a pris en note l'espèce et a relevé les informations suivantes :

- La date de la découverte;
- L'âge de l'animal (mature ou immature) et son sexe (si possible);
- La cause probable de la mort;
- La position de l'animal par rapport à la base de l'éolienne (azimut et distance);
- Le type de couverture végétale;
- Le numéro de l'éolienne.






SUIVI DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX ET DES CHAUVES-SOURIS

Corporation Fleur de Lis
Éoliennes Saint-Damase Commandité






Parc éolien Saint-Damase

Carte 1 Sélection des sites d'inventaires












PROJET

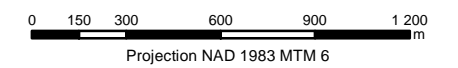
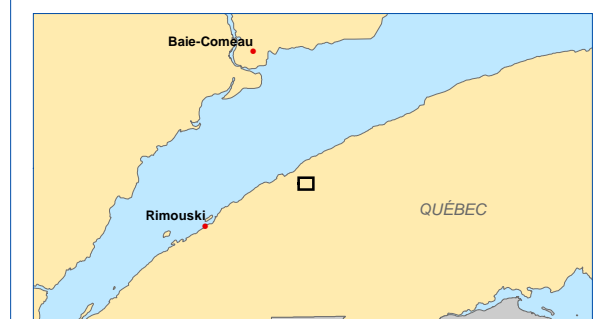
-  Chemin d'accès
-  Éolienne
-  Éolienne sélectionnée
-  Station d'observation des oiseaux de proie
-  Sous-station

TERRITOIRE

-  Chemin carrossable pavé
-  Chemin carrossable non pavé
-  Chemin non carrossable
-  Ligne de transport d'énergie
-  Limite municipale

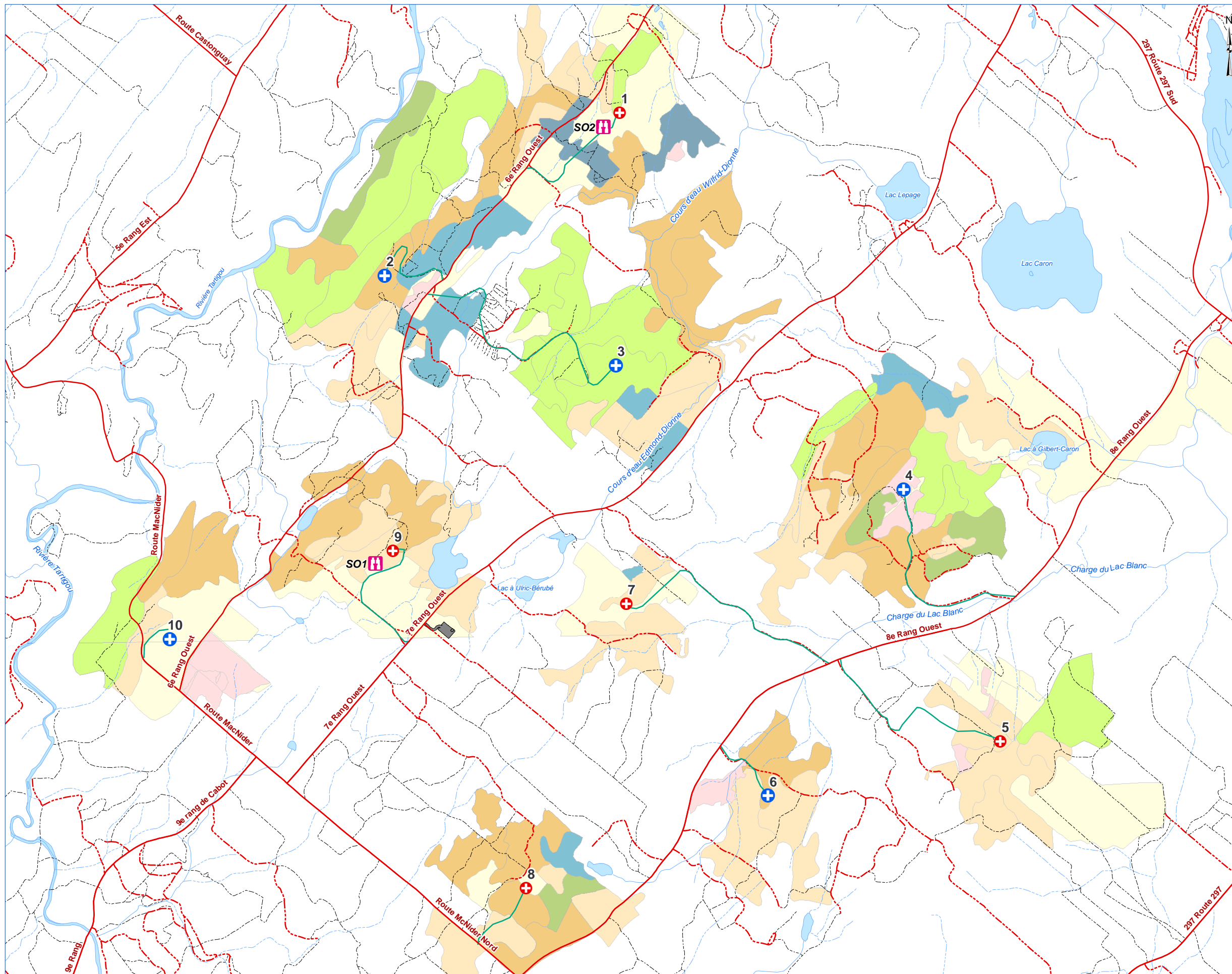
MILIEU NATUREL

-  Cours d'eau permanent
-  Cours d'eau intermittent
-  Plan d'eau
-  Agroforestier
-  Feuillus jeunes (0 à 40 ans)
-  Feuillus intermédiaires (41 à 80 ans)
-  Mélangés jeunes (0 à 40 ans)
-  Mélangés intermédiaires (41 à 80 ans)
-  Plantations
-  Résineux jeunes (0 à 40 ans)
-  Résineux intermédiaires (41 à 80 ans)



Sources : Gouvernement du Québec, Algonquin Power, Activa Environnement

Carte préparée par : Simon Boudreault, Biologiste
Projet : E1430-138/10959
24 octobre 2016



3.4 TEST DE LA PERSISTANCE DES CARCASSES

En nature, les carcasses d'oiseaux ou de chauves-souris peuvent être récupérées par des charognards ou se décomposer avant une séance de recherche de carcasses. La durée de la persistance des carcasses a donc été évaluée afin de tenir compte de ce phénomène lors du calcul du taux de mortalité. Pour ce faire, un test de persistance a été effectué à chaque période de suivi (trois tests effectués au total), soit en mai, en août et en septembre 2016.

Chaque test a consisté à disposer une dizaine de carcasses d'oiseaux de diverses tailles dans certaines parcelles et à évaluer le nombre de jours pendant lesquels elles demeurent en place. Trois tailles de carcasses ont été utilisées : petites (jeunes cailles), moyennes (cailles adultes) et grosses (pintades). Ce sont de deux à trois carcasses qui ont été déposées à chacune des parcelles visées par les tests (éoliennes suivies).

Trois critères ont été respectés lors de la mise en place des carcasses :

1. La sélection des parcelles faisant l'objet du test de persistance a été faite au hasard, tout en respectant la représentativité des divers habitats où sont situées les éoliennes;
2. La taille des carcasses déposées dans chaque parcelle sélectionnée a été déterminée aléatoirement;
3. La distance et l'azimut par rapport à l'éolienne choisie pour le test ont été établis au hasard pour le dépôt de la carcasse.

Chaque carcasse a été déposée à l'endroit déterminé en étendant le bras et en laissant tomber la carcasse de la hauteur de la ceinture. La position des carcasses a été enregistrée à l'aide d'un GPS. Chaque carcasse a été identifiée à l'aide d'un numéro unique relié discrètement à l'une des pattes par une ficelle, ceci afin d'éviter une confusion avec les spécimens tués par les éoliennes. Avant de quitter les lieux, le responsable du test s'est assuré que le marquage de la carcasse n'était pas trop visible.

Les paramètres suivants ont été enregistrés lors du dépôt des carcasses :

- Date de dépôt;
- Numéro de l'éolienne;
- Initiales de l'observateur;
- Position par rapport à l'éolienne et coordonnées géographiques;
- Couverture végétale immédiate.

Les tests de persistance se sont déroulés sur un total maximal de 28 jours. Les carcasses ont été disposées dans les parcelles la journée qui précédait la première visite. Des visites des lieux ont ensuite été effectuées, soit aux jours 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 18, 23 et 28.

À chaque visite, l'observateur a noté, entre autres, la date et le numéro de la visite, le numéro de la parcelle et de la carcasse, ainsi que l'état général de cette dernière. Dans le cas où une carcasse a été déplacée, sa nouvelle localisation a été relevée.

3.5 TEST D'EFFICACITÉ DE L'OBSERVATEUR

L'efficacité de détection des carcasses peut varier entre les observateurs et selon les sites de recherche. Pour tenir compte de cet élément lors du calcul du taux de mortalité, un test a été effectué à chaque période de suivi (migration du printemps, reproduction et migration automnale) pour estimer la proportion de carcasses présentes, mais non trouvées par l'observateur. Ce test a donc consisté à déposer des leurres dans certaines parcelles à l'insu de l'observateur et à déterminer la proportion retrouvée par celui-ci.

Au total, trois tests d'efficacité de l'observateur ont été effectués au cours du suivi de la mortalité au parc éolien de Saint-Damase, soit en mai, en août et en septembre 2016. Les modalités de réalisation des tests d'efficacité se résument comme suit :

- Vingt (20) leurres de trois tailles différentes ont été utilisés pour chaque test (sept (7) petits, sept (7) moyens et six (6) gros). De deux à trois leurres ont été déposés par parcelle.
- Le choix des parcelles s'est fait de manière aléatoire et en considérant l'horaire de suivi de l'observateur.
- Un numéro unique identifiait les carcasses qui ont été disposées le matin très tôt, avant que l'observateur ne débute ses recherches.
- Aucun test d'efficacité n'a été effectué en présence de neige au sol.

Les informations suivantes ont été enregistrées sur un formulaire de terrain lors du dépôt des leurres par le responsable du test (qui est une tierce personne affectée spécifiquement à cette tâche) :

- Date;
- Numéro de la carcasse;
- Classe de taille (petite, moyenne ou grande);
- Numéro de l'éolienne;
- Position par rapport à l'éolienne et coordonnées géographiques;
- Couverture végétale immédiate.

Le responsable du test s'est rendu de nouveau sur le site une fois le suivi complété par l'observateur.

3.6 SUIVI COMPORTEMENTAL DES OISEAUX

En 2016, le suivi de l'utilisation du parc éolien de Saint-Damase par les oiseaux a été effectué à partir de deux points d'observation fixes offrant une vue dégagée sur des éoliennes (carte 1). Les figures 1 et 2 présentées ci-après démontrent les points de vue des stations d'inventaire.



Figure 1. Station d'observation SO1



Figure 2. Station d'observation SO2

Les sites d'observation ont été visités entre 9 h 00 et 16 h 30, en alternant les matinées et les après-midi d'une visite à l'autre. Chaque visite correspond à une séquence d'inventaire d'une durée d'un minimum de deux (2) heures consécutives. La répartition de l'effort (en heures) consacré à ce suivi est présentée au tableau 1.

Tableau 1. Calendrier du suivi du comportement des oiseaux, parc éolien de Saint-Damase, 2016

Dates	Durée d'inventaire		Total
	Station SO1	Station SO2	
Migration printanière			
14 avril 2016	5,0 h	-	5,0 h
15 avril 2016	-	5,0 h	5,0 h
19 avril 2016	3,5 h	3,5 h	7,0 h
26 avril 2016	3,5 h	3,5 h	7,0 h
5 mai 2016	3,0 h	3,0 h	6,0 h
11 mai 2016	3,0 h	3,0 h	6,0 h
18 mai 2016	3,0 h	3,0 h	6,0 h
24 mai 2016	3,0 h	3,0 h	6,0 h
		Sous-total	48,0 h
Reproduction			
3 juin 2016	3,0 h	3,0 h	6,0 h
10 juin 2016	3,0 h	3,0 h	6,0 h
		Sous-total	12,0 h
Migration automnale			
27 septembre 2016	3,0 h	3,0 h	6,0 h
3 octobre 2016	3,0 h	3,0 h	6,0 h
		Sous-total	12,0 h
		TOTAL	72,0 h

Les observations devaient être effectuées sous des conditions météorologiques favorables à la migration des rapaces, c'est-à-dire lors de journées ensoleillées de préférence, ou du moins sans pluie ni brouillard. 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, pénétrait dans une zone d'observation, il faisait l'objet du suivi.

Les données suivantes ont été récoltées lors des observations : espèce observée, nombre d'individus, direction et hauteur générale de vol par rapport aux éoliennes et type de vol (battu, plané, circulaire, piqué). Le fonctionnement ou non des éoliennes a également été noté.

Le comportement de l'oiseau ou du groupe d'oiseaux a été décrit en fonction des réactions suivantes à l'approche des éoliennes :

Traversée : passage 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 volontaire et flagrante 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** : incluant la séparation d'un groupe d'oiseaux migrant ensemble, pouvant provoquer des réactions différentes chez les individus.
- Constance** : passage dans la zone d'observation sans changement flagrant de comportement par rapport aux éoliennes.
- Autre** : autre comportement à décrire, le cas échéant.

L'observateur a également consigné par écrit tout autre comportement pouvant être lié à la nidification, à l'alimentation ou à la migration.

3.7 CALCUL DU TAUX DE MORTALITÉ

Les données sur les recherches de carcasses ont été compilées par période d'inventaire (printemps, été et automne). Les taux de mortalité ont également été estimés séparément pour les oiseaux, pour les oiseaux de proie et pour les chauves-souris.

Plusieurs parcelles n'ayant pu être parcourues en totalité en raison de la présence de contraintes (herbes longues, présence de strates arbustives et arborescentes, etc.), un facteur de correction doit donc être appliqué au nombre de carcasses trouvées. Le taux de mortalité est exprimé en nombre d'individus tués par éolienne par jour. L'évaluation de ce taux tient compte des trois valeurs suivantes :

1. Le nombre de carcasses trouvées autour des éoliennes;
2. Un facteur de correction lié à la persistance des carcasses (test de persistance des carcasses);
3. Un facteur de correction lié à l'efficacité de détection des carcasses par l'observateur (test d'efficacité de l'observateur).

Les variables suivantes ont été considérées dans les calculs du taux de mortalité par période :

- C = nombre total de carcasses découvertes pendant la période
 v = nombre de visites effectuées
 f = nombre de carcasses utilisées pour les tests de persistance
 d = taux d'efficacité de détection de l'observateur
 g = nombre de carcasses détectées lors des tests d'efficacité
 h = nombre de carcasses utilisées lors des tests d'efficacité
 j = persistance d'une carcasse en jours
 p = durée d'une période de suivi en jours
 E = nombre total d'éoliennes du parc éolien
 k = nombre d'éoliennes échantillonnées
 l = intervalle entre chacune des recherches de carcasses
 m = nombre total de mortalités par période

Détermination de la persistance des carcasses

La persistance de chaque carcasse est définie ici comme étant le nombre de jours écoulés entre le dépôt de la carcasse et la dernière visite où elle a été observée, plus la moitié du nombre de jours entre cette dernière et la visite où elle a été déclarée disparue. Par exemple, si une carcasse est déclarée disparue 14 jours après son dépôt, et que la visite précédente avait été effectuée 10 jours après son dépôt, il est estimé que sa persistance est de 12 jours.

La durée moyenne de persistance des carcasses et la variance ont été calculées par période pour chaque taille de carcasse d'oiseaux de la façon suivante :

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

La variance de la persistance moyenne a été calculée comme suit :

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

Détermination de l'efficacité de l'observateur (d)

Le nombre moyen de carcasses retrouvées par visite et la variance ont été calculés par période et de la façon suivante :

$$d : \frac{g}{h}$$

Variance :
$$V(d) : \frac{d*(1-d)}{h}$$

Estimation du nombre total de cas de mortalités dans le parc éolien

Le nombre total de cas de mortalités (m), la variance, l'erreur type et l'intervalle de confiance à 95 % (I.C. 95 %) ont été établis comme suit :

Cas de mortalités	$m = (E \times I \times C) / (k \times \bar{j} \times d)$
Variance	$V(\bar{j} \times d) = (\bar{j}^2 \times V(d)) + (d^2 \times V(\bar{j})) - (V(\bar{j}) \times V(d))$ $V(m) = (E^2/k^2) \times I^2 \times m^2 \times [(V(\bar{j} \times d) / \bar{j}^2 \times \bar{d}^2) + (V(\bar{c})/\bar{c}^2)]$ $SE(m) = \sqrt{V(m)}$
Erreur type	$I.C. 95 \% = m \pm 2 * SE(m)$

Estimation du taux de mortalité dans le parc éolien

Finalement, le taux de mortalité du parc éolien de Saint-Damase (t) et son intervalle de confiance à 95 % (I.C. 95 %) ont été calculés comme suit :

$$t = m/E/p$$

$$I.C. 95 \% = t \pm 2 * SE(m)/E/p$$

4. RÉSULTATS

4.1 SUIVI DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX ET DES CHAUVES-SOURIS

4.1.1 CONDITIONS D'INVENTAIRES

Conditions du terrain

Les parcelles de 80 m x 80 m ont pour la plupart présenté des obstacles entraînant du même coup une réduction des zones de recherche lors des inventaires. Comme il est convenu dans le protocole de suivi, les recherches doivent être concentrées dans les portions des parcelles ayant un sol dénudé et/ou avec présence d'une végétation courte (hauteur égale ou inférieure à 10 cm). Une représentation photographique de chacune des parcelles de recherche est présentée à l'annexe 1.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques peuvent influencer l'efficacité de recherche de carcasses. De manière générale, les conditions météorologiques ont été assez favorables à la recherche de carcasses lors des deux périodes d'inventaires (annexe 2).

4.1.2 ÉVALUATION DE LA PERSISTANCE DES CARCASSES

L'évaluation de la durée de la persistance des carcasses en nature a été établie en fonction de la taille des carcasses et des périodes de suivi (tableau 2 et annexe 3).

Pour les trois périodes touchées par les travaux de suivi au parc éolien de Saint-Damase, la persistance moyenne des carcasses de différentes grosseurs a été établie à 3,9 jours. Les grosses carcasses sont disparues un peu plus rapidement que les deux autres tailles de carcasses déposées, soit 3,0 jours comparativement à 4,8 jours pour les moyennes et à 4,2 jours pour les petites.

En période printanière, la persistance des carcasses sur les lieux d'inventaire a été établie à 1,80 jour en moyenne pour les petites, moyennes et grosses carcasses avec une variance entre les résultats de 0,13. Ce sont les plus grosses carcasses qui sont demeurées le plus longtemps sur place avec une moyenne de 2,3 jours comparativement à 1,2 jour pour celles de taille moyenne et de 1,8 jour pour les plus petites.

Au cours de l'été 2016, les carcasses ont persisté un peu plus longtemps avec une moyenne de 4,4 jours. Ce sont les plus petites carcasses qui ont disparu le plus rapidement avec une moyenne de 4,0 jours. Une seule des 10 carcasses mises en place dans le cadre du test est demeurée en place plus de sept (7) jours.

À l'automne 2016, la persistance des carcasses en nature a été plus longue qu'au printemps et qu'en été avec une durée moyenne de 6,2 jours. Les carcasses de taille moyenne sont demeurées en place un peu plus longtemps que les autres (petites et grosses). La variance des résultats établie dans le calcul de la persistance moyenne est cependant un peu plus importante que celle des périodes printanière et estivale.

Tableau 2. Évaluation de la persistance des carcasses, parc éolien de Saint-Damase, 2016

	Classe des carcasses			TOTAL
	Petite	Moyenne	Grosse	
MIGRATION PRINTANIÈRE				
Nombre total de carcasses mises en place	3	3	4	10
Persistance moyenne (jours)	1,8	1,2	2,3	1,8
Variance	0,16	0,02	0,24	0,13
REPRODUCTION				
Nombre total de carcasses mises en place	3	3	4	10
Persistance moyenne (jours)	4,0	4,7	4,4	4,4
Variance	0,82	0,11	0,91	0,57
MIGRATION AUTOMNALE				
Nombre total de carcasses mises en place	3	3	4	10
Persistance moyenne (jours)	6,8	8,5	3,9	6,2
Variance	0,27	2,92	0,57	0,99
TOTAL (3 PÉRIODES)				
Nombre total de carcasses mises en place	9	9	12	30
Persistance moyenne (jours)	4,2	4,8	3,0	3,9
Variance	0,83	1,91	0,33	0,96

4.1.3 ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE L'OBSERVATEUR

Des tests visant à évaluer l'efficacité de l'observateur à retracer les carcasses au sol ont été réalisés au printemps, à l'été et à l'automne. Il faut souligner que le type d'environnement en place pour les tests d'efficacité a été le même que celui faisant l'objet des recherches lors du suivi de la mortalité. Les résultats présentés au tableau 3 démontrent un taux d'efficacité moyen de l'observateur de 98 % pour l'ensemble des tests, et ce, pour les trois tailles de leurres utilisées. L'efficacité pour retracer les leurres de moyenne taille et de grosse taille a été de 100 % pour toute la durée du suivi.

Tableau 3. Évaluation de l'efficacité de l'observateur, parc éolien de Saint-Damase, 2016

	Classe de taille des leurres			TOTAL
	Petit	Moyen	Gros	
MIGRATION PRINTANIÈRE				
Nombre total de leurres mis en place	7	7	6	20
Nombre de découvertes	6	7	6	19
Taux d'efficacité (%)	86 %	100 %	100 %	95 %

Parc éolien de Saint-Damase – Suivi environnemental en phase d'exploitation 2016
Faune avienne et chauves-souris

	Classe de taille des leurres			TOTAL
	Petit	Moyen	Gros	
Variance	0,02	0,00	0,00	0,00
REPRODUCTION				
Nombre total de leurres mis en place	7	7	6	20
Nombre de découvertes	7	7	6	20
Taux d'efficacité (%)	100 %	100 %	100 %	100 %
Variance	0,00	0,00	0,00	0,00
MIGRATION AUTOMNALE				
Nombre total de leurres mis en place	7	7	6	20
Nombre de découvertes	7	7	6	20
Taux d'efficacité (%)	100 %	100 %	100 %	100 %
Variance	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL (3 PÉRIODES)				
Nombre total de leurres mis en place	21	21	18	60
Nombre de découvertes	20	21	21	59
Taux d'efficacité (%)	95 %	100 %	100 %	98 %
Variance	0,00	0,00	0,00	0,00

4.1.4 MORTALITÉS RELEVÉES

Au cours de la deuxième année de suivi de la mortalité au parc éolien de Saint-Damase, deux mortalités ont été repérées lors des recherches dans les cinq parcelles; ces découvertes ont été faites au cours de la période de reproduction (été) (tableau 4).

Migration printanière 2016

Les séances de recherche en période de migration printanière, qui se sont déroulées du 28 mars au 28 mai 2016, n'ont pas permis de retracer de mortalité.

Reproduction 2016

En période de reproduction (du 29 mai au 6 août), deux mortalités (un oiseau et une chauve-souris) ont été consignées. Il s'agit d'un viréo de Philadelphie (figure 3) découvert le 27 juin 2016 à 15 mètres du pied de l'éolienne no 6, et d'une chauve-souris cendrée (figure 4) trouvée à 28 mètres de l'éolienne no 2 le 18 juillet 2016. La chauve-souris cendrée fait partie de la liste en vigueur des espèces menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées au Québec (MRNF, 2014).

Migration automnale 2016

Aucune mortalité n'a été inventoriée au cours de la migration d'automne, soit du 16 août au 7 novembre 2016.

Tableau 4. Espèce, état de la carcasse et cause probable de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris, parc éolien de Saint-Damase, 2016

Date	Éolienne	Espèce	État de la carcasse	Distance par rapport à l'éolienne (m)	Cause potentielle de la mortalité
MIGRATION PRINTANIÈRE					
OISEAUX ET CHAUVES-SOURIS					
Aucune carcasse n'a été retrouvée.					
REPRODUCTION					
OISEAUX					
27/06/2016	6	Viréo de Philadelphie	Moyen	15	Non confirmée
CHAUVES-SOURIS					
18/07/2016	2	Chauve-souris cendrée	Moyen	28	Non confirmée
MIGRATION AUTOMNALE					
OISEAUX ET CHAUVES-SOURIS					
Aucune carcasse n'a été retrouvée.					



Figure 3. Viréo de Philadelphie trouvé à l'éolienne 6, le 27 juin 2016



Figure 4. Chauve-souris cendrée trouvée à l'éolienne 2, le 18 juillet 2016

4.1.5 MORTALITÉS ESTIMÉES ET CALCUL DU TAUX DE MORTALITÉ

Afin de pouvoir faire le calcul des mortalités associées aux différentes parcelles inventoriées selon la méthode élaborée en 2008 par le MRNF, un facteur de correction doit être appliqué pour considérer la superficie réellement couverte lors des recherches sur le terrain. Plusieurs des quadrats d'inventaire établis à 80 m x 80 m n'ont pu être couverts en totalité. En effet, la proportion des parcelles qui a pu être vérifiée a varié entre 58 et 81 %. Ce facteur de correction sera appliqué aux mortalités retrouvées dans les parcelles.

Le tableau 5 présente les résultats des carcasses trouvées à chaque site d'éolienne en considérant l'application du facteur de correction au niveau des parcelles. Ces résultats sont également illustrés à la carte 2. Il faut notamment mentionner ici que toutes les carcasses trouvées lors des recherches sont considérées dans les calculs des mortalités imputables aux éoliennes, incluant celles pour lesquelles il n'a pas été possible de confirmer avec certitude la cause de la mort. Ainsi, au total, les recherches de carcasses ont permis de retracer 1,25 oiseau et 1,33 chauve-souris au pied des cinq éoliennes sélectionnées dans le cadre du suivi de la mortalité.

Tableau 5. Ajustement du nombre de carcasses trouvées lors du suivi de la mortalité, parc éolien de Saint-Damase, 2016

Éolienne (parcelle)	Nombre de carcasses trouvées	Facteur de correction ¹	Mortalité ajustée
MIGRATION PRINTANIÈRE			
Aucune mortalité d'oiseau et de chauve-souris			
REPRODUCTION			
Oiseaux			
6	1	0,80	1,25
Chauves-souris			
2	1	0,75	1,33
MIGRATION AUTOMNALE			
Aucune mortalité d'oiseau et de chauve-souris			

Parc éolien de Saint-Damase – Suivi environnemental en phase d'exploitation 2016
Faune avienne et chauves-souris

Éolienne (parcelle)	Nombre de carcasses trouvées	Facteur de correction ¹	Mortalité ajustée
TOTAL POUR LES 3 PÉRIODES			
Oiseaux			
Total	1	-	1,25
Chauves-souris			
Total	1	-	1,33

(1) *Facteur de correction* : pourcentage de la parcelle parcourue lors des recherches.






SUIVI DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX ET DES CHAUVES-SOURIS

Corporation Fleur de Lis
Éoliennes Saint-Damase Commandité






Parc éolien Saint-Damase

Carte 2 Localisation des carcasses trouvées lors du suivi de la mortalité 2016












PROJET

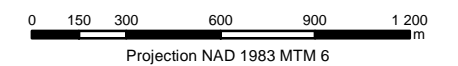
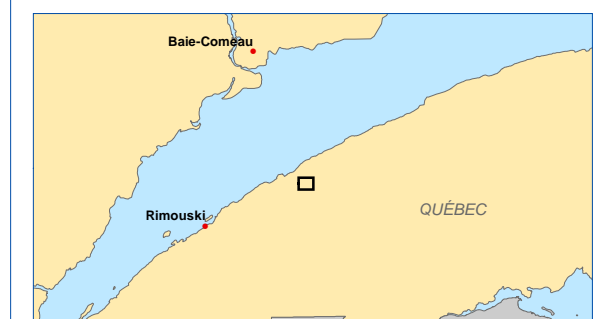
-  Chemin d'accès
-  Éolienne
-  Éolienne sélectionnée
-  Station d'observation des oiseaux de proie
-  Sous-station

TERRITOIRE

-  Chemin carrossable pavé
-  Chemin carrossable non pavé
-  Chemin non carrossable
-  Ligne de transport d'énergie
-  Limite municipale

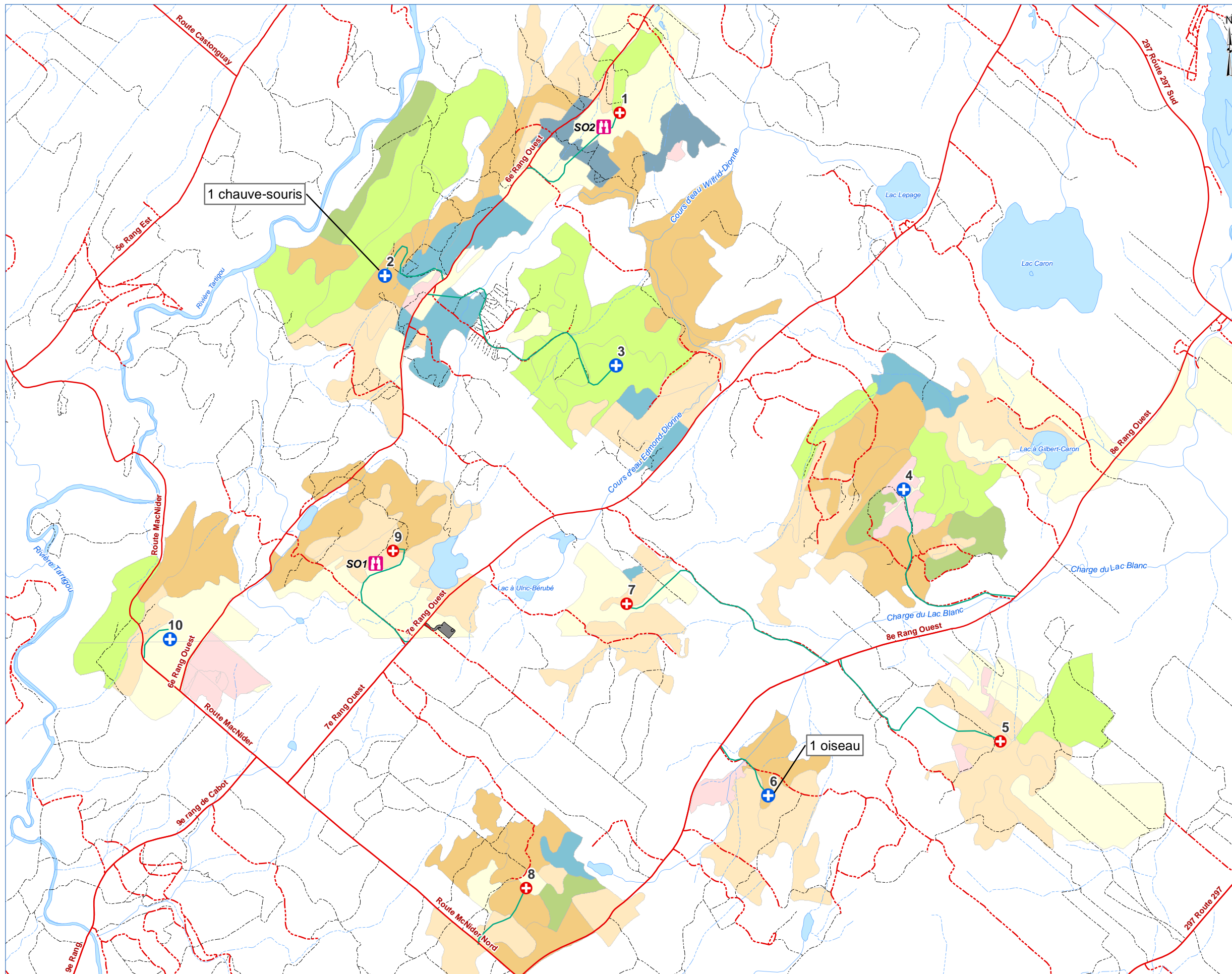
MILIEU NATUREL

-  Cours d'eau permanent
-  Cours d'eau intermittent
-  Plan d'eau
-  Agroforestier
-  Feuillus jeunes (0 à 40 ans)
-  Feuillus intermédiaires (41 à 80 ans)
-  Mélangés jeunes (0 à 40 ans)
-  Mélangés intermédiaires (41 à 80 ans)
-  Plantations
-  Résineux jeunes (0 à 40 ans)
-  Résineux intermédiaires (41 à 80 ans)



Sources : Gouvernement du Québec, Algonquin Power, Activa Environnement

Carte préparée par : Simon Boudreault, Biologiste
Projet : E1430-138/10959
24 octobre 2016



Les valeurs de la mortalité calculée pour l'ensemble du parc éolien de Saint-Damase sont estimées selon la méthode préconisée en 2008 par le MRNF dans son protocole de suivi des mortalités. Le tableau 6 fait état des résultats des mortalités calculées pour l'ensemble du parc éolien en suivi hebdomadaire. Les paramètres utilisés pour les calculs des mortalités sont présentés à l'annexe 4. Ces résultats sont présentés en fonction des différentes périodes couvertes, soit la migration printanière, la reproduction et la migration automnale, et selon qu'il s'agisse d'oiseaux ou de chauves-souris.

Tout comme en 2015, aucune mortalité n'a été enregistrée au parc éolien de Saint-Damase lors des périodes de migration printanière et automnale 2016. C'est au cours de l'été qu'une mortalité de chauve-souris et qu'une carcasse d'oiseau (viréo de Philadelphie) ont été relevées. Ainsi, pour cette période, les mortalités pour l'ensemble du parc éolien sont estimées à 4,66 chauves-souris et à 3,98 oiseaux avec des taux établis respectivement à 0,010 chauve-souris et 0,008 oiseau tué quotidiennement par éolienne.

En 2015, rappelons que le taux de mortalité des chauves-souris en période estivale avait été estimé à 0,034 (mortalité/éolienne/jour), donc quatre fois plus élevé. Cependant, en 2015, le taux d'efficacité de l'observateur pour détecter les leurres de petite taille au cours de la période estivale n'était que de 28 %.

En considérant les paramètres de calculs utilisés (taux d'efficacité de l'observateur et persistance des carcasses) et les 29 semaines de suivi de la mortalité, les résultats démontrent que le taux de mortalité des oiseaux et des chauves-souris est de 0,003 mortalité/éolienne/jour. Au cours des périodes printanière, estivale et automnale 2016, il est donc estimé que 4,66 chauves-souris et 4,56 oiseaux auraient été potentiellement tués pour l'ensemble du parc éolien, c'est-à-dire en considérant les 10 éoliennes en opération.

Tableau 6. Estimation du nombre total de mortalités et taux de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris, parc éolien de Saint-Damase, 2016

	Mortalités estimées pour l'ensemble du parc et pour les trois périodes de suivi	Taux de mortalité (mortalité/éolienne/jour)
MIGRATION PRINTANIÈRE		
Aucune mortalité recensée		
REPRODUCTION		
Oiseaux	3,98	0,008
<i>Oiseaux de proie</i>	<i>0,00</i>	<i>0,000</i>
Chauves-souris	4,66	0,010
MIGRATION AUTOMNALE		
Aucune mortalité recensée		
TOTAL DES TROIS PÉRIODES		
Oiseaux	4,56	0,003
<i>Oiseaux de proie</i>	<i>0,00</i>	<i>0,000</i>
Chauves-souris	4,66	0,003

4.1.6 COMPARAISON DES RÉSULTATS DE LA MORTALITÉ AVEC CEUX D'AUTRES PARCS ÉOLIENS

Quelques données relatives aux suivis de la mortalité de parcs éoliens actuellement en opération au Québec sont disponibles et ont été rendues publiques. Les taux de mortalité associés aux parcs éoliens varient selon différents paramètres dont leur configuration, le milieu d'implantation, le modèle d'éolienne mis en place et la période de l'année. Une évaluation des mortalités effectuée sur 43 parcs éoliens en opération au Canada a permis d'établir une moyenne de $8,2 \pm 1,4$ oiseaux tués par éolienne par année dans ces parcs (Zimmerling *et al*, 2013). Ce nombre varie toutefois de 0,0 à 26,9 oiseaux tués par éolienne par année en considérant les parcs de manière individuelle.

Le tableau 7 fait état des résultats des mortalités d'oiseaux et de chauves-souris pour quelques parcs éoliens actuellement en opération au Québec. Il est ainsi possible de comparer ces résultats avec ceux découlant du suivi effectué au parc éolien de Saint-Damase en 2015 et 2016. La majorité des parcs éoliens identifiés au tableau 7 présentent des taux de mortalité quotidienne d'oiseaux qui varient entre 0,0009 et 0,0190 oiseau tué par éolienne par jour. En ce qui concerne le parc éolien de Sainte-Damase, le taux établi en 2016 est de 0,003. Cette valeur est inférieure à la plupart de celles indiquées au tableau 7. En 2015, aucune mortalité d'oiseau n'avait été consignée lors du suivi. Le taux de mortalité des chauves-souris par éolienne calculé se compare aux résultats obtenus de parcs éoliens situés en milieu agricole ou agro-forestier, soit les parcs éoliens de Montérégie et de Baie-des-Sables (voir tableau 7). Il faut cependant souligner que seulement quelques données comparatives sont disponibles et accessibles afin de pouvoir situer les taux de mortalité entre les différents parcs éoliens actuellement en opération au Québec. Le taux de mortalité des chauves-souris a été moindre en 2016 (0,003) par rapport à ce qu'il a été en 2015 (0,007).

Tableau 7. Comparaison des taux de mortalité d'oiseaux et de chauves-souris de parcs éoliens en opération au Québec (données tirées en partie de Tremblay, 2011, de Tremblay, 2012 et de Lemaître et Drapeau, 2015)

Parc éolien	Nombre d'éoliennes	Taux de mortalité (mortalité/éolienne/jour)			
		Année	Oiseaux	Oiseaux de proie	Chauves-souris
A ¹	-	2010	0,0060	-	0
	-	2011	0	-	0
B ¹	-	2010	0,0030	-	0,007
	-	2011	0,0100	-	0,015
C ¹	-	2010	0,0050	-	0
A ²	73	2009	-	0	0
B ²	67	2012	-	0	0
B ²	74	2013	-	0	0
B ²	141	2014	-	0	0,0011
C ²	75	2013	-	0,0005	0,0085
C ²	150	2014	-	0	0,0013
D ²	60	2012	-	0	0,0028
		2013	-	0	0
		2014	-	0	0
E ²	75	2013	-	0,0002	0,0006
		2014	-	0	0,0003
F ²	39	2012	-	0	0

Parc éolien de Saint-Damase – Suivi environnemental en phase d'exploitation 2016
Faune avienne et chauves-souris

Parc éolien	Nombre d'éoliennes	Taux de mortalité (mortalité/éolienne/jour)			
		Année	Oiseaux	Oiseaux de proie	Chauves-souris
G ²	44	2013	-	0	0,0024
		2013	-	0,0001	0,0042
		2014	-	0	0,0070
H ²	67	2012	-	0	0
		2013	-	0	0
I ²	33	2013	-	0	0,0011
J ²	40	2013	-	0	0,0039
K ²	85	2010	-	0,0001	0,0047
		2011	-	0,0002	0,0063
		2012	-	0	0,0016
L ²	12	2014	-	0	0,0046
Baie-des-Sables	73	2007	0,0090	-	0,007
		2008	0,0070	-	0,002
		2009	0,0190	-	0,002
Anse-à-Valleau	67	2008	0,0030	-	0
		2009	0,0060	-	0,003
Carleton	73	2009	0,0040	-	0
Montérégie	44	2014	0,0009	-	0,007
Saint-Damase	10	2015	0	0	0,007
Saint-Damase	10	2016	0,0030	0	0,003

1 : Information confidentielle dans les rapports consultés (Tremblay 2011 et 2012)

2 : Information confidentielle dans le rapport consulté (Lemaître et Drapeau, 2015)

4.2 SUIVI COMPORTEMENTAL DES OISEAUX

4.2.1 CONDITIONS D'INVENTAIRES

Les inventaires d'oiseaux tenus aux deux stations d'observation ont été réalisés sous des conditions environnementales généralement favorables à ce type de relevés, soit avec une bonne visibilité et sans précipitation ou brouillard. Les vents ont soufflé à des intensités variant entre 10 et 40 km/heure, mais étaient dans la majorité des cas en deçà de 30 km/heure.

4.2.2 OBSERVATIONS EFFECTUÉES

Au total, ce sont 2 270 oiseaux qui ont été observés lors des travaux dédiés au suivi comportemental des oiseaux (tableau 8). Les individus consignés ont pu être associés à 27 espèces.

Tableau 8. Espèces d'oiseaux identifiées aux stations d'inventaires, parc éolien de Saint-Damase, 2016

Espèce	Nombre	Espèce	Nombre
Bruant à gorge blanche	4	Geai bleu	16
Bruant chanteur	8	Grand corbeau	26
Bruant des prés	19	Grand héron	1
Bruant familier	5	Grand pic	2
Bruant sp	3	Hirondelle bicolore	7
Busard Saint-Martin	10	Junco ardoisé	2
Buse à queue rousse	7	Merle d'Amérique	57
Canard colvert	4	Oie des neiges	430
Chardonneret jaune	4	Pic flamboyant	2
Cornille d'Amérique	227	Plectropane des neiges	1 337
Crécerelle d'Amérique	5	Pluvier kildir	3
Durbec des sapins	1	Pygargue à tête blanche	3
Épervier sp	2	Quiscale bronzé	24
Étourneau sansonnet	48	Urubu à tête rouge	10
Faucon émerillon	3		

Trois espèces d'oiseaux se démarquent nettement au niveau des observations; il s'agit du plectropane des neiges (1 337 observations), de l'oie des neiges (430 observations) et de la corneille d'Amérique (227 observations). Ces observations représentent 88 % de tous les oiseaux dénombrés. Un plus grand nombre d'observations de la faune avienne a été enregistré à la station SO2 avec près de 83 % des oiseaux répertoriés (1 873 observations sur un total de 2 270 observations).

En ce qui concerne les oiseaux de proie, ce sont 40 individus reliés à sept espèces qui ont été aperçus lors des inventaires tenus en 2016 aux deux stations d'inventaires mises en place. La moitié des rapaces étaient soit des busards Saint-Martin (10) ou des urubus à tête rouge (10).

La hauteur des rapaces en vol a varié selon les espèces. L'altitude de vol des buses et des pygargues à tête blanche pouvait atteindre des hauteurs variant entre 100 et 1000 m. Les autres oiseaux de proie volaient en général à des altitudes égales ou inférieures à 30 m. Les oiseaux de proie repérés volaient généralement de manière constante dans les zones d'observation, sans changement notable observé dans les secteurs d'implantation des éoliennes. Certains rapaces étaient en chasse au moment de leur observation.

4.2.3 ESPÈCES D'OISEAUX À STATUT PARTICULIER

Une espèce d'oiseaux (de proie) ayant un statut d'espèce vulnérable au Québec a été identifiée lors des inventaires de la faune aviaire au parc éolien de Saint-Damase en 2016; il s'agit du pygargue à tête blanche.

La crécerelle d'Amérique, qui a été identifiée à cinq (5) reprises, fait partie de la liste des espèces candidates du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) (liste des espèces de priorité inférieure).

5. DISCUSSION

Les activités de suivi de la mortalité de la faune avienne et des chiroptères au parc éolien de Saint-Damase en 2016 permettent de faire les constats suivants :

- Une carcasse de chauve-souris cendrée a été trouvée au cours des inventaires dans les cinq parcelles de recherche. La chauve-souris cendrée fait partie de la liste en vigueur des espèces menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées au Québec.
- Le taux de mortalité des chauves-souris calculé en 2016 (0,003) est moindre que celui établi en 2015 (0,007).
- Un oiseau a été trouvé lors de la recherche des carcasses en 2016 alors qu'en 2015, aucune carcasse d'oiseau n'avait été repérée lors du suivi. Le taux de mortalité des oiseaux a été évalué à 0,008 oiseau tué quotidiennement par éolienne. L'espèce consignée, un viréo de Philadelphie, n'a pas de statut particulier et n'est pas un oiseau de proie.

Comme ce fût le cas en 2015, la plupart des parcelles d'inventaire établies n'ont pu être inventoriées au complet à cause de la proximité d'un environnement boisé autour des sites d'éoliennes. Ainsi, les superficies initialement prévues de 80 mètres X 80 mètres ont pu être couvertes dans des proportions variant entre 58 % et 81 %.

Les résultats obtenus dans le cadre de l'évaluation de l'efficacité de l'observateur à retracer les carcasses démontrent un très bon taux d'efficacité moyen de l'ordre de 98 % pour l'ensemble des tests et également pour les trois tailles de leurres utilisées. L'efficacité pour retracer les leurres de moyenne taille et de grosse taille a été de 100 % pour toute la durée du suivi.

Pour les trois périodes touchées par les travaux de suivi au parc éolien de Saint-Damase, la persistance moyenne des carcasses de différentes grosseurs a été établie à 3,9 jours. Les grosses carcasses sont disparues un peu plus rapidement que les deux autres tailles de carcasses déposées, soit 3,0 jours comparativement à 4,8 jours pour les moyennes et à 4,2 pour les petites.

À la lumière des résultats obtenus dans le cadre du suivi de la mortalité au parc éolien de Saint-Damase en 2016, aucune mesure particulière ne semble nécessaire. Il est par ailleurs proposé que le calendrier des travaux de suivi de 2017 soit réduit à 26 semaines au lieu des 29 semaines initialement prévues dans le protocole. Ces 26 semaines de suivi seraient consécutives et échelonnées entre le 17 avril et le 14 octobre 2017. Ainsi, aucune activité ne sera réalisée sur le site au cours de la période de chasse au gros gibier à la carabine.

La tenue de travaux sur le terrain au cours de cette période est à éviter, et ce, pour des raisons de sécurité. Les parcelles de recherche auront les mêmes dimensions que celles mises en place en 2015 et en 2016, soit 80 mètres x 80 mètres avec des transects d'inventaire aux cinq mètres. Également, toutes les autres modalités entourant la réalisation du suivi prévues au protocole seront appliquées intégralement (sélection des mêmes éoliennes, tests d'efficacité, tests de persistance et inventaires d'oiseaux).

6. DOCUMENTATION CONSULTÉE

ACTIVA ENVIRONNEMENT. 2016. *Suivi environnemental en phase d'exploitation 2015 – faune avienne et chauves-souris - Parc éolien de Saint-Damase*. Pour Corporation Fleur de Lis Éoliennes Saint-Damase Commandité. 25 p. + annexes.

LEMAÎTRE, J. ET DRAPEAU, J. 2015. *Synthèse des mortalités d'oiseaux de proie et de chiroptères dans les parcs éoliens du Québec – rapport préliminaire*. Ministère des Forêts, de la Faune, et des Parcs, Québec. 3 p.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC (MRNF). 2008. *Protocole d'inventaires d'oiseaux de proie dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec – 8 janvier 2008*. Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec. 11 p.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC (MRNF). *Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec*. [En ligne]. [<http://www3.mrnf.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>] (Consulté en octobre 2016)

TREMBLAY, J.A. 2012. (MRNF). *Réponses aux questions soumises par le BAPE - Étude du parc éolien Rivière-du-Moulin*. 5 p.

TREMBLAY, J.A. 2011. (MRNF). *Réponses aux questions soumises par le BAPE - Étude du parc éolien Montérégie*. 9 p.

ZIMMERLING, J. R., A. C. POMEROY, M. V. D'ENTREMONT, and 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*.

Annexe 1

Parcelles inventoriées, parc éolien de Saint-Damase (2016)



Éolienne 2 : parcelle couverte à 75 %



Éolienne 3 : parcelle couverte à 62 %



Éolienne 4 : parcelle couverte à 81 %



Éolienne 6 : parcelle couverte à 80 %



Éolienne 10 : parcelle couverte à 58 %

Annexe 2. Conditions météorologiques prévalant lors du suivi en phase d'exploitation - parc éolien de Saint-Damase (2016).

Date	Travaux effectués	Visibilité	Précipitations	Direction du vent	Force du vent (km/h)	Température (°C)
2016-03-30	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	O	25	1
2016-04-04	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	NO	35	-12
2016-04-14	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	NO	15	1
2016-04-15	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	NO	15	-1
2016-04-19	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	O	5	-1
2016-04-26	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	NO	20	-2
2016-05-05	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	E	15	8
2016-05-11	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	NO	20	2
2016-05-18	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	NO	15	14
2016-05-24	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	O	15	15
2016-06-02	Suivi de la mortalité	Bonne	Quelques gouttes de pluie	S	20/30	17
2016-06-03	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	SE	20/30	10
2016-06-10	Suivi de la mortalité et inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	N	10	10
2016-06-14	Suivi de la mortalité	Moyenne	Faible pluie	N	20	9
2016-06-22	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	S	15	11
2016-06-27	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	NO	10	12
2016-07-07	Suivi de la mortalité	Moyenne	Pluie	SE	20/30	13
2016-07-13	Suivi de la mortalité	Moyenne	Forte pluie	S	20/30	17
2016-07-18	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	SO	15	19
2016-07-25	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	E	10	23
2016-08-04	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	NO	10	28
2016-08-09	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	NO	20	24

Annexe 2. Conditions météorologiques prévalant lors du suivi en phase d'exploitation - parc éolien de Saint-Damase (2016).

Date	Travaux effectués	Visibilité	Précipitations	Direction du vent	Force du vent (km/h)	Température (°C)
2016-08-15	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	N	10	22
2016-08-24	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	O	20	19
2016-08-30	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	O	15	22
2016-08-30	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	O	15	22
2016-09-07	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	O	25	24
2016-09-14	Suivi de la mortalité	Moyenne	Faible pluie	N	20	12
2016-09-22	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	O	20	11
2016-09-27	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	N	10	5
2016-09-28	Inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	NE	20	7
2016-10-03	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	O	10	5
2016-10-04	Inventaires d'oiseaux	Bonne	Nulles	O	15	8
2016-10-11	Suivi de la mortalité	Bonne	Nulles	SO	20	14

Annexe 3. Résultats des tests de persistance - parc éolien de Saint-Damase (2016)

# carcasse	Classe de taille	# éolienne	Habitat	Jour : présence ou non de la carcasse											
				1	2	3	4	5	7	10	14	18	23	28	
Période du printemps 2016															
1	grosse	2	sol nu	1	1	5									
2	moyenne	2	sol nu	1	4										
3	grosse	3	sol nu	1	1	5									
4	moyenne	3	végétation courte	1	4										
5	petite	4	végétation courte	1	4										
6	petite	4	sol nu	4											
7	grosse	6	sol nu	1	1	1	5								
8	moyenne	6	sol nu	4											
9	grosse	10	végétation courte	4											
10	petite	10	sol nu	1	1	1	5								
Période de l'été 2016															
1	grosse	2	sol nu	1	1	1	5								
2	moyenne	2	sol nu	1	1	1	4								
3	grosse	3	sol nu	1	1	5									
4	moyenne	3	végétation courte	1	1	1	1	4							
5	petite	4	herbes longues	1	1	4									
6	petite	4	sol nu	1	1	1	1	1	2	5					
7	grosse	6	végétation courte	1	1	1	5								
8	moyenne	6	sol nu	1	1	1	1	1	4						
9	petite	10	herbes longues	1	1	1	1	3	3	5					
10	petite	10	végétation courte	1	4										
Période de l'automne 2016															
1	grosse	2	herbes longues	1	1	5									
2	moyenne	2	sol nu	1	1	1	4								
3	grosse	3	sol nu	1	1	5									
4	moyenne	3	herbes longues	1	1	1	1	1	1	1	1	4			
5	petite	4	végétation courte	1	1	1	1	4							
6	petite	4	sol nu	1	1	1	1	1	1	5					
7	grosse	6	sol nu	1	1	1	1	1	1	4					
8	moyenne	6	sol nu	1	1	1	1	1	4						
9	grosse	10	sol nu	1	1	5									
10	petite	10	herbes longues	1	1	1	1	1	1	4					

État de la carcasse: 1: intacte, 2: partiellement détériorée, 3: très détériorée, 4: disparue, 5: mangée sur place

ANNEXE 4.1 Paramètres utilisés pour les calculs de la mortalité, parc éolien de Saint-Damase (2016)

Migration du printemps

Paramètres	Oiseaux (toutes les espèces)	Oiseaux de proie	Chauves-souris	
Nombre éoliennes échantillonnées	5	5	5	k
Nombre total d'éoliennes	10	10	10	E
Intervalle entre visites	7	7	7	l
Nombre total de carcasses trouvées ¹	0,0	0,0	0,0	C
Nombre moyen de carcasses trouvées par visite	0,0	0,0	0,0	c
Variance du nombre de carcasses trouvées par visite	0,0	0,0	0,0	Vc
Persistance moyenne des carcasses (jours) ²	1,8	1,8	1,8	j
Variance de la persistance des carcasses ²	0,13	0,13	0,16	Vj
Nombre de carcasses détectées lors du test efficacité ²	19	19	6	g
Nombre de carcasses utilisées ² (test efficacité)	20	20	7	h
Taux efficacité	0,95	0,95	0,86	d
Variance du taux d'efficacité	0,000	0,000	0,020	Vd
Nombre de jours du suivi (9 semaines)	63	63	63	p
Nombre de visites	9	9	9	v
Nombre total de mortalités pour le parc	0,00	0,00	0,00	m
Variance (j x d)	0,00	0,00	0,00	V (j x d)
Variance (m)	0,00	0,00	0,00	V (m)
Erreur-type du nombre total de mortalités	0,00	0,00	0,00	SE (m)
Taux de mortalités (nbre carcasses/éolienne/jour)	0,000	0,000	0,000	t
Intervalle de confiance à 95 %	0	0	0	
	0	0	0	

Notes:

(1) Incluant le facteur de correction pour les parties des parcelles non couvertes par les transects de recherche

(2) Pour les oiseaux: petites, moyennes et grosses carcasses et pour les chauves-souris: petites carcasses

ANNEXE 4.2 Paramètres utilisés pour les calculs de la mortalité, parc éolien de Saint-Damase (2016)

Reproduction (été)

Paramètres	Oiseaux (toutes les espèces)	Oiseaux de proie	Chauves-souris	
Nombre éoliennes échantillonnées	5	5	5	k
Nombre total d'éoliennes	10	10	10	E
Intervalle entre visites	7	7	7	I
Nombre total de carcasses trouvées ¹	1,25	0,00	1,33	C
Nombre moyen de carcasses trouvées par visite	0,13	0,00	0,13	c
Variance du nombre de carcasses trouvées par visite	0,16	0,00	0,18	Vc
Persistance moyenne des carcasses (jours) ²	4,40	4,40	4,00	j
Variance de la persistance des carcasses ²	0,57	0,57	0,82	Vj
Nombre de carcasses détectées lors du test efficacité ²	20	20	7	g
Nombre de carcasses utilisées ² (test efficacité)	20	20	7	h
Taux efficacité	1,00	1,00	1,00	d
Variance du taux d'efficacité	0,000	0,000	0,000	Vd
Nombre de jours du suivi (10 semaines)	70	70	70	p
Nombre de visites	10	10	10	v
Nombre total de mortalités pour le parc	3,98	0,00	4,66	m
Variance (j x d)	0,57	0,00	0,82	V (j x d)
Variance (m)	0,00	0,00	43 435,67	V (m)
Erreur-type du nombre total de mortalités	0,00	0,00	208,41	SE (m)
Taux de mortalités (nbre carcasses/éolienne/jour)	0,008	0,000	0,010	t
Intervalle de confiance à 95 %	0,008116883	0	0,604963567	
	0,008116883	0	-0,652126186	

Notes:

(1) Incluant le facteur de correction pour les parties des parcelles non couvertes par les transects de recherche

(2) Pour les oiseaux: petites, moyennes et grosses carcasses et pour les chauves-souris: petites carcasses

ANNEXE 4.3 Paramètres utilisés pour les calculs de la mortalité, parc éolien de Saint-Damase (2016)

Migration de l'automne

Paramètres	Oiseaux (toutes les espèces)	Oiseaux de proie	Chauves-souris	
Nombre éoliennes échantillonnées	5	5	5	k
Nombre total d'éoliennes	10	10	10	E
Intervalle entre visites	7	7	7	I
Nombre total de carcasses trouvées ¹	0,00	0,00	0,00	C
Nombre moyen de carcasses trouvées par visite	0,00	0,00	0,00	c
Variance du nombre de carcasses trouvées par visite	0,00	0,00	0,00	Vc
Persistance moyenne des carcasses (jours) ²	6,20	6,20	6,80	j
Variance de la persistance des carcasses ²	0,99	0,99	0,27	Vj
Nombre de carcasses détectées lors du test efficacité ²	20	20	20	g
Nombre de carcasses utilisées ² (test efficacité)	20	20	20	h
Taux efficacité	1,00	1,00	1,00	d
Variance du taux d'efficacité	0,000	0,000	0,000	Vd
Nombre de jours du suivi (10 semaines)	70	70	70	p
Nombre de visites	10	10	10	v
Nombre total de mortalités pour le parc	0,00	0,00	0,00	m
Variance (j x d)	0,00	0,00	0,00	V (j x d)
Variance (m)	0,00	0,00	0,00	V (m)
Erreur-type du nombre total de mortalités	0,00	0,00	0,00	SE (m)
Taux de mortalités (nbre carcasses/éolienne/jour)	0,000	0,000	0,000	t
Intervalle de confiance à 95 %	0	0	0	
	0	0	0	

Notes:

(1) Incluant le facteur de correction pour les parties des parcelles non couvertes par les transects de recherche

(2) Pour les oiseaux: petites, moyennes et grosses carcasses et pour les chauves-souris: petites carcasses

ANNEXE 4.4 Paramètres utilisés pour les calculs de la mortalité, parc éolien de Saint-Damase (2016)

Trois périodes: printemps, été et automne

Paramètres	Oiseaux (toutes les espèces)	Oiseaux de proie	Chauves-souris	
Nombre éoliennes échantillonnées	5	5	5	k
Nombre total d'éoliennes	10	10	10	E
Intervalle entre visites	7	7	7	I
Nombre total de carcasses trouvées ¹	1,25	0,00	1,33	C
Nombre moyen de carcasses trouvées par visite	0,04	0,00	0,05	c
Variance du nombre de carcasses trouvées par visite	0,05	0,00	0,06	Vc
Persistance moyenne des carcasses (jours) ²	3,90	3,90	4,2	j
Variance de la persistance des carcasses ²	0,96	0,96	0,83	Vj
Nombre de carcasses détectées lors du test efficacité ²	59	59	20	g
Nombre de carcasses utilisées ² (test efficacité)	60	60	21	h
Taux efficacité	0,98	0,98	0,95	d
Variance du taux d'efficacité	0,00	0,00	0,00	Vd
Nombre de jours du suivi (29 semaines)	203	203	203	p
Nombre de visites	29	29	29	v
Nombre total de mortalités pour le parc	4,56	0,00	4,66	m
Variance (j x d)	0,93	0,00	0,75	V (j x d)
Variance (m)	0,00	0,00	121 318,87	V (m)
Erreur-type du nombre total de mortalités	0,00	0,00	348,31	SE (m)
Taux de mortalités (nbre carcasses/éolienne/jour)	0,003	0,000	0,003	t
Intervalle de confiance à 95 %	0,003211283	0	0,346437023	
	0,003211283	0	-1,102465658	

Notes:

(1) Incluant le facteur de correction pour les parties des parcelles non couvertes par les transects de recherche

(2) Pour les oiseaux: petites, moyennes et grosses carcasses et pour les chauves-souris: petites carcasses

ENVIRONNEMENT
RESSOURCES NATURELLES
TERRITOIRE

ACTIVA
ENVIRONNEMENT

106, RUE INDUSTRIELLE
NEW RICHMOND (QUÉBEC) G0C 2B0
TÉLÉPHONE : 418 392-5088
SANS FRAIS : 1 866 392-5088
TÉLÉCOPIEUR : 418 392-5080
COURRIEL : INFO@ACTIVAENVIRO.CA
SITE WEB : WWW.ACTIVAENVIRO.CA