

ÉNERGIE RENOUVELABLE DES CULTURES S.E.C.

Parc éolien Des Cultures



Janvier 2025

Suivi environnemental
Faune avienne et chauves-souris – An 3 – 2024

PESCA

Énergie renouvelable Des Cultures S.E.C.

Parc éolien Des Cultures

*Suivi environnemental – Faune avienne et
chauves-souris – An 3 – 2024*

2025-01-28

Responsable client	Mouloud Merbouche, M. Env., M.ès Sciences Coordonnateur en environnement
Rapport destiné au	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)
Numéro de dossier :	3211-12-241
N/Réf.	2852

Pesca Environnement

Matthieu Féret, biologiste, M. Sc.
Directeur de projet

Référence à citer :

PESCA Environnement (2025). Suivi environnemental – Faune avienne et chauves-souris – An 3 – 2024.
Parc éolien Des Cultures. 18 pages et 5 annexes.

□ TABLE DES MATIÈRES

1	MISE EN CONTEXTE	1
2	MÉTHODOLOGIE	2
2.1	Calendrier de suivi.....	2
2.2	Sélection des sites de suivi	2
2.3	Recherche de carcasses.....	4
2.4	Tests de standardisation	6
2.4.1	Test de persistance.....	6
2.4.2	Efficacité des observateurs.....	6
2.5	Calcul du taux de mortalité.....	7
2.6	Conditions météorologiques.....	7
3	RÉSULTATS DU SUIVI FAUNIQUE.....	8
3.1	Carcasses récoltées	8
3.2	Persistance des carcasses	9
3.3	Efficacité des observateurs	10
3.4	Taux de mortalité des rapaces	11
3.5	Taux de mortalité des oiseaux	12
3.6	Taux de mortalité des chauves-souris	14
4	CONCLUSION.....	16
	BIBLIOGRAPHIE.....	17

☐ LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Caractéristiques des éoliennes du parc éolien Des Cultures	1
Tableau 2	Classes de végétation considérées dans chaque zone de suivi du parc éolien Des Cultures en 2024.....	4
Tableau 3	Nombre de visites de sites par période de suivi de la mortalité dans le parc éolien Des Cultures en 2024	5
Tableau 4	Nombre de carcasses trouvées lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien Des Cultures en 2024	8
Tableau 5	Persistance des carcasses témoins lors du suivi de la mortalité au parc éolien Des Cultures en 2024	9
Tableau 6	Taux d'efficacité des observateurs lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien Des Cultures en 2024	10
Tableau 7	Estimation des taux de mortalité des rapaces dans le parc éolien Des Cultures en 2024	11
Tableau 8	Taux de mortalité des rapaces dans les parcs éoliens en Amérique du Nord.....	12
Tableau 9	Estimation des taux de mortalité des oiseaux dans le parc éolien Des Cultures en 2024	13
Tableau 10	Taux de mortalité des oiseaux dans les parcs éoliens en Amérique du Nord	13
Tableau 11	Estimation des taux de mortalité des chauves-souris dans le parc éolien Des Cultures en 2024	14
Tableau 12	Taux de mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens en Amérique du Nord.....	15

☐ LISTE DES FIGURES

Figure 1	Calendrier du suivi de la mortalité réalisé dans le parc éolien Des Cultures en 2024.....	2
Figure 2	Localisation des éoliennes visitées pour le suivi de la mortalité de la faune avienne et des chauves-souris en 2024.....	3

☐ LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Description des zones de suivi de chaque site dans le parc éolien Des Cultures en 2024
Annexe B	Photographies des types de leurres utilisés afin de tester l'efficacité des observateurs dans le parc éolien Des Cultures en 2024
Annexe C	Conditions météorologiques lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien Des Cultures en 2024
Annexe D	Carcasses trouvées lors du suivi de la mortalité réalisé dans le parc éolien Des Cultures en 2024
Annexe E	Photographies des carcasses d'oiseaux et de chauves-souris trouvées dans le parc éolien Des Cultures en 2024

1 Mise en contexte

Conformément aux conditions du décret 583-2020 du 3 juin 2020 émis par le gouvernement du Québec, l'initiateur a mis en œuvre le programme de suivi de la faune avienne et des chauves-souris dès la première année d'exploitation du parc éolien Des Cultures, soit en 2022. Ce programme, préalablement approuvé par les instances concernées dans le cadre du processus d'autorisation ministérielle, vise deux objectifs :

- Évaluer le taux de mortalité des oiseaux et des chauves-souris pouvant être associé à la présence et au fonctionnement des éoliennes;
- Identifier les éoliennes à l'origine des collisions avec les oiseaux et les chauves-souris.

Le programme de suivi faunique a été élaboré selon des méthodes conformes aux protocoles de référence des ministères concernés (Environnement Canada, 2007; MDDEFP, 2013).

Le présent document constitue le rapport de suivi effectué en 2024 au cours de la troisième année d'exploitation du parc éolien Des Cultures. Situé sur le territoire de la MRC des Jardins-de-Napierville (municipalités de Saint-Rémi et de Saint-Michel), ce parc éolien comprend 6 éoliennes pour une puissance totale de 24 MW. Il a été mis en service en février 2022. Les caractéristiques des éoliennes sont précisées au tableau 1.

Tableau 1 *Caractéristiques des éoliennes du parc éolien Des Cultures*

Caractéristique	Enercon E-138
Nombre d'éoliennes	6
Puissance nominale (MW)	4
Hauteur du moyeu (m)	128
Longueur des pales (m)	69
Diamètre du rotor (m)	138
Surface balayée (m ²)	15 085
Nombre de pales	3

Le parc éolien Des Cultures est entièrement situé sur des terres privées, majoritairement à vocation agricole. Les sites sont parsemés de quelques lots boisés, d'érablières, de milieux humides et de vergers. Les principaux types de cultures, totalisant environ 42 % des cultures de la zone d'étude, sont maraîchères, de soya, ainsi que de maïs et de fourrage.

2 Méthodologie

Le suivi dans le parc éolien Des Cultures a été réalisé en 2024 en reconduisant, à l'identique, la méthodologie mise en place en 2022 et en 2023. Cette dernière était décrite dans le *Programme de suivi de la faune avienne et des chauves-souris – Version de septembre 2021* (Activa environnement, 2021). Ce programme répond aux exigences du protocole de référence provincial (MDDEFP, 2013). L'initiateur et les représentants de la direction régionale de la gestion de la faune avaient convenu des ajustements suivants :

- Le programme prend en considération une surface de référence **de 130 m x 130 m**, centrée sur chaque éolienne, à l'intérieur de laquelle se trouvent, théoriquement, 100 % des mortalités;
- La recherche de carcasses est effectuée dans des parcelles carrées de **97,5 m x 97,5 m** centrées sur l'éolienne, en suivant des transects linéaires séparés entre eux de **5 m** (section 2.1.3);
- La couverture végétale a été caractérisée en fonction des **quatre** classes de végétation spécifiques (section 2.1.3);
- Les taux de mortalité ont été calculés à l'aide de l'équation de **Huso et al.** (2018) et de **Dalthorp et al.** (2018) (section 2.1.5).

2.1 Calendrier de suivi

Comme les deux années précédentes, le suivi de la mortalité a été réalisé durant 37 semaines consécutives en 2024 (figure 1), réparties entre les périodes d'inventaire déterminées dans le protocole de référence provincial (MDDEFP, 2013), à savoir :

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



Figure 1 Calendrier du suivi de la mortalité réalisé dans le parc éolien Des Cultures en 2024

2.2 Sélection des sites de suivi

Conformément au protocole de référence provincial (MDDEFP, 2013), le suivi de la mortalité a porté sur l'ensemble des six éoliennes du parc éolien Des Cultures. La localisation de ces sites est illustrée à la figure 2.



- | | | | |
|--|------------------------------|--|---------------------------------------|
| | Zone de suivi (97,5 m) | | Cours d'eau à écoulement permanent |
| | Zone de suivi (130 m) | | Cours d'eau à écoulement intermittent |
| | Fossé | | Plan d'eau |
| | Route locale | | Limites municipales |
| | Chemin d'accès aux éoliennes | | Limites de MRC |

POUR AUTORISATION

Le présent document n'est pas issu d'un acte constituant l'exercice de l'ingénierie au sens de la Loi sur les ingénieurs, et ne doit pas être interprété comme tel. Les travaux et ouvrages sont illustrés et décrits pour fins d'obtention d'autorisations.

Le présent document n'est pas issu d'un acte constituant l'exercice de la profession d'arpenteur-géomètre au sens de la Loi sur les arpenteurs-géomètres, et ne doit pas être interprété comme tel. Les limites de propriété et le lotissement affichés et décrits sur ce document sont illustrés à titre indicatif seulement et ne doivent servir ni à la délimitation ni au positionnement de propriétés publiques ou privées, rivières, fleuves et autres eaux du Québec, au sens de cette Loi.

Énergie renouvelable Des Cultures S.E.C.

Suivi environnemental
Faune avienne et chauves-souris
Année 3 - 2024

Figure 2

Localisation des éoliennes
visitées pour le suivi de la
mortalité de la faune avienne
et des chauves-souris en 2024

Source :
AOréseau+, 2024
GRHQ, 2023
SDA, 2024

0 200 400 m
NAD 83 CSRS, MTM, fuseau 8

12 décembre 2024

PESCA

N/Réf.: KGRPDC_2852_f2_SuiviMortalite_20241212

2.3 Recherche de carcasses

Comme les deux années précédentes, la recherche de carcasses à chaque éolienne a été effectuée à l'intérieur d'une parcelle carrée de 97,5 m x 97,5 m centrée sur l'éolienne, appelée « zone de suivi ». L'observateur a couvert cette superficie à pied en longeant des transects linéaires séparés entre eux de 5 m en conservant une vitesse maximale de déplacement de 30 à 40 m/minute. La couverture végétale de chaque zone de suivi a été caractérisée selon les proportions des classes décrites au tableau 2. Ces informations sont présentées à l'annexe A.

Tableau 2 *Classes de végétation considérées dans chaque zone de suivi du parc éolien Des Cultures en 2024*

Classe	Couverture végétale	Hauteur de la végétation
1 – Facile	≥ 90 % de sol nu	≤ 15 cm
2 – Modérée	≥ 25 % de sol nu	≤ 15 cm
3 – Difficile	≤ 25 % de sol nu	≤ 25 % > 30 cm
4 – Très difficile	Peu ou pas de sol nu	≥ 25 % > 30 cm

La recherche de carcasses a été effectuée dans les aires dénudées, dans les couvertures herbacées et dans les couvertures en culture. Afin d'augmenter la détectabilité des carcasses, des arrangements ont été pris de concert avec les propriétaires pour assurer le bon déroulement de ces suivis. En novembre 2023, une lettre a été adressée aux agriculteurs en proposant différentes options quant à la gestion de la végétation dans les zones de suivi autour de l'éolienne. Dans certains cas, il s'agissait de choisir des cultures basses plus adaptées et, dans d'autres cas, d'effectuer un fauchage plus hâtif des récoltes dans la zone de recherche ou encore l'entretien (tonte) des surfaces gazonnées. Un rappel a été adressé à chacun des agriculteurs concernés en mars 2024 pour confirmer l'option privilégiée et coordonner la saison de suivi. La superficie couverte a été calculée avec des outils géomatiques. Les zones de suivi ont été couvertes globalement à une proportion variant de 49 % à 95 % durant le suivi, selon les éoliennes et les semaines. Les mesures mises en place ont donc permis d'assurer un suivi plus efficace en augmentant la superficie couverte en 2024.

En 2024, la fréquence des visites des sites sélectionnés a varié en fonction des périodes d'inventaire. La recherche de carcasses autour d'une éolienne a été intensive au cours des périodes spécifiques au suivi de la mortalité des chauves-souris : chaque site a été visité tous les 3 jours pendant 22 semaines entre la mi-mai et la mi-octobre. La recherche de carcasses autour d'une éolienne a été effectuée sur une base hebdomadaire (tous les 7 jours) au cours des autres périodes de suivi (figure 1 et tableau 3).

Un total de 382 visites de sites de suivi a été effectué en 2024 (tableau 3). L'observateur en charge a dû arrêter le suivi subitement et de façon inattendue au début du mois de septembre pour des raisons médicales. Les visites des 6 et 9 septembre 2024 ont dû être annulées le temps de recruter et de mobiliser un nouvel observateur. Par ailleurs, les sites T6 et T5 n'ont respectivement pas pu être visités les 24 septembre et 19 novembre 2024 en raison de travaux sur le site. Chaque site d'éolienne a ainsi été visité 64 fois en 2024, à l'exception des sites T5 et T6 (visités 63 fois).

Tableau 3 *Nombre de visites de sites par période de suivi de la mortalité dans le parc éolien Des Cultures en 2024*

Dates	Fréquence des visites (jours)	Nombre de semaines de suivi	Nombre de sites à visiter	Nombre total de visites de sites effectuées
Du 15 mars au 14 mai	7	9	6	54
Du 15 mai au 31 juillet	3	11	6	150
Du 1 ^{er} août au 15 octobre	3	11	6	143
Du 16 octobre au 27 novembre	7	6	6	35
Total	-	37	6	382

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

- Numéro de référence;
- Date et heure de la découverte;
- Espèce découverte;
- Nom de l'observateur;
- Âge de l'animal (mature ou immature; 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 et coordonnées GPS);
- Type de couverture végétale immédiate;
- Numéro de l'éolienne.

Ces données ont également été notées lorsqu'une carcasse était découverte en dehors des zones, de la période ou des activités de suivi. Conformément au protocole de référence provincial (MDDEFP, 2013), ces découvertes n'ont pas été comptabilisées dans le calcul du taux de mortalité.

Un bilan des mortalités dans un fichier de suivi Excel a été envoyé au ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) par courriel sur une base hebdomadaire. Les carcasses de chauves-souris ont été étiquetées et conservées au congélateur, dans un sac de plastique, pour être remises au représentant de la direction régionale de la gestion de la faune. Les autres carcasses d'oiseaux ont été laissées sur le site.

2.4 Tests de standardisation

2.4.1 Test de persistance

Le déplacement et la consommation des carcasses par les charognards ont été évalués afin d'en déterminer l'effet sur le dénombrement des carcasses. Le temps de persistance moyen de carcasses témoins a été évalué à chaque période d'inventaire. La persistance a été évaluée à l'aide de carcasses de trois tailles différentes : petite, moyenne et grande.

Étant donné la superficie du parc éolien, un nombre limité de carcasses témoins a été utilisé afin de restreindre l'attraction de charognards. Trois carcasses témoins ont été disposées sur chacun des six sites d'éolienne du parc. À chaque éolienne, la position des carcasses témoins et leur taille ont été déterminées de façon aléatoire. Lors de la disposition, l'observateur notait les informations suivantes : la date, le numéro de l'éolienne, la distance et l'azimut par rapport à l'éolienne ainsi que la couverture végétale immédiate. Par la suite, l'observateur vérifiait la présence et l'état de ces carcasses (disparues, déplacées, dévorées en partie ou intactes). Les visites de l'observateur suivaient la progression suivante : tous les jours pendant sept jours, puis tous les deux jours pendant un maximum de 14 jours.

2.4.2 Efficacité des observateurs

L'efficacité de chaque observateur a été évaluée, à chaque période d'inventaire, à l'aide de leurres déposés dans les zones de suivi. Le taux d'efficacité correspond à la proportion de leurres trouvés par un observateur. Conformément aux recommandations transmises par le représentant du MELCCFP (M. Falardeau Alain, MELCCFP, 21 mai 2024), une attention spécifique a été portée à maintenir une équipe d'observateurs aussi constante et réduite que possible afin de maximiser l'uniformité des résultats. Cette stabilité a été maintenue durant les périodes relatives aux chauves-souris (à partir de la mi-mai) jusqu'au début du mois de septembre et l'arrêt de l'observateur en charge pour des raisons médicales.

Trois types de leurres ont été utilisés pour les oiseaux : petits (5-10 cm), moyens (15-20 cm) et grands (30-35 cm). De petits leurres en forme de chauve-souris (5-10 cm) ont également été utilisés. Un entraînement spécifique aux chiroptères a été effectué avant le début de la période de suivi pour ce groupe d'espèces, soit vers le début de mai, après le premier test d'efficacité. Chaque observateur a été soumis à cet entraînement avant de commencer le suivi de recherche.

Des photographies de chacun des types de leurres utilisés sont présentées à l'annexe B. Leur utilisation avait été soumise à l'autorisation du représentant de la direction régionale de la gestion de la faune au cours des années précédentes.

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

Ces tests ont été réalisés dans les portions des zones de suivi couvertes par l'observateur. Conformément au protocole de référence (MDDEFP, 2013), aucun test d'efficacité n'a été effectué lorsqu'il y avait de la neige au sol.

2.5 Calcul du taux de mortalité

Les taux de mortalité ont été calculés à l'aide de l'équation de Huso *et al.* (2018) en tenant compte du nombre de carcasses recueillies et des résultats des tests de standardisation (persistance des carcasses et efficacité des observateurs).

La mortalité a également été estimée à partir de l'équation de Dalthorp *et al.* (2018) à partir des mêmes données. L'estimation a été calculée à l'aide du logiciel GenEst v 1.4.9 (Simonis *et al.*, 2018). Puisque les leurres étaient récoltés après la première recherche, le facteur par lequel l'efficacité du chercheur diminue à chaque recherche subséquente (k) a été fixé à 0,674 pour chacun des groupes comme suggéré par Huso *et al.* (2017).

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. Les résultats des tests de standardisation (persistance des carcasses et efficacité des observateurs) présentés dans ce rapport ont été calculés à l'aide des formules présentées dans le protocole de référence (MRNF, 2008).

À la demande des représentants du MELCCFP, une analyse intégratrice multi-annuelle a été réalisée afin d'estimer la mortalité globale des chauves-souris durant les trois premières années d'exploitation du parc éolien Des Cultures. Ce calcul a été effectué à l'aide de l'équation de Dalthorp *et al.* (2018) en tenant compte du nombre de carcasses recueillies et des résultats des tests de standardisation durant les trois années de suivi (2022-2023-2024).

2.6 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été notées 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. Ces données sont présentées à l'annexe C.

3 Résultats du suivi faunique

3.1 Carcasses récoltées

Comme en 2023, aucun rapace n'a été découvert lors du suivi standardisé de la mortalité réalisé dans le parc éolien Des Cultures en 2024.

Trois carcasses d'oiseaux et vingt carcasses de chauves-souris ont été trouvées au cours de ce suivi (tableau 4). Les chauves-souris argentées et cendrées sont des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec (Gouvernement du Québec, 2024). La chauve-souris rousse est une espèce vulnérable au Québec (Gouvernement du Québec, 2024). Elles ont été désignées en voie de disparition par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), mais ne sont pas inscrites à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (Gouvernement du Canada, 2024). Les détails et des photographies de ces carcasses sont présentés aux annexes D et E.

Tableau 4 Nombre de carcasses trouvées lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien Des Cultures en 2024

Espèce	Migration printanière	Reproduction	Migration automnale	Total
Oiseaux				
Bruant chanteur	0	-	1	1
Plectrophane des neiges	1	-	0	1
Sittelle à poitrine rousse	0	-	1	1
Chauves-souris				
Chauve-souris argentée	-	1	5	6
Chauve-souris cendrée	-	4	3	7
Chauve-souris rousse	-	1	0	1
Chauve-souris sp.	-	1	2	3
Grande chauve-souris brune	-	2	1	3
Somme globale	1	9	13	23

- : Sans objet en vertu du *Programme de suivi de la faune avienne et des chauves-souris – Version de septembre 2021* (Activa environnement, 2021). Les périodes d'inventaire précises déterminées sont les périodes de migration des oiseaux et les périodes de reproduction et de migration automnale des chauves-souris.

Deux autres carcasses ont été découvertes en 2024 en dehors des zones ou périodes de suivi (annexes D et E):

- Un quiscalpe bronzé juvénile trouvé le 18 mai 2024, en dehors de la zone de suivi, près de l'accès menant à l'éolienne T2;
- Une sittelle à poitrine rousse trouvée le 2 juillet 2024 en dehors des périodes de migration, dans l'aire d'implantation de l'éolienne T4.

Conformément au *Programme de suivi de la faune avienne et des chauves-souris – Version de septembre 2021* (Activa environnement, 2021), ces individus n'ont pas été comptabilisés dans le calcul du taux de mortalité.

3.2 Persistance des carcasses

En 2024, 54 carcasses ont été utilisées pour le test de persistance (tableau 5). En moyenne, les carcasses sont demeurées en place $8,0 \pm 1,9$ jours durant la période de migration printanière, $5,0 \pm 1,4$ jours durant la période de reproduction et $3,6 \pm 0,5$ jours durant la période de migration automnale. Les résultats obtenus à l'aide des carcasses témoins de petite taille (souris) ont servi aux calculs des taux de mortalité par période pour les chauves-souris.

Tableau 5 *Persistance des carcasses témoins lors du suivi de la mortalité au parc éolien Des Cultures en 2024*

Période	Date de début du test	Taille des carcasses	Couverture végétale	Nombre de carcasses	Persistance (jour)	
					Moyenne	Variance
Migration printanière	18 avril	Grande	Classe 2	3	7,3	11,4
			Classe 3	3	9,0	8,3
		Moyenne	Classe 1	3	9,3	21,8
			Classe 2	1	3,0	0,0
			Classe 3	2	1,5	2,3
		Petite (souris)	Classe 1	3	10,3	13,4
			Classe 2	3	10,3	13,4
		Total partiel		18	8,0	1,9
Reproduction	9 juillet	Grande	Classe 1	1	14,0	0,0
			Classe 2	3	10,7	11,1
			Classe 3	1	4,0	0,0
			Classe 4	1	11,0	0,0
		Moyenne	Classe 1	2	3,0	4,0
			Classe 2	2	4,5	20,3
			Classe 3	2	2,5	0,3
		Petite (souris)	Classe 1	4	0,5	0,1
			Classe 2	1	3,0	0,0
			Classe 3	1	4,0	0,0
		Total partiel		18	5,0	1,4
Migration automnale	23 septembre	Grande	Classe 1	2	2,0	1,0
			Classe 2	2	4,5	20,3
			Classe 3	2	5,0	1,0
		Moyenne	Classe 2	1	3,0	0,0
			Classe 3	3	2,7	0,1
			Classe 4	2	3,5	0,3
		Petite (souris)	Classe 1	3	6,7	6,8
			Classe 2	2	2	1,0
			Classe 4	1	0,0	0,0
		Total partiel		18	3,6	0,5

Note : La couverture végétale est décrite selon les classes indiquées dans le tableau 2.

3.3 Efficacité des observateurs

Quatre observateurs ont réalisé les recherches de carcasses lors du suivi effectué en 2024 dans le parc éolien Des Cultures : un observateur a couvert la période de migration printanière, un autre a couvert l'essentiel de la période de reproduction à l'exception d'une visite (où il a été remplacé par l'observateur 2), et un quatrième a couvert la période de migration automnale. Les taux d'efficacité de ces observateurs sont présentés au tableau 6.

Tableau 6 *Taux d'efficacité des observateurs lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien Des Cultures en 2024*

Période et observateur	Couverture végétale	Paramètre	Type de leurre			
			Oiseau			Chauve-souris (5-10 cm)
			Petit (5-10 cm)	Moyen (15-20 cm)	Grand (30-35 cm)	
Migration printanière (Obs. 1)	Classe 1	Nombre de leurres disposés	5	4	3	-
		Nombre de leurres trouvés	5	4	2	-
		Taux d'efficacité (%)	100,0	100,0	66,7	-
	Classe 2	Nombre de leurres disposés	3	-	1	-
		Nombre de leurres trouvés	2	-	1	-
		Taux d'efficacité (%)	66,7	-	100,0	-
Reproduction (Obs. 2)	Classe 1	Nombre de leurres disposés	-	-	2	1
		Nombre de leurres trouvés	-	-	2	1
		Taux d'efficacité (%)	-	-	100,0	100,0
	Classe 2	Nombre de leurres disposés	5	3	1	4
		Nombre de leurres trouvés	5	3	1	3
		Taux d'efficacité (%)	100,0	100,0	100,0	75,0
	Classe 3	Nombre de leurres disposés	1	1	1	1
		Nombre de leurres trouvés	1	1	1	1
		Taux d'efficacité (%)	100,0	100,0	100,0	100,0
	Classe 4	Nombre de leurres disposés	1	-	2	-
		Nombre de leurres trouvés	0	-	1	-
		Taux d'efficacité (%)	0,0	-	50,0	-
Reproduction (Obs. 3)	Classe 1	Nombre de leurres disposés	4	4	4	7
		Nombre de leurres trouvés	0	2	2	5
		Taux d'efficacité (%)	0,0	50,0	50,0	71,4
	Classe 2	Nombre de leurres disposés	3	4	3	3
		Nombre de leurres trouvés	0	2	2	1
		Taux d'efficacité (%)	0,0	50,0	66,7	33,3
	Classe 3	Nombre de leurres disposés	-	1	1	-
		Nombre de leurres trouvés	-	1	0	-
		Taux d'efficacité (%)	-	100,0	0,0	-

Période et observateur	Couverture végétale	Paramètre	Type de leurre			
			Oiseau			Chauve-souris (5-10 cm)
			Petit (5-10 cm)	Moyen (15-20 cm)	Grand (30-35 cm)	
Migration automnale (Obs. 4)	Classe 1	Nombre de leurres disposés	13	2	1	12
		Nombre de leurres trouvés	7	2	1	9
		Taux d'efficacité (%)	53,8	100,0	100,0	75,0
	Classe 2	Nombre de leurres disposés	4	3	1	2
		Nombre de leurres trouvés	1	3	1	1
		Taux d'efficacité (%)	25,0	100,0	100,0	50,0
	Classe 3	Nombre de leurres disposés	-	1	4	-
		Nombre de leurres trouvés	-	1	2	-
		Taux d'efficacité (%)	-	100,0	50,0	-

Note : La couverture végétale est décrite selon les classes indiquées au tableau 2.

En moyenne, le taux d'efficacité à détecter des leurres d'oiseaux, toutes tailles et couvertures végétales confondues, est d'environ 65 % (56/86).

Les résultats obtenus à l'aide des leurres de chauves-souris ont servi aux calculs des taux de mortalité de chauves-souris. En moyenne, le taux d'efficacité à détecter des leurres de chauves-souris, toutes couvertures végétales confondues, est de 70 % (21/30).

3.4 Taux de mortalité des rapaces

Aucun rapace n'a été découvert lors du suivi standardisé durant les migrations printanière et automnale en 2024. Le taux de mortalité des rapaces est donc de 0 rapace/éolienne/jour, qu'il soit calculé à l'aide de l'équation de Huso *et al.* (2018) ou grâce au modèle de Dalthorp *et al.* (2018) (tableau 7).

Tableau 7 Estimation des taux de mortalité des rapaces dans le parc éolien Des Cultures en 2024

Période d'inventaire	Durée du suivi (jour)	Nombre d'individus trouvés	Taux de mortalité quotidienne (individu/éolienne/jour)	Taux de mortalité par période (individu/éolienne)	Intervalle de confiance
Huso <i>et al.</i> (2018)					
Migration printanière	85	0	0	0	-
Migration automnale	113	0	0	0	-
Suivi 2024	198	0	0	0	-
Dalthorp <i>et al.</i> (2018)					
Migration printanière	85	0	0	0	-
Migration automnale	113	0	0	0	-
Suivi 2024	198	0	0	0	-

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

Les taux de mortalité annuelle estimés 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 et la variabilité dans les dimensions des éoliennes suivies, 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 Des Cultures	
Suivi effectué en 2022 (Dalthorp – Huso)	0,48 – 0,54
Suivi effectué en 2023 (Dalthorp – Huso)	0
Suivi effectué en 2024 (Dalthorp – Huso)	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)

3.5 Taux de mortalité des oiseaux

Le taux de mortalité des oiseaux calculé à l'aide de l'équation de Huso *et al.* (2018) est de 0,008 oiseau/éolienne/jour durant la période de migration printanière et de 0,012 oiseau/éolienne/jour durant la période de migration automnale. En moyenne en 2024, le taux de mortalité quotidienne est estimé à 0,010 oiseau/éolienne/jour. Pour toute la période de suivi couverte en 2024 (198 jours), ce taux est estimé à 2,03 oiseaux/éolienne (tableau 9).

Le taux de mortalité des oiseaux calculé à l'aide du modèle de Dalthorp *et al.* (2018) est de 0,010 oiseau/éolienne/jour durant la période de migration printanière et de 0,008 oiseau/éolienne/jour pour la période de migration automnale. En moyenne en 2024, le taux de mortalité quotidienne est estimé à 0,009 oiseau/éolienne/jour. Pour toute la période de suivi couverte en 2024 (198 jours), ce taux est estimé à 1,77 oiseaux/éolienne (tableau 9).

Toutefois, ce résultat doit être pris avec précaution considérant qu'il repose sur la découverte de trois carcasses dans un parc éolien comprenant peu d'éoliennes, et que la surface de référence (de 130 m sur 130 m) est près de deux fois plus grande que les surfaces ayant fait l'objet de suivi dans le passé au Québec. À titre indicatif, le taux de mortalité des oiseaux calculé en considérant la parcelle de suivi de 97,5 m sur 97,5 m est de 1,31 oiseau/éolienne à l'aide de l'équation de Huso *et al.* (2018) et de 1,14 oiseau/éolienne à l'aide de l'équation de Dalthorp *et al.* (2018).

Tableau 9 Estimation des taux de mortalité des oiseaux dans le parc éolien Des Cultures en 2024

Période d'inventaire	Durée du suivi (jour)	Nombre d'individus trouvés	Taux de mortalité quotidienne (individu/éolienne/jour)	Taux de mortalité par période (individu/éolienne)	Intervalle de confiance
Huso et al. (2018)					
Migration printanière	85	1	0,008	0,66	0,49 – 1,87
Migration automnale	113	2	0,012	1,37	1,03 – 2,00
Suivi 2024	198	3	0,010	2,03	1,05 – 3,43
Dalthorp et al. (2018)					
Migration printanière	85	1	0,010	0,87	0,17 – 2,81
Migration automnale	113	2	0,008	0,92	0,33 – 2,04
Suivi 2024	198	3	0,009	1,77	0,50 – 4,05

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 que la mortalité serait, en moyenne, de 8,2 oiseaux/éolienne/an (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). Les taux de mortalité obtenus pour le parc éolien Des Cultures en 2022, en 2023 et en 2024 sont supérieurs à la moyenne provinciale et inférieurs à la moyenne canadienne. Les suivis effectués ailleurs en Amérique du Nord montrent des taux globalement supérieurs (tableau 10). Les taux de mortalité inscrits au tableau 10 sont présentés à titre indicatif. Les comparaisons sont limitées par des différences méthodologiques et la variabilité dans les dimensions des éoliennes suivies, 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 Des Cultures	
Suivi effectué en 2022 (Dalthorp – Huso)	2,06 – 2,13
Suivi effectué en 2023 (Dalthorp – Huso)	3,72 – 5,24
Suivi effectué en 2024 (Dalthorp – Huso)	1,77 – 2,03
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)

3.6 Taux de mortalité des chauves-souris

Le taux de mortalité des chauves-souris calculé à l'aide de l'équation de Huso *et al.* (2018) est de 0,078 chauve-souris/éolienne/jour durant la période de reproduction et de 0,095 chauve-souris/éolienne/jour pour la période de migration automnale. En moyenne en 2024, le taux de mortalité quotidienne est estimé à 0,086 chauve-souris/éolienne/jour. Pour toute la période de suivi couverte en 2024 (156 jours), ce taux est estimé à 13,48 chauves-souris/éolienne (tableau 11).

Le taux de mortalité des chauves-souris calculé à l'aide du modèle de Dalthorp *et al.* (2018) est de 0,063 chauve-souris/éolienne/jour durant la période de reproduction et de 0,076 chauve-souris/éolienne/jour pour la période de migration automnale. En moyenne en 2024, le taux de mortalité quotidienne est estimé à 0,070 chauve-souris/éolienne/jour. Pour toute la période de suivi couverte en 2024 (156 jours), ce taux est estimé à 10,92 chauves-souris/éolienne (tableau 11).

En raison du nombre de carcasses comptabilisées dans les calculs et de la taille des échantillons cumulés pour les tests de standardisation (persistance des carcasses et efficacité des observateurs), aucune comparaison statistique n'a pu être effectuée entre les éoliennes, entre les classes de végétation ou entre les espèces. Ce type d'analyse requiert un minimum de dix échantillons par combinaison de covariables (Huso *et al.*, 2018).

Tableau 11 Estimation des taux de mortalité des chauves-souris dans le parc éolien Des Cultures en 2024

Période d'inventaire	Durée du suivi (jour)	Nombre d'individus trouvés	Taux de mortalité quotidienne (individu/éolienne/jour)	Taux de mortalité par période (individu/éolienne)	Intervalle de confiance
Huso <i>et al.</i> (2018)					
Reproduction	78	9	0,078	6,09	2,76 – 11,34
Migration automnale	78	11	0,095	7,39	2,39 – 15,61
Suivi 2024	156	20	0,086	13,48	7,02 – 23,64
Dalthorp <i>et al.</i> (2018)					
Reproduction	78	9	0,063	4,95	2,36 – 8,98
Migration automnale	78	11	0,076	5,92	2,98 – 10,39
Suivi 2024	156	20	0,070	10,92	6,60 – 17,83

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

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). En 2016, la mortalité au Québec se situait entre 1,3 et 1,8 chauve-souris/MW (MacGregor & Lemaître, 2020). 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). De plus, les dimensions des éoliennes ont augmenté depuis les années de référence des études citées au tableau 12. Une façon de tenir compte de cette variabilité est d'exprimer les taux de mortalité par mégawatt (MW) et non par éolienne. Ainsi, dans le cas du suivi effectué en 2024 dans le parc éolien Des Cultures, le taux de mortalité des chauves-souris est de 3,38 chauves-souris/MW à l'aide de l'équation de Huso *et al.* (2018) et de 2,73 chauves-souris/MW à l'aide de l'équation de Dalthorp *et al.* (2018).

Les taux de mortalité obtenus pour le parc éolien Des Cultures en 2022, 2023 et 2024 sont supérieurs à la moyenne provinciale, mais inférieurs à la moyenne canadienne. Cependant, il faut prendre en considération que la surface de référence (de 130 m sur 130 m) est près de deux fois plus grande que les surfaces ayant fait l'objet de suivi dans le passé au Québec. Cette extrapolation a pour conséquence de doubler les taux de mortalité estimés, autant avec l'équation de Huso *et al.* (2018) qu'avec le modèle de Dalthorp *et al.* (2018). Les taux de mortalité obtenus pour le parc éolien Des Cultures en 2022, 2023 et 2024 sont donc surestimés.

Différentes études ont porté sur la répartition spatiale des chauves-souris au sol autour des éoliennes après une collision. Il est bien documenté que cette distribution est hétérogène puisqu'elle varie selon plusieurs facteurs (Huso, 2018; Huso & Dalthorp, 2014; Smallwood, 2013). Environ 90% des chauves-souris tomberaient à moins de 50 m de l'éolienne (Choi *et al.*, 2020; Hull & Muir, 2010; Prakash & Markfort, 2020, 2022). En couvrant une parcelle de 97,5 m sur 97,5 m, soit un rayon minimal de 48,75 m, les observateurs ont alors inventorié une proportion significative de la surface à l'intérieur de laquelle la majorité des chauves-souris sont susceptibles de tomber. À titre indicatif, le taux de mortalité des chauves-souris calculé en considérant la parcelle de suivi de 97,5 m sur 97,5 m est de 8,77 chauves-souris/éolienne à l'aide de l'équation de Huso *et al.* (2018) et de 7,14 chauves-souris/éolienne à l'aide de l'équation de Dalthorp *et al.* (2018).

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 Des Cultures	
Suivi effectué en 2022 (Dalthorp – Huso)	11,81 – 13,82
Suivi effectué en 2023 (Dalthorp – Huso)	3,73 – 6,74
Suivi effectué en 2024 (Dalthorp – Huso)	10,92 – 13,48
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
Moyenne évaluée en 2016 (30 parcs éoliens)	1,29 à 1,84 par MW
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; Lemaitre & Drapeau, 2015; MacGregor & Lemaitre, 2020; Smallwood, 2013; Zimmerling & Francis, 2016)

Les mortalités annuelles estimées en 2022 et en 2024 sont similaires. Une mortalité beaucoup plus faible avait été estimée en 2023. Cette variation pourrait être attribuable à des variations de conditions météorologiques, aux feux de forêt qui ont frappé le Québec en 2023, voire d'autres facteurs environnementaux ou démographiques. L'analyse intégratrice des trois années de suivi permet de dresser un portrait moyen des conditions d'exploitation du parc éolien Des Cultures. Le taux de mortalité des chauves-souris, calculé à l'aide de l'équation de Dalthorp *et al.* (2018), en considérant la parcelle de suivi

de 130 m sur 130 m est de 31,56 chauves-souris/éolienne pour les trois années de suivi (2022-2023-2024), ce qui équivaut à 7,89 chauves-souris/MW. À titre indicatif, le taux de mortalité des chauves-souris calculé en considérant la parcelle de suivi de 97,5 m sur 97,5 m est de 20,74 chauves-souris/éolienne pour les trois années, ce qui équivaut à 5,19 chauves-souris/MW.

4 Conclusion

Les répercussions du parc éolien Des Cultures sur la faune avienne et les chauves-souris ont été documentées en 2024 durant la troisième année d'exploitation de celui-ci.

Aucun rapace n'a été découvert lors du suivi standardisé de la mortalité en 2024. Le taux de mortalité estimé pour les périodes couvertes en 2024 est donc de 0 individu/éolienne. Un résultat identique a été obtenu en 2023. Un balbuzard pêcheur avait été découvert en 2022 lors du suivi standardisé, de même qu'une crécerelle d'Amérique en dehors du suivi.

Trois oiseaux, autres que des rapaces, ont été découverts lors du suivi standardisé de la mortalité en 2024. Le taux de mortalité estimé pour les périodes couvertes est de 1,77 individus/éolienne ou de 2,03 individus/éolienne, selon la formule utilisée. Les taux de mortalité obtenus pour le parc éolien Des Cultures depuis sa mise en service ont varié légèrement d'une année à l'autre. Ils sont demeurés supérieurs à la moyenne provinciale et inférieurs à la moyenne canadienne. Aucune mortalité d'oiseaux à statut particulier n'a été découverte dans le parc éolien Des Cultures depuis sa mise en service.

Au total, vingt chauves-souris ont été découvertes lors du suivi standardisé de la mortalité en 2024. Le taux de mortalité des chauves-souris estimé pour les périodes couvertes (22 semaines) est de 10,92 chauves-souris/éolienne ou de 13,48 chauves-souris/éolienne, selon la formule utilisée. Depuis la mise en service du parc éolien, le taux de mortalité des chauves-souris (cumulatif pour les trois années de suivi, soit 2022, 2023 et 2024) est de 31,56 chauves-souris/éolienne. Ces taux, ramenés sur une base annuelle, sont supérieurs à la moyenne provinciale et inférieurs à la moyenne canadienne.

Tous ces taux sont surestimés considérant que la surface de référence (de 130 m sur 130 m) est environ deux fois plus grande que la surface couverte pour la recherche de carcasses (de 97,5 sur 97,5 m), elle-même plus grande que la surface généralement couverte dans les suivis similaires effectués au Québec (80 m sur 80 m), d'autant plus que la majorité des carcasses tombent à moins de 50 m de la base des éoliennes.

Bibliographie

- Activa environnement (2021). *Projet éolien Des Cultures - Programme de suivi de la faune avienne et des chauves-souris* Présenté à Énergie renouvelable Des Cultures S.E.C. Septembre 2021 Rév.01. 10 p.
- 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.
- Choi, D. Y., T. W. Wittig & B. M. Kluever (2020). An evaluation of bird and bat mortality at wind turbines in the Northeastern United States. *PLoS ONE*, 15 (8): 1-22.
- Dalthorp, D., L. Madsen, M. Huso, P. Rabie, R. Wolpert, J. Studyvin, *et al.* (2018). *GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality*. U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. A2, 13 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 (2024). *Registre public des espèces en péril*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril.html> en décembre 2024.
- Gouvernement du Québec (2024). *Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables*. Repéré à <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/gestion-faune-habitats-fauniques/especes-fauniques-menacees-vulnerables/liste> en décembre 2024.
- Hayes, M. A. (2013). Bats Killed in Large Numbers at United States Wind Energy Facilities. *BioScience*, 63: 975-979.
- Hull, C. L. & S. Muir (2010). Search areas for monitoring bird and bat carcasses at wind farms using a Monte-Carlo model. *Australasian Journal of Environmental Management*, 17: 77-87.
- Huso, M., D. Dalthorp & F. Korner-Nievergelt (2017). Statistical principles of post-construction fatality monitoring design in Perrow M. editor. *Wildlife and wind farms, conflicts and solutions, Volume 2, Onshore: monitoring and mitigation*. Exeter: Pelagic Publishing. Chapter 4.
- Huso, M. M., N. Som & L. Ladd (2018). *Fatality estimator user's guide (ver. 1.2, December 2018)*. U.S. Geological Survey Data Series 729. 22 p.
- Huso, M. M. P. (2018). Where Carcasses Land – and Why It Matters. In *Proceedings of the Wind-Wildlife Research Meeting XII. St. Paul, MN November 28-30, 2018*. Prepared for the Wildlife Workgroup of the National Wind Coordinating Collaborative by the American Wind Wildlife Institute, Washington, DC, Susan Savitt Schwartz, ed.
- Huso, M. M. P. & D. Dalthorp (2014). Accounting for Unsearched Areas in Estimating Wind Turbine-Caused Fatality. *Journal of Wildlife Management*, 78 (2): 347-358.

- 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.
- MacGregor, K. A. & J. Lemaître (2020). The management utility of large-scale environmental drivers of bat mortality at wind energy facilities: The effects of facility size, elevation and geographic location. *Global Ecology and Conservation*, 21 (2020): e00871.
- MDDEFP (2013). *Protocole de suivi des mortalités d'oiseaux et de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec – Novembre 2013*. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Secteur faune. 20 p.
- 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.
- Prakash, S. & C. D. Markfort (2020). Experimental investigation of aerodynamic characteristics of bat carcasses after collision with a wind turbine. *Wind Energy Science*, 5: 745-758.
- Prakash, S. & C. D. Markfort (2022). A Monte-Carlo based 3-D ballistics model for guiding bat carcass surveys using environmental and turbine operational data. *Ecological Modelling*, 470: 110029.
- Simonis, J., D. Dalthorp, M. Huso, J. Mintz, L. Madsen, P. Rabie, *et al.* (2018). *GenEst user guide—Software for a generalized estimator of mortality*. U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. C19, 72 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 Description des zones de suivi de chaque site dans le parc éolien Des Cultures en 2024

Éolienne	Couverture végétale dans la zone de suivi (%)					
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Arbustive	Arborescente
T1	6,2	5,5	-	87,06	1,2	-
T2	6,2	4,1	-	89,7	-	-
T3	13,3	-	60,8	23,6	-	-
T4	9,0	1,8	83,2	-	-	6,0
T5	6,2	0,5	32,6	58,9	-	1,8
T6	2,8	-	92,0	-	-	-

Notes : Chaque zone de suivi correspondait à une superficie de 97,5 m x 97,5 m centrée sur l'éolienne.

Les superficies de classe 1, de même que les superficies arbustives et arborescentes, sont demeurées telles qu'elles tout au long du suivi en 2024. La classification des autres milieux a fluctué en fonction des saisons. Les superficies indiquées ont été estimées aux périodes où les hauteurs étaient maximales. Dans ces milieux, le sol était dénudé au printemps (classe 1), puis la végétation pouvait dépasser 30 cm au cours de l'été et en automne (classes 3 et 4).

Les classes de végétation ont été déterminées en fonction de la version 2013 du protocole de référence provincial et sont décrites au tableau 2.

Annexe B Photographies des types de leurres utilisés afin de tester l'efficacité des observateurs dans le parc éolien Des Cultures en 2024



Oiseau (petit)



Oiseau (moyen)



Oiseau (grand)



Chauve-souris (petit)

Annexe C Conditions météorologiques lors du suivi de la mortalité dans le parc éolien Des Cultures en 2024

Date (aaaa-mm-jj)	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
2024-03-20	2	4	5	5	6	6	O	O	O	25-50	75-100	50-75	0	6	0	99,28	99,28	99,26
2024-03-27	7	9	7	4	5	5	SO	SO	SO	50-75	25-50	50-75	0	0	0	100,87	100,76	100,71
2024-04-07	2	7	9	2	3	3	N	N	N	0-25	0-25	0-25	0	0	0	101,52	101,52	101,39
2024-04-10	12	15	15	4	5	5	S	S	S	50-75	75-100	50-75	0	0	0	100,63	100,71	100,66
2024-04-17	7	11	7	5	5	5	SE	SE	S	75-100	75-100	75-100	0	0	2	100,95	100,65	100,26
2024-04-24	5	-	-	4	-	-	NE	-	-	75-100	-	-	5	-	-	99,98	-	-
2024-04-25	-	-	5	-	-	3	-	-	O	-	-	0-25	-	-	0	-	-	102,09
2024-05-01	10	10	12	0	2	2	E	E	E	50-75	50-75	50-75	0	0	0	100,80	100,74	100,64
2024-05-08	10	10	9	5	3	3	N	NE	NE	50-75	50-75	50-75	0	4	2	99,41	99,34	99,31
2024-05-15	12	17	18	3	3	2	NE	NE	NE	25-50	25-50	25-50	0	0	0	100,55	100,49	100,35
2024-05-18	20	21	23	3	4	4	SE	SE	SE	25-50	0-25	0-25	0	0	0	100,99	100,96	100,76
2024-05-21	19	24	-	2	3	-	SO	NO	-	0-25	25-50	-	0	0	-	100,64	100,50	-
2024-05-24	16	18	-	2	4	-	O	O	-	50-75	25-50	-	0	0	-	99,96	100,12	-
2024-05-27	19	19	19	4	6	6	SO	SE	S	75-100	75-100	50-75	0	0	0	100,12	99,83	99,51
2024-05-30	12	17	17	2	3	3	N	NE	NE	0-25	0-25	0-25	0	0	0	101,14	101,05	100,97
2024-06-02	15	22	-	1	1	-	S	SE	-	25-50	25-50	-	0	0	-	101,07	100,92	-
2024-06-05	20	25	-	2	2	-	N	S	-	50-75	50-75	-	0	0	-	100,42	100,28	-
2024-06-08	15	18	-	3	3	-	O	O	-	25-50	75-100	-	0	0	-	99,56	99,58	-
2024-06-11	11	14	15	3	2	3	O	O	O	75-100	75-100	75-100	0	0	0	100,80	100,85	100,85
2024-06-14	19	23	-	3	4	-	O	O	-	50-75	25-50	-	0	0	-	100,19	100,32	-
2024-06-17	16	20	-	3	2	-	S	S	-	75-100	75-100	-	0	0	-	101,07	100,98	-
2024-06-20	26	26	-	2	3	-	O	O	-	50-75	0-25	-	0	0	-	101,66	101,59	-
2024-06-24	-	-	22	-	-	3	-	-	N	-	-	25-50	-	-	0	-	-	100,00
2024-06-26	-	-	27	-	-	3	-	-	O	-	-	50-75	-	-	0	-	-	99,64
2024-06-29	17	16	-	3	4	-	S	S	-	75-100	75-100	-	0	5	-	100,87	100,70	-
2024-07-02	-	-	27	-	-	1	-	-	O	-	-	0-25	-	-	0	-	-	101,61

Date (aaaa-mm-jj)	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
2024-07-05	21	-	27	2	-	2	N	-	E	50-75	-	50-75	0	-	0	100,36	-	100,22
2024-07-08	20	24	-	2	1	-	O	S	-	0-25	0-25	-	0	0	-	101,09	101,01	-
2024-07-11	-	-	22	-	-	2	-	-	N	-	-	75-100	-	-	0	-	-	100,63
2024-07-14	-	27	29	-	3	3	-	O	O	-	0-25	0-25	-	0	0	-	100,89	100,66
2024-07-17	-	-	26	-	-	3	-	-	O	-	-	25-50	-	-	0	-	-	100,10
2024-07-20	18	24	-	2	3	-	O	S	-	0-25	25-50	-	0	0	-	101,04	100,91	-
2024-07-23	18	21	-	1	2	-	N	E	-	75-100	25-50	-	0	0	-	101,14	101,20	-
2024-07-26	16	21	-	3	4	-	O	O	-	25-50	0-25	-	0	0	-	101,29	101,21	-
2024-07-29	-	-	28	-	-	1	-	-	N	-	-	0-25	-	-	0	-	-	100,55
2024-08-01	21	-	28	2	-	1	O	-	N	50-75	-	0-25	0	-	0	100,62	-	100,57
2024-08-04	22	-	-	2	-	-	S	-	-	50-75	-	-	0	-	-	100,43	-	-
2024-08-07	-	-	24	-	-	1	-	-	N	-	-	0-25	-	-	0	-	-	101,08
2024-08-10	19	22	-	4	4	-	O	S	-	25-50	25-50	-	0	0	-	100,42	100,43	-
2024-08-13	16	21	-	3	3	-	S	O	-	25-50	0-25	-	0	0	-	100,99	100,94	-
2024-08-16	18	23	-	2	2	-	O	S	-	-	-	-	0	0	-	101,05	100,97	-
2024-08-19	20	20	-	3	2	-	S	S	-	50-75	50-75	-	0	0	-	99,86	99,90	-
2024-08-22	13	16	-	2	3	-	O	N	-	75-100	75-100	-	1	0	-	101,23	101,27	-
2024-08-25	18	22	-	1	1	-	S	S	-	75-100	0-25	-	0	0	-	101,69	101,68	-
2024-08-28	-	-	21	-	-	2	-	-	N	-	-	0-25	-	-	0	-	-	101,13
2024-08-29	10	-	-	1	-	-	N	-	-	0-25	-	-	0	-	-	101,97	-	-
2024-08-31	18	19	-	2	2	-	S	S	-	25-50	75-100	-	0	0	-	100,76	100,70	-
2024-09-02	-	-	15	-	-	3	-	-	O	-	-	25-50	-	-	0	-	-	101,26
2024-09-03	-	-	21	-	-	3	-	-	O	-	-	25-50	-	-	0	-	-	101,76
2024-09-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024-09-09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024-09-12	-	-	25	-	-	2	-	-	E	-	-	0-25	-	-	0	-	-	101,58
2024-09-16	24	25	28	2	2	2	SO	O	O	0-25	0-25	0-25	0	0	0	102,02	101,91	101,70
2024-09-18	22	22	27	0	0	0	-	-	-	0-25	0-25	0-25	0	0	0	101,41	101,33	101,13
2024-09-21	17	21	22	2	2	2	E	E	E	0-25	0-25	0-25	0	0	0	101,08	101,01	100,91
2024-09-24	18	19	19	3	3	3	SE	SE	E	0-25	0-25	25-50	0	0	0	101,50	101,45	101,36

Date (aaaa-mm-jj)	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
2024-09-27	15	20	-	1	2	-	O	NO	-	0-25	75-100	-	0	0	-	101,11	101,05	-
2024-09-30	17	20	20	1	1	1	N	N	N	0-25	0-25	0-25	0	0	0	101,41	101,34	101,20
2024-10-03	15	22	19	1	1	2	S	S	S	0-25	0-25	0-25	0	0	0	101,23	101,17	101,05
2024-10-06	12	14	18	2	2	5	N	N	N	0-25	0-25	0-25	0	0	0	101,32	101,02	100,58
2024-10-09	11	12	13	3	3	3	O	O	O	0-25	0-25	75-100	0	0	0	100,46	100,42	100,41
2024-10-12	10	10	11	6	7	6	N	N	N	25-50	0-25	0-25	0	0	0	100,61	100,67	100,72
2024-10-15	6	7	7	3	3	6	NO	N	O	75-100	75-100	75-100	0	3	2	100,23	100,10	100,01
2024-10-23	-	23	24	-	2	2	-	SO	S	-	50-75	75-100	-	0	0	-	100,13	100,06
2024-10-30	14	14	15	1	4	3	SE	SE	SE	75-100	25-50	25-50	0	0	0	101,35	101,15	100,97
2024-11-05	12	12	15	4	3	4	NO	O	NO	75-100	75-100	0-25	0	0	0	100,93	100,75	100,59
2024-11-12	5	5	6	6	6	6	NO	NO	NO	0-25	0-25	0-25	0	0	0	101,45	101,56	101,73
2024-11-19	6	9	-	2	2	-	O	O	-	0-25	0-25	-	0	0	-	100,93	100,76	-
2024-11-26	1	1	5	1	1	1	-	-	-	75-100	75-100	75-100	4	4	2	99,91	99,77	99,87

- : aucune donnée

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)

Précipitations :

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

Pression atmosphérique : enregistrée à la station météorologique d'Environnement et Changement climatique Canada située à Saint-Clothide (station 7027039)

Annexe D Carcasses trouvées lors du suivi de la mortalité réalisé dans le parc éolien Des Cultures en 2024

Date (aaaammjj)	Heure	Éolienne	Espèce	Nbre	Coordonnées	Sexe	Âge	Azimet (°)	Distance (m)	Période	État	Cause probable	Substrat
2024-04-07	10 h 04	T4	Plectrophane des neiges	1	Lat. : 45.2188417 Long. : -73.60846944	Femelle	Ind.	50	1	Migration printanière	Intacte	Possible collision	Sol nu
2024-05-15	13 h 32	T2	Chauve-souris cendrée	1	Lat. : 45.2225667 Long. : -73.6188888	Ind.	Ind.	150	30	Reproduction	Intacte	Possible collision	Sol nu
2024-05-18	10 h 15	T2	Grande chauve-souris brune	1	Lat. : 45.2219444 Long. : -73.61923055	Ind.	Adulte	225	44	Reproduction	Intacte	Possible collision	Sol nu
2024-05-18	Ind.	T2	Quiscale bronzé	1	Ind.	Ind.	Immature	Ind.	Ind.	Hors suivi	Intacte	Ind.	Ind.
2024-05-21	09 h 50	T3	Chauve-souris argentée	1	Lat. : 45.2166806 Long. : -73.6228861	Ind.	Ind.	79	20	Reproduction	Partiellement détériorée	Possible collision	Végétation courte (< 15 cm)
2024-06-11	09 h 14	T6	Chauve-souris sp.	1	Lat. : 45.2137611 Long. : -73.61374166	Ind.	Ind.	81	42	Reproduction	Détériorée	Ind.	Végétation courte (< 15 cm)
2024-06-14	11 h 47	T5	Chauve-souris cendrée	1	Lat. : 45.2153472 Long. : -73.60767222	Ind.	Ind.	125	68	Reproduction	Partiellement détériorée	Possible collision	Végétation courte (< 15 cm)
2024-06-29	10 h 20	T5	Grande chauve-souris brune	1	Lat. : 45.215325 Long. : -73.6067805	Femelle	Adulte	179	51	Reproduction	Intacte	Possible collision	Végétation courte (< 15 cm)
2024-07-02	19 h 10	T5	Sittelle à poitrine rousse	1	Lat. : 45.2148222 Long. : -73.60714999	Mâle	Ind.	207	10	Hors suivi	Partiellement détériorée	Possible collision	Sol nu
2024-07-14	11 h 45	T1	Chauve-souris cendrée	1	Lat. : 45.2267944 Long. : -73.61831666	Ind.	Adulte	4	17	Reproduction	Partiellement détériorée	Collision avec une pale	Végétation courte (< 15 cm)
2024-07-14	17 h 44	T5	Chauve-souris rousse	1	Lat. : 45.2152222 Long. : -73.60663611	Ind.	Ind.	44	52	Reproduction	Détériorée	Collision avec une pale	Sol nu
2024-07-23	08 h 52	T3	Chauve-souris cendrée	1	Lat. : 45.2166306 Long. : -73.6228388	Ind.	Adulte	38	22	Reproduction	Détériorée	Collision avec la tour	Sol nu
2024-08-01	05 h 28	T1	Grande chauve-souris brune	1	Lat. : 45.2269889 Long. : -73.61794722	Ind.	Immature	51	46	Migration automnale	Intacte	Collision avec la tour	Végétation courte (< 15 cm)

Date (aaaaammjj)	Heure	Éolienne	Espèce	Nbre	Coordonnées	Sexe	Âge	Azimut (°)	Distance (m)	Période	État	Cause probable	Substrat
2024-08-07	18 h 10	T1	Chauve-souris sp.	1	Lat. : 45.226575 Long. : -73.61799166	Ind.	Adulte	90	25	Migration automnale	Partiellement détériorée	Collision avec la tour	Sol nu
2024-08-16	07 h 00	T2	Chauve-souris cendrée	1	Lat. : 45.2223028 Long. : -73.61866944	Ind.	Adulte	30	19	Migration automnale	Partiellement détériorée	Ind.	Végétation courte (< 15 cm)
2024-08-16	07 h 53	T3	Chauve-souris cendrée	1	Lat. : 45.2166667 Long. : -73.621966	Ind.	Adulte	90	49	Migration automnale	Intacte	Ind.	Végétation courte (< 15 cm)
2024-08-25	07 h 20	T1	Chauve-souris cendrée	1	Lat. : 45.2266278 Long. : -73.6188166	Femelle	Adulte	180	38	Migration automnale	Intacte	Ind.	Sol nu
2024-08-25	09 h 15	T3	Chauve-souris argentée	1	Lat. : 45.2169194 Long. : -73.62261944	Mâle	Adulte	180	17	Migration automnale	Intacte	Ind.	Végétation courte (< 15 cm)
2024-08-25	10 h 17	T6	Sittelle à poitrine rousse	1	Lat. : 45.2140833 Long. : -73.6140277	Femelle	Adulte	60	45	Migration automnale	Intacte	Ind.	Végétation courte (< 15 cm)
2024-08-25	11 h 16	T4	Bruant chanteur	1	Lat. : 45.2187944 Long. : -73.6086583	Ind.	Adulte	90	0	Migration automnale	Intacte	Collision avec la tour	Sol nu
2024-08-29	05 h 57	T1	Chauve-souris sp.	1	Lat. : 45.2265556 Long. : -73.61850277	Ind.	Adulte	90	16	Migration automnale	Détériorée	Ind.	Sol nu
2024-08-31	07 h 40	T5	Chauve-souris argentée	1	Lat. : 45.2149417 Long. : -73.607111	Mâle	Adulte	30	1	Migration automnale	Intacte	Collision avec la tour	Sol nu
2024-09-16	13 h 32	T3	Chauve-souris argentée	1	Lat. : 45.2168472 Long. : -73.6226361	Ind.	Ind.	352	11	Migration automnale	Partiellement détériorée	Ind.	Sol nu
2024-09-21	08 h 29	T1	Chauve-souris argentée	1	Lat. : 45.2266667 Long. : -73.61814444	Ind.	Ind.	81	14	Migration automnale	Intacte	Ind.	Sol nu
2024-10-06	11 h 00	T4	Chauve-souris argentée	1	Lat. : 45.2185667 Long. : -73.6088527	Ind.	Adulte	219	36	Migration automnale	Intacte	Ind.	Sol nu

Notes Ind. : indéterminé
Lat. : latitude
Long. : longitude

Annexe E Photographies des carcasses d'oiseaux et de chauves-souris trouvées dans le parc éolien Des Cultures en 2024



Plectrophane des neiges
(éolienne T4, 2024-04-07)



Chauve-souris cendrée
(éolienne T2, 2024-05-15)



Grande chauve-souris brune
(éolienne T2, 2024-05-18)



Quiscale bronzé (Hors suivi)
(éolienne T2, 2024-05-18)



Chauve-souris argentée
(éolienne T3, 2024-05-21)



Chauve-souris sp.
(éolienne T6, 2024-06-11)



Chauve-souris cendrée
(éolienne T5, 2024-06-14)



Grande chauve-souris brune
(éolienne T5, 2024-06-29)



Sittelle à poitrine rousse (hors suivi)
(éolienne T5, 2024-07-02)



Chauve-souris cendrée
(éolienne T1, 2024-07-14)



Chauve-souris rousse
(éolienne T5, 2024-07-14)



Chauve-souris cendrée
(éolienne T3, 2024-07-23)



Grande chauve-souris brune
(éolienne T1, 2024-08-01)



Chauve-souris sp.
(éolienne T1, 2024-08-07)



Chauve-souris cendrée
(éolienne T2, 2024-08-16)



Chauve-souris cendrée
(éolienne T3, 2024-08-16)



Chauve-souris cendrée
(éolienne T1, 2024-08-25)



Chauve-souris argentée
(éolienne T3, 2024-08-25)



Sittelle à poitrine rousse
(éolienne T6, 2024-08-25)



Bruant chanteur
(éolienne T4, 2024-08-25)



Chauve-souris sp.
(éolienne T1, 2024-08-29)



Chauve-souris argentée
(éolienne T5, 2024-08-31)



Chauve-souris argentée
(éolienne T3, 2024-09-16)



Chauve-souris argentée
(éolienne T1, 2024-09-21)



Chauve-souris argentée
(éolienne T4, 2024-10-06)

