



RWE

Parc éolien des Pierrots - communes de Saint-Georges- sur-Arnon et Migny (36)

Parc éolien Les Pierrots SAS
avril 2024

**Suivi de la mortalité de
l'avifaune et des
chiroptères**



biotopé

Citation recommandée	Biotope, 2023, Parc éolien des Pierrots - communes de Saint-Georges-sur-Arnon et Migny (36), Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères. RWE. 198 p.	
Version/Indice	VF	
Date	avril 2024	
Nom de fichier	Les_Pierrots_RWE_SuiviMortalite2023_Biotope_V4	
Référence dossier	2023045	
Maître d'ouvrage	RWE	
Interlocuteurs	Julien MADON	Contact : julien.madon@rwe.com Tél : 06 81 63 52 47
Biotope, Rédaction de l'étude	Julien TRANCHARD	Contact : jtranchard@biotope.fr Tél : 06 35 46 29 01
Biotope, Contrôleur qualité	Nicolas CARENTON	Contact : ncarenton@biotope.fr

Avant-propos

Le parc éolien des Pierrots (Indre) a été mis en service le 26 août 2021.

La société Parc éolien Les Pierrots SAS a missionné Biotope pour la réalisation du suivi de mortalité du parc éolien en 2022 et 2023 ainsi que pour la réalisation d'une étude des chiroptères en nacelle conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018) pris en application de l'article 12 de l'Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, à l'étude d'impact environnemental, et à l'arrêté d'autorisation du projet.

Le présent document présente les résultats des suivis réalisés en 2023 par le bureau d'études BIOTOPE. L'objectif de ce suivi est d'estimer les taux de mortalité des chauves-souris et des oiseaux, liés à l'exploitation du parc éolien des Pierrots.

Au regard des éléments fournis (volet faune de l'étude d'impact) et des échanges réalisés pour la réalisation de l'offre commerciale, un protocole adapté, issu du document validé par le Ministère « Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens », fixant les modalités à suivre, notamment pour la réalisation d'un suivi de mortalité, a été mis en œuvre.

Ce protocole mis en œuvre et le rapport qui en découle tiennent compte des modalités (période et nombre de passage par semaine) à suivre et qui sont précisées dans l'arrêté préfectoral d'exploitation du parc éolien des Pierrots.

Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	15
1	Contexte – présentation du parc et données historiques	16
1.1	Présentation du parc	16
1.2	Rappel des enjeux de l'étude d'impact	18
1.3	Rappel des suivis ICPE antérieurs	21
2	Méthodologie appliquée	21
2.1	Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national	21
2.2	Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées	22
2.3	Conditions de réalisation du suivi de mortalité	27
2.4	Méthodologie de l'écoute des chiroptères en altitude	33
2.5	Équipe de travail	45
2	Synthèse et analyse des résultats	46
1	Résultats du suivi de mortalité	47
1.1	Résultats bruts	47
1.2	Analyse des résultats	61
1.3	Analyse de la mortalité à partir de l'estimateur GenEst	75
1.4	Synthèse du suivi de mortalité	87
2	Résultat de l'activité des chiroptères en altitude	89
2.1	Espèces contactées	89
2.2	Analyse générale de l'activité des chiroptères	90
2.3	Variation de l'activité des chiroptères en hauteur au cours du temps	97
2.4	Analyse de l'activité des chiroptères en fonction de l'heure	106
2.5	Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques	111
2.6	Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères	131
3	Facteurs d'impact et mesures correctives	133
3.1	Analyse croisée avec l'étude d'impact	133
3.2	Analyse croisée entre les suivis mortalités de 2022 et 2023	135
3.3	Comparaison interannuelle des effets du parc sur la faune volante et évaluation de la mesure de bridage	138
3.4	Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères en 2023	144
4	Mesures correctives	157
3	Conclusion	160
4	Bibliographie	164

Liste des tableaux

Tableau 1 : Historique des suivis ICPE réalisés sur le parc des Pierrots depuis sa mise en service (août 2021).	21
Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques	28
Tableau 3 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 4 tests).	31
Tableau 4 : Répartition des 53 passages suivant l'année.	32
Tableau 5 : Paramètres d'enregistrement des enregistreurs en 2023.	34
Tableau 6 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2023.	35
Tableau 7 : Référentiel Altichiro-Altitude utilisé pour l'étude des Pierrots.	38
Tableau 8 : Équipe de travail	45
Tableau 9 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.	48
Tableau 10 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 21/09/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2022 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut.	56
Tableau 11 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Pierrots.	56
Tableau 12 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 21/09/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2022 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine.	59
Tableau 13 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauve-souris touchées par le parc de Pierrots.	60
Tableau 14 : Bilan de l'occupation du sol pour les quatre éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (53 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).	62
Tableau 15 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 54 passages	68
Tableau 16 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour	

chacune des onze éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.	69
Tableau 17 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) sur l'ensemble du parc.	70
Tableau 18 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation	71
Tableau 19 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi	72
Tableau 20 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi.	73
Tableau 21 : Proportion de la surface prospectée par éolienne.	75
Tableau 22 : Estimation médiane et intervalle de confiance à 90% de l'efficacité de recherche.	76
Tableau 23 : Estimations des durées médianes de persistance et intervalles de confiance à 90% lors des tests de persistance et pour chacune des éoliennes.	78
Tableau 24 : Estimation de la mortalité tout groupe confondu (médiane) et intervalles de confiance à 90% par éolienne.	83
Tableau 25 : Estimation de la mortalité de l'avifaune (médiane) et intervalles de confiance à 90% par éolienne.	85
Tableau 26 : Estimation de la mortalité des chiroptères (médiane) et intervalles de confiance à 90% par éolienne.	87
Tableau 27 : Statuts de protection et de conservation des espèces et groupe d'espèces de chiroptères recensées en altitude sur le parc éolien des Pierrots en 2023.	90
Tableau 28 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur les éoliennes E3 des Pierrots en 2022 et 2023.	91
Tableau 29 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur les éoliennes E11 des Pierrots en 2022 et 2023.	92
Tableau 30 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période printanière.	94
Tableau 31 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période estivale.	95
Tableau 32 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période automnale.	96
Tableau 33 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction des vitesses de vent en altitude sur les éoliennes du parc des Pierrots suivies en 2022 et 2023.	116
Tableau 34 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction de la température en altitude sur les deux éoliennes suivies sur le parc des Pierrots en 2022 et 2023.	124
Tableau 35 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité	133

Tableau 36 : Croisement des informations sur les espèces impactées issues des 2 années de suivis mortalités (2022 à 2023).	136
Tableau 37 : Croisement des informations sur l'estimation de la mortalité issues des deux années de suivi mortalité (2022 à 2023).	137
Tableau 38 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi 2022.	140
Tableau 39 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi 2023.	140
Tableau 40 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi 2022.	142
Tableau 41 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi 2023.	142
Tableau 42 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur les éoliennes E3 des Pierrots 2023.	147
Tableau 43 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur les éoliennes E11 des Pierrots 2023.	148
Tableau 44 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce en 2023	151
Tableau 45 : Croisement des informations sur l'évaluation de l'activité en altitude issues des deux années de suivi.	151
Tableau 46 : Bridages en vigueur sur le parc des Pierrots en 2023.	156
Tableau 47 : Simulation de couverture du bridage avec les paramètres utilisés en 2023.	156
Tableau 48 : Proposition de bridage spécifique des éoliennes pour le parc des Pierrots pour 2024.	158
Tableau 49 : Proposition de bridage « cut-in-speed » pour le parc des Pierrots pour 2024.	159
Tableau 50 : Proposition de bridage « cut-in-speed » pour le parc des Pierrots pour 2024.	162
Tableau 51 : Proposition de bridage pour les chauves-souris sur le parc des Pierrots en 2024.	163

Liste des Figures

Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien des Pierrots	16
Figure 2 : Eoliennes 1 à 11 du parc des Pierrots (de gauche à droite et de haut en bas)	17
Figure 3 : Localisation des points d'écoute « Chiroptères » réalisés dans le cadre de l'étude d'impact.	20
Figure 4 : Carte des déplacements des Chiroptères définie dans l'étude d'impact.	20

Figure 5 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope	31
Figure 6 : Situation et disposition des éoliennes équipées avec des SMART au sein du parc éolien des Pierrots.	33
Figure 7 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope.	35
Figure 8 : Répartition spatiale des points-nuits pour chaque référentiel.	37
Figure 9 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude.	41
Figure 10 : Courbe d'accumulation des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude au niveau de l'éolienne E3 du parc éolien des Pierrots en 2023.	42
Figure 11 : Courbe d'accumulation des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude au niveau de l'éolienne E11 du parc éolien des Pierrots en 2023.	43
Figure 12. Schéma temporel de la vitesse du vent à 98 m au niveau de l'éolienne E3, en 2023.	43
Figure 13. Schéma temporel de la vitesse du vent à 98 m au niveau de l'éolienne E11, en 2023.	43
Figure 14. Schéma temporel des températures à 98 m au niveau de l'éolienne E3, en 2023.	44
Figure 15. Schéma temporel de températures à 98 m au niveau de l'éolienne E11, en 2023.	44
Figure 16 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien des Pierrots.	47
Figure 17 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Alouette des champs, Buse variable, Bruant proyer, Faucon crécerelle, Grive mauvis, Martinet noir, le Grand murin, la Noctule commune, Pipistrelle de Kuhl. © Biotope.	50
Figure 18 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien des Pierrots	51
Figure 19 : Nombre de cadavres découverts par éolienne.	52
Figure 20 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc des Pierrots. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.	53
Figure 21 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En grisé, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation. La ligne noire marque la limite du tampon de la zone échantillonnée (démarcation de la zone d'étude).	53
Figure 22 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute de votre parc à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2022).	61
Figure 23 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi	64

Figure 24 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09, E10, E11 (de gauche à droite et de haut en bas) le 2 mars 2023 (premier passage)	65
Figure 25 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09, E10, E11 (de gauche à droite et de haut en bas) le 26 octobre 2023 (passage 48)	66
Figure 26 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. En haut : évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, en bas : synthèse (boîte à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1er quartile, médiane en gras, 3ème quartile, maximum).	67
Figure 27 : Durées de persistance moyenne et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation.	69
Figure 28 : Taux d'efficacité de recherche globale à l'échelle du parc des Pierrots	70
Figure 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien des Pierrots au cours du suivi de 2023 sur 273 jours.	73
Figure 30 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien des Pierrots au cours du suivi de 2023 sur 273 jours.	74
Figure 31 : Variation de l'efficacité de recherche (p) en fonction de l'éolienne.	77
Figure 32 : Persistance observée (courbe noir : Kaplan-Meier) et estimée (couleurs) des cadavres au cours du temps.	79
Figure 33 : Distribution de la probabilité de détection globale estimée par éolienne.	80
Figure 34 : Distribution de la mortalité estimée tout groupe confondu sur l'ensemble du parc (gauche) et stratifiée par éolienne (droite).	82
Figure 35 : Distribution de la mortalité estimée de l'avifaune sur l'ensemble du parc (gauche) et stratifiée par éolienne (droite).	84
Figure 36 : Distribution de la mortalité estimée des chiroptères sur l'ensemble du parc (gauche) et stratifiée par éolienne (droite).	86
Figure 37 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.	97
Figure 38 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.	98
Figure 39 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.	98
Figure 40 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.	99
Figure 41 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.	99
Figure 42 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.	100

Figure 43 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.	100
Figure 44 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.	101
Figure 45 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2022.	102
Figure 46 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2022.	102
Figure 47 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2023.	103
Figure 48 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2023.	103
Figure 49 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2022.	104
Figure 50 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2022.	105
Figure 51 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2023.	106
Figure 52 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2023.	106
Figure 53 : Eolienne E3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues en 2022.	107
Figure 54 : Eolienne E11 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues en 2022.	107
Figure 55 : Eolienne E3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues en 2023.	107
Figure 56 : Eolienne E11 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues en 2023.	107
Figure 57 : Eolienne E3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période des mois d'août à octobre.	108
Figure 58 : Eolienne E11 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période des mois d'août à octobre.	108
Figure 59 : Eolienne E3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période des mois d'août à octobre en 2023.	109
Figure 60 : Eolienne E11 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période des mois d'août à octobre en 2023.	109
Figure 61 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E3 du parc des Pierrots en 2022.	109
Figure 62 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E11 du parc des Pierrots en 2022.	110

Figure 63 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E3 du parc des Pierrots en 2023.	110
Figure 64 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E11 du parc des Pierrots en 2023.	111
Figure 65 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne E3 des Pierrots 2 en 2022.	112
Figure 66 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022 (pourcentage d'observation cumulée).	113
Figure 67 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.	113
Figure 68 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023 (pourcentage d'observation cumulée).	114
Figure 69 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.	114
Figure 70 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022 (pourcentage d'observation cumulée).	115
Figure 71 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.	115
Figure 72 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023 (pourcentage d'observation cumulée).	116
Figure 73 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.	117
Figure 74 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.	117
Figure 75 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.	118
Figure 76 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.	118
Figure 77 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.	119
Figure 78 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022 (pourcentage d'observation cumulée).	120
Figure 79 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.	121
Figure 80 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023 (pourcentage d'observation cumulée).	121
Figure 81 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.	122

Figure 82 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022 (pourcentage d'observation cumulée).	122
Figure 83 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.	123
Figure 84 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023 (pourcentage d'observation cumulée).	123
Figure 85 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.	125
Figure 86 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.	125
Figure 87 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.	126
Figure 88 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.	126
Figure 89 : Eolienne E3 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2022 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions).	127
Figure 90 : Eolienne E3 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2022 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris.	128
Figure 91 : Eolienne E3 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2023 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions).	128
Figure 92 : Eolienne E3 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2023 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris.	129
Figure 93 : Eolienne E11 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2022 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions).	129
Figure 94 : Eolienne E11 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2022 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris.	130
Figure 95 : Eolienne E11 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2023 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions).	130
Figure 96 : Eolienne E11 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2023 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris.	131

Figure 97 : Evolution de la mortalité observée au cours des 2 années de suivi 2022 et 2023 (sur les périodes communes aux deux années S9 à S17 et S31 à S48).	139
Figure 98 : Evolution de la mortalité la plus probable (suivant la méthode d'HUSO) sur le parc des Pierrots pour 2022 et 2023 pour les chiroptères.	141
Figure 99 : Evolution de la mortalité la plus probable (suivant la méthode d'HUSO) sur le parc des Pierrots de 2022 à 2023 pour les oiseaux.	143
Figure 100 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc des Pierrots en 2023	144
Figure 101 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2023.	145
Figure 102 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2023.	145
Figure 103 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2023.	146
Figure 104 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2023.	146
Figure 105 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Pierrots en 2023.	147
Figure 106 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2023.	149
Figure 107 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2023.	149
Figure 108 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2023.	150
Figure 109 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2023.	150
Figure 110 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E3 du parc des Pierrots en 2022.	153
Figure 111 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E11 du parc des Pierrots en 2022.	153
Figure 112 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E3 du parc des Pierrots en 2023.	154
Figure 113 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E11 du parc des Pierrots en 2023.	154
Figure 114 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018	169
Figure 115 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).	169

Annexes

Annexe 1 : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité	168
Annexe 2 : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale	169
Annexe 3 : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques	170
Annexe 4 : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%	172
Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL	173
Annexe 6 : Paramètres utilisés lors des analyses de données dans le logiciel GenEst	197

1

Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1 Contexte – présentation du parc et données historiques

1.1 Présentation du parc

Le parc éolien des Pierrots se situe dans le département de l'Indre (36), en région Centre Val-de-Loire. Il est localisé à environ 31 km à l'ouest de Bourges et 121 km au sud d'Orléans.

Le parc, mis en service le 26 août 2021, comprend 11 éoliennes modèle N117TS98/2400 de 2,4 MW de puissance unitaire. Ces éoliennes ont une hauteur de nacelle de 98 m et disposent d'un rotor de 117 m de diamètre.

Le parc des Pierrots se situe au sein d'une plaine agricole céréalière.



Figure 1 : Situation et disposition des éoliennes du parc éolien des Pierrots

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Figure 2 : Eoliennes 1 à 11 du parc des Pierrots (de gauche à droite et de haut en bas)

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.2 Rappel des enjeux de l'étude d'impact

L'objectif de cette partie est de résumer et de faire ressortir les espèces à enjeux identifiées lors de l'étude d'impact du projet éolien réalisée en 2014 afin de les comparer avec les résultats des suivis post-implantations réalisés en 2023. L'étude d'impact a été conjointement réalisée par Nordex France et Tractebel Engineering. Pour l'étude de la faune et de la flore, ils se sont appuyés sur les expertises de deux consultants externes Jean-Louis Pratz et Philippe Lustrat.

1.2.1 Présentation de l'aire d'étude initiale et des techniques employées

Pour la partie « oiseaux », le bureau d'étude s'est dans un premier temps basé sur les études d'impact des parcs éoliens déjà implanté à proximité. Il s'agit des parcs éoliens Les Barbes d'Or, Les Vignes, Les Tilleuls et Les Joyeuses, dont les études d'impact ont été menées par Indre Nature. Afin de compléter ces données, deux méthodes d'inventaire ont été conduites parallèlement :

- Prospection linéaire en suivant les accès possibles à l'aire d'étude immédiate ;
- Prospection par points fixes sur une période continue de 4h environ.

Pour les chauves-souris, l'étude a consisté d'une part à faire le bilan des connaissances en matière de données concernant les chauves-souris autour du projet et d'autre part à procéder à des investigations ultrasonores à l'occasion de sept sorties nocturnes entre début mai et fin octobre 2009. Des recherches de gîtes, des observations en altitude et des enregistrements au niveau des nacelles des éoliennes déjà en place à proximité ont également été effectués.

1.2.2 Intérêts du site et de ses abords pour les oiseaux, définis par l'étude d'impact

Les visites spécifiques lors de l'étude d'impact et la base de données ont permis de dresser une liste de 89 espèces d'oiseaux sur le site du projet éolien des Pierrots. Certaines de ces espèces sont nicheuses, d'autres ont été observées ponctuellement, en migration ou de passage, ou utilisant le site en période de dispersion postnuptiale ou pour l'alimentation.

Parmi les espèces observées sur le site des Pierrots, 35 espèces l'ont été en période de reproduction. Ces espèces sont, pour la plupart, principalement caractéristiques d'un milieu agricole de type plaine céréalière et, pour les autres des espèces liées aux milieux boisés et des haies présentes sur et autour du parc.

Parmi les espèces inventoriées, certaines méritent une attention particulière et une analyse plus fine de leur présence sur le site. Il s'agit d'espèces dites patrimoniales d'intérêt régional, national ou européen inscrites à l'annexe 1 de la Directive oiseaux ou ayant un statut défavorable dans des listes rouges, régionale ou nationale. On notera le Busard Saint-Martin (nidification, hivernage), le Busard cendré (nidification, migration), le Busard des roseaux (migration), l'Édicnème criard (nidification), la Cigogne noire (migration), la Cigogne blanche (migration) et la Grue cendrée (migration).

« La période de reproduction n'a pas apporté d'observation d'espèces particulièrement sensibles et les effectifs de chacune d'elles sont nettement inférieurs à la moyenne généralement observée dans ce type d'environnement. C'est notamment le cas pour les busards. Il est cependant bon de relativiser cette appréciation, compte tenu du caractère très particulier des conditions météorologiques du printemps 2013 ».

Sur les Pierrots, il est mentionné que « bien que nous ayons eu un déficit de données sur ces espèces, les principaux enjeux pour l'avifaune restent constitués par la migration des Grues

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

cendrées et éventuellement des Vanneaux huppés et Pluviers dorés lorsque les conditions météorologiques les contraignent à des vols à faible altitude (50-200 mètres), en particulier par vent de face, ainsi que lors de posées et d'envols ».

Les principaux impacts du projet sur l'avifaune identifiés par l'étude d'impact sont la perte d'habitats par destruction du milieu, la diminution des effectifs d'oiseaux nicheurs et des bandes en stationnement migratoire ou en hivernage, la désertion de la zone par effet épouvantail des éoliennes, la modification des axes migratoires (effet barrière), le déplacement vers des zones à risques (routes circulantes, lignes haute tension...) et les collisions directes avec les éoliennes.

1.2.3 Intérêt du site et de ses abords pour les chiroptères, défini par l'étude d'impact

Aucune information bibliographique ne s'est avérée disponible de façon précise pour le site d'étude, ni auprès du Muséum National d'Histoire Naturelle (INPN), ni dans les documents cités dont les informations se sont avérées peu précises. A noter toutefois la présence d'un site de reproduction majeur de Grands Murins à 3 km à l'ouest du site.

La recherche de gîtes a permis de déterminer que les sites pouvant abriter des chiroptères sont tous situés en dehors de la zone d'implantation, hormis le pont de l'ancienne voie ferrée.

Les différentes méthodes d'écoutes ont permis de contacter 10 espèces de chauves-souris : la Pipistrelle commune, la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Sérotine commune, le Grand Murin, le Murin à moustache, le Murin de Daubenton, le Murin de Brandt, le Murin de Bechstein et la Barbastelle d'Europe, ainsi que deux groupes d'espèces non identifiées : le complexe Pipistrelle de Kuhl/Nathusius et les Oreillard sp.

Lors de cette étude des points d'écoute au sol mais également en altitude ont été effectués. Les points d'écoute ont été réalisés au sol, lors de circuits en véhicule, circuits à pied ou points d'écoute, et lors de séances d'enregistrements en altitude avec ballon captif ou depuis des nacelles des éoliennes déjà en place.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

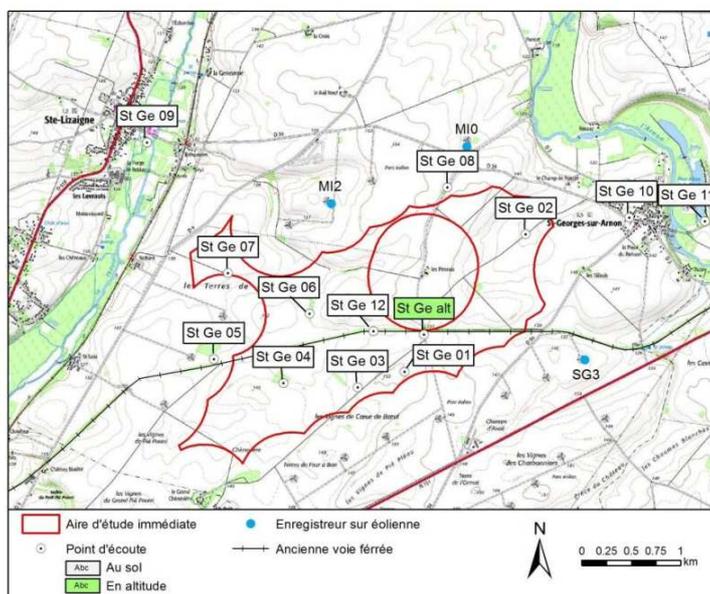


Figure 3 : Localisation des points d'écoute « Chiroptères » réalisés dans le cadre de l'étude d'impact.

La zone d'implantation est peu favorable aux chiroptères (sauf migrateurs) et n'est utilisée qu'au niveau de l'ancienne voie ferrée qui traverse le site pour l'alimentation. Les espèces les plus sensibles aux éoliennes sont la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Sérotine commune, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl et les Oreillards sp.

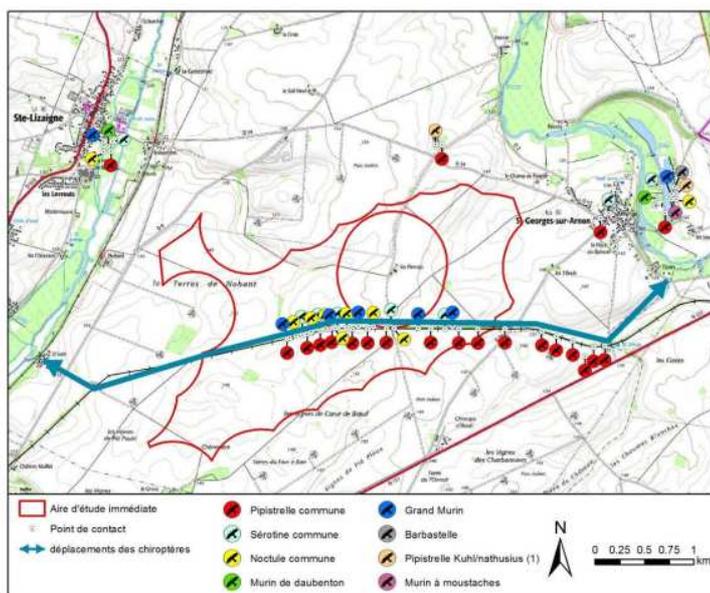


Figure 4 : Carte des déplacements des Chiroptères définie dans l'étude d'impact.

En altitude, on constate une activité significative à hauteur des pales pour les éoliennes suivies dans le cadre de l'étude d'impact (parc éolien de Barbe d'Or et parc éolien de Tilleuls). Elle a lieu essentiellement entre juillet et septembre et également début octobre. Aucun déplacement

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

de type migratoire n'a été noté, quelle que soit la saison, mais il est probable que le phénomène existe sur place puisque deux cadavres de Pipistrelles de Nathusius ont été trouvés en plein openfield à la charnière des mois d'août et septembre sous une éolienne du parc des Joyeuses lors de l'étude d'impact.

1.3 Rappel des suivis ICPE antérieurs

Avant l'année 2023, un suivi mortalité et un suivi de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères ont été réalisés au niveau du parc éolien des Pierrots en 2022. Le tableau suivant synthétise les actions menées par année ainsi que les principaux résultats obtenus.

Tableau 1 : Historique des suivis ICPE réalisés sur le parc des Pierrots depuis sa mise en service (août 2021).

Année de suivi	Type de suivi	Périodes couvertes par le suivi	Tests	Bridage du parc	Résultats du suivi mortalité	
					Données brutes de cadavres	Estimations de mortalité (selon HUSO)
2022	Suivi de la mortalité selon le protocole national et l'arrêté d'exploitation du parc des Pierrots	Première période du 3 mars au 29 avril, puis deuxième période du 1 ^{er} août au 2 décembre 2022, soit 53 passages 2 fois par semaine (S09-S17 et S31-S48)	2 tests de prédation et 2 tests d'efficacité	NON, Mis en place durant le suivi, le 9 septembre	36 oiseaux 19 chauves-souris	Oiseaux : 130 individus avec 53 individus sur la première période (S09-S17) et 77 sur la deuxième période (S31 – S48) Chauves-souris : 74 individus avec 0 individus sur la première période (S09-S17) et 74 sur la deuxième période (S31 – S48)
	Suivi de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères	Suivi en continu du 1 ^{er} mars (S09) au 30 novembre 2022 (S48). Dispositif mis en place sur les éoliennes E03 et E11			Non concerné	

2 Méthodologie appliquée

2.1 Généralités sur la méthode de suivi de la mortalité : cadre et protocole national

2.1.1 Arrêté ministériel d'août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 et protocole national

L'arrêté du 22 juin 2020 modifie l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation selon la rubrique 2980 de la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement. L'article 12 de l'arrêté de 2011 est remplacé par de nouvelles dispositions. Les différents intitulés et dispositions des arrêtés sont précisément décrits dans l'Annexe 2.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Un protocole national cadrant les objectifs et modalités de suivi des parcs éoliens en exploitation a été rédigé en 2015 puis mis à jour début 2018.

La présente étude vient répondre aux obligations induites par le protocole national ainsi que par l'arrêté ministériel du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020.

2.1.2 Méthodes et pressions d'inventaire attendues à l'échelle nationale

Le protocole national précise que le suivi de mortalité sera constitué d'au minimum 20 visites réparties entre les semaines 20 et 43 en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site (Annexe 2, Figure 114). Pour le nombre d'éolienne à surveiller, il recommande de suivre toutes les éoliennes pour les parcs de 8 éoliennes ou moins, et pour les parcs de plus de 8 éoliennes, appliquer la formule suivante : $(\text{nombre d'éoliennes} - 8) / 2$.

La collecte de données implique de prospecter une surface-échantillon définie, généralement un carré de 100 m de côté ou un cercle couvrant au moins un rayon égal à la longueur des pâles avec un minimum de 50 m (Annexe 2, Figure 115). La méthode de recherche consiste en des transects à pied avec des espacements dépendants du couvert végétal. Les résultats sont soumis à des tests de correction, y compris un test d'efficacité de recherche et un test de persistance des cadavres.

L'analyse des résultats comprend la compilation des données brutes, l'évaluation de l'impact du parc et de l'efficacité des mesures, une analyse qualitative par éolienne, des croisements avec d'autres données, et la justification des mesures correctives proportionnelles. Il vise également à estimer la mortalité pour des comparaisons objectives, en utilisant des formules de calcul standardisées. Utiliser au moins 3 formules de calcul des estimateurs standardisés dont Huso (2010) obligatoirement, avec précision de l'intervalle de confiance de l'estimation.

2.1.3 Obligations réglementaires spécifiées dans l'arrêté préfectoral

L'arrêté d'autorisation d'exploitation du parc éolien des Pierrots, localisé sur les communes de Saint-Georges-Sur-Arnon et Migny, en date du 29 mars 2016 précise des modalités différentes de mise en œuvre des suivis à réaliser sur les parcs des Pierrots.

L'arrêté précise que le suivi environnemental doit être mené selon les modalités suivantes :

- *Un suivi de mortalité avifaunistique et chiroptérologique : 2 passages par semaine, sur une durée de 3 ans, sous 6 éoliennes du 1er août au 30 octobre pour les chauves-souris et un passage par semaine durant les migrations des oiseaux en mars-avril et novembre sur une durée de 3 ans.*
- *Un suivi des chiroptères : installation d'un détecteur d'ultrasons autonome sur 2 machines (une par ligne), sera mis en place durant la première année de suivi de mortalité sur une saison complète*

2.2 Méthodologie d'inventaire mise en œuvre et difficultés rencontrées

Ce chapitre décrit la méthodologie mise en œuvre dans le cadre de l'étude réalisée sur le parc éolien des Pierrots. Il présente par ailleurs en détail les principales données collectées et analyses réalisées.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.2.1 Principe de l'estimation de mortalité : méthodes, calculs et des incertitudes

L'objectif de ce suivi est de proposer une estimation de la mortalité réelle des chauves-souris et des oiseaux, au sein du parc. Le protocole national révisé en 2018 demande de préciser les incertitudes de l'estimation de la mortalité.

Principe de l'estimation de mortalité et formules utilisées

Les suivis de mortalité par recherche de cadavres au sol représentent actuellement la technique la plus régulièrement mise en œuvre. Toutefois, cette technique est soumise à de nombreux biais (capacités de détection de l'observateur, taux de disparition des cadavres par prédation/décomposition, activités agricoles du travail du sol) qui requièrent la définition de coefficients correcteurs à différentes périodes de l'année, sous peine de rendre potentiellement inexploitable les données issues du suivi de mortalité.

Dans le cadre de ce travail et conformément aux directives du protocole national, nous réaliserons les différentes analyses permettant d'estimer indépendamment la mortalité pour les chiroptères et les oiseaux, suivant les formules de : **Erickson et al., 2000 / Huso, 2010 / Korner-Nievergelt et al. 2011.**

Détermination des coefficients correcteurs

Pour déterminer les deux coefficients correcteurs que sont le **coefficient de persistance (s)** et le **coefficient d'efficacité de recherche (f)**, deux tests doivent faire l'objet d'une mise en œuvre précise :

- **Les tests de persistance** permettent de mesurer la vitesse de disparition des cadavres (prédation, charonnage, décomposition des cadavres) et donc le temps de persistance des cadavres une fois au sol. Ce facteur peut fortement varier dans le temps et l'espace. Les causes de disparition peuvent être multiples, soit par prélèvement (Renard roux, rapaces, corvidés, etc.) soit par l'action des insectes nécrophages (carabes, mouches, etc.).
- **Les tests d'efficacité des recherches** permettent de prendre en considération les difficultés des observateurs à repérer les cadavres tombés au sol. Ce coefficient est fortement influencé par l'évolution de l'occupation du sol, d'une part, ainsi que par la taille/couleur des cadavres (Barrientos et al., 2018; Reyes et al., 2016; Smallwood, 2007), d'autre part. Il est également variable en fonction des observateurs (capacités de détection propres, Ponce et al., 2010). Pour limiter l'effet observateur, il est important que les recherches soient, dans la mesure du possible, réalisées par un observateur unique. Ces tests doivent être réalisés au cours du suivi pour permettre d'évaluer la capacité de détection de l'observateur dans un maximum de modalités d'occupation du sol afin de limiter les extrapolations.

La détermination de coefficients correcteurs répétée selon les périodes de l'année constitue le principal élément permettant d'exploiter de façon fiable les résultats des suivis de mortalité par recherche de cadavres. Ces coefficients sont essentiels pour tirer des informations scientifiquement recevables du suivi de mortalité. **En l'absence de coefficients robustes, aucune conclusion ne peut être envisagée quant à la mortalité effective engendrée par le parc éolien.**

Plus d'informations concernant les coefficients correcteurs ainsi que les estimations de mortalités sont disponibles en **annexe 3**.

Méthodes statistiques et incertitudes

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

• **Évaluation du coefficient moyen de persistance des cadavres :**

Afin d'estimer au mieux le coefficient, nous avons repris la démarche développée dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015), repris également par l'estimateur de Korner-Nievergelt (2011) ou encore « GenEst » (Dalthorp et al. 2018), c'est-à-dire l'utilisation d'un modèle de survie classique pouvant utiliser comparativement quatre lois de distribution possibles parmi : "exponential", "weibull", "lognormal" et "loglogistic". Ces distributions classiques décrivent de manière différente la vitesse à laquelle disparaissent les cadavres au cours du temps. Ainsi, cela permet de s'appuyer sur une de ces distributions pour prédire au plus juste la réalité observée lors des tests de prédation en fonction du type de leurre déployé (mammifères et/ou oiseaux), de la période du test et de l'éolienne. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par AIC*. Le modèle sélectionné permet d'estimer les paramètres recherchés avec leurs incertitudes (intervalles de confiance à 95%**) et prédites en fonction des facteurs retenus. Ces facteurs, comme la période du test ou l'éolienne, sont retenus dès lors que ce facteur permet de mieux correspondre à la réalité observée des tests, comme une différence significative entre les tests et/ou entre éoliennes.

• **Évaluation du coefficient moyen d'efficacité de recherche :**

Comme pour le coefficient de prédation, l'efficacité de recherche est calculée en se basant sur une approche de modélisation de l'efficacité de détection. Pour cela, nous utilisons un modèle GLM suivant une loi de distribution binomiale (comprise entre 0 et 1) et en fonction de plusieurs facteurs que sont : le type de leurre (taille, couleur par exemple), la période du test, le type d'occupation du sol et la hauteur de végétation. Le modèle le plus parcimonieux est retenu par un processus classique de sélection de modèles par AIC. Si le modèle permet de faire un lien direct entre l'efficacité de recherche et la hauteur de végétation, le modèle peut prédire les cas de figures d'occupation du sol qui n'auraient pu être testés. Dans le cas contraire, il est possible de s'appuyer objectivement sur les sorties de modèle pour les situations testées et sur leurs interpolations (situations intermédiaires non testées) pour compléter les types de végétations manquantes (extrapolation en s'appuyant sur le retour de la personne qui a réalisé le suivi et qui peut comparer les situations).

• **Évaluation des incertitudes :**

Une fois que les coefficients correcteurs moyens (s, f et a) sont calculés, une **probabilité globale de détection** c'est-à-dire **$a \times P(s, f)$** est calculée pour chacune des éoliennes pour l'ensemble du suivi selon les trois méthodes d'estimation que sont : Erickson et al. (2000), Huso (2010) et Korner-Nievergelt et al. (2011). Il est alors possible de calculer la mortalité estimée la plus probable par éolienne.

Afin de déterminer les incertitudes des estimations de mortalités par éolienne, nous avons utilisé le théorème de Bayes tel qu'il est également utilisé dans le package R « carcass » (Korner-Nievergelt et al. 2015) et par Korner-Nievergelt (2011). Connaissant le nombre de cadavres trouvés ainsi que la probabilité globale de les détecter (c'est-à-dire les chances réelles de trouver un cadavre selon les différentes méthodes d'estimation), cette méthode permet de déterminer *a posteriori* l'intervalle de confiance à 95% associé.

Ce théorème a également pour avantage de pouvoir donner un intervalle de confiance à 95% même lorsque aucun cadavre n'a pu être détecté. L'intervalle de confiance, dans ce cas, correspond au nombre de cadavres pour lequel l'opérateur avait 95% de chance de ne pas les détecter du fait des différentes contraintes rencontrées au cours du suivi. Cela permet de donner une limite au nombre de collisions maximum non détectables considérant les contraintes de prospection rencontrées durant le suivi. Ainsi, dans tous les cas, il est possible de déterminer une mortalité maximum par éolienne, même en l'absence de découverte de cadavre.

Plus d'informations concernant les coefficients correcteurs ainsi que les méthodes statistiques utilisées sont disponibles en **annexe 3**.

** L'AIC est l'anagramme du critère d'information d'Akaike, (en anglais Akaike information criterion ou AIC). Il s'agit d'un indice calculé pour évaluer la qualité d'un modèle statistique proposée par Hirotugu Akaike en 1973. Cet indice permet de comparer plusieurs modèles sur une base objective et notamment en pénalisant les modèles en fonction du nombre de paramètres (complexification) afin de satisfaire le critère de parcimonie. Les modèles avec une valeur d'AIC la plus faible sont les plus pertinents à sélectionner. L'AIC weight permet de classer les modèles par leur pourcentage d'intérêt relativement aux autres par pondération des valeurs d'AIC.*

*** L'intervalle de confiance à 95% se caractérise par une borne basse et haute entre lesquelles la valeur réelle (et estimée statistiquement) a 95% de chance de se situer.*

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.2.2 Méthode de recherche des cadavres

Méthode par transects circulaires

Le protocole que nous avons mis en œuvre est adapté d'après Arnett et al. (2009) et Baerwald et al. (2009). **Il s'agit d'une méthode de suivi se basant sur des transects circulaires.** Ce type de transects **cible la zone théorique principale de présence de cadavres** liés à des phénomènes de collision, sous la principale zone de survol par les pâles et ses abords.

Ce protocole présente plusieurs avantages :

- Il **optimise la surface échantillonnée** (suivi traditionnel prospectant une surface carrée, sans justification statistique) ;
- Il ne nécessite pas la pose de repères sur le terrain ;
- Il permet de conserver toute la concentration de l'observateur sur la recherche de cadavres sans perte d'attention sur sa position par rapport aux repères/transects.

Les prospections s'effectuent à pied sous les éoliennes et dans un rayon de 60 m autour de chaque éolienne : 12 cercles éloignés de 5 m les uns des autres, en partant du plus éloigné du mât de l'éolienne (60 m), jusqu'au pied de l'éolienne sont alors effectués.

Pour cela, nous avons utilisé un jeu de cordes et mousquetons. La première corde, tendue le plus haut possible autour du mat de l'éolienne, sert de fixation mobile à une seconde corde longue de 60 m et disposant de repères placés tous les 5 m permettant ainsi de tourner autour de l'éolienne tout en gardant un écartement constant entre chaque cercle. Ainsi, 11 cercles de diamètre variable ont été parcourus ainsi qu'un tour au pied de l'éolienne.

Pour chaque éolienne, nous prévoyons alors de parcourir 2 450 m de transect, à une vitesse de 2 km/h environ. Avec 11 éoliennes, chaque passage est ainsi réalisé sur 1,5 jours.

Données collectées

Le technicien utilise un outil QGIS sur sa tablette Android de terrain pour renseigner à chaque passage l'occupation du sol et les modalités de prospection à la parcelle. Chaque découverte de cadavre est enregistrée par le biais d'un formulaire standard renseigné dans une couche shapefile géolocalisée et tel que défini par le protocole national (2018) grâce à l'outil QGIS embarqué sur tablette. Les photos des cadavres produites par tablette sont associées à chaque enregistrement ainsi généré de la couche shapefile sous QGIS. En complément de ce rapport, cette couche pourra être transmise pour avoir tous les éléments de localisation et de conditions de découverte de chaque cadavre.

Détermination des cadavres

Les cadavres sont identifiés sur place par des experts ornithologues et chiroptérologues possédant une excellente connaissance de la faune locale. En cas de difficultés d'identification *in situ* (critères non visibles, traumatisme important, état de décomposition), les cadavres seront déterminés en laboratoire (loupes binoculaires), après avoir été conservés congelés. Une autorisation de transport préalable au suivi a été sollicitée auprès des services compétents.

Les ouvrages utilisés, si nécessaire, pour appuyer les déterminations complexes sont présentés en bibliographie (cf. page 164).

Pour limiter les risques de modification comportementale des prédateurs (charronnage) et éviter les doubles comptages, tous les cadavres découverts sont replacés simplement en dehors de l'aire de prospection.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.2.3 Cas particulier de l'utilisation de la mortalité par GenEst

Principe général

GenEst, abréviation de "Generalized Estimator", est un outil d'estimation qui, bien que non mentionné dans le protocole national, possède une reconnaissance internationale en tant qu'estimateur (Dalthorp et al. 2018) et en tant que logiciel libre permettant d'effectuer des estimations de mortalité (Simonis et al. 2018). Une version est accessible en ligne grâce à une application Rshiny (version 1.4.9, <https://west-inc.shinyapps.io/GenEst/>).

L'utilisation de ce logiciel se base sur l'analyse des données collectées conformément aux procédures des estimations classiques requises par le protocole national, tout en y intégrant des processus de correction de certains biais observés (irrégularité de passage, détection parfaite, crippling loss...).

L'estimateur de mortalité GenEst est un outil flexible, rigoureux et reconnu par la communauté scientifique, néanmoins il possède certains inconvénient, notamment dans la difficulté à appréhender et à estimer les crippling loss dans le calcul des DWP.

Utilisation du DWP : « Density Weighted Proportion »

Une des particularités de cet estimateur est l'utilisation des « Density Weighted Proportion » (ou DWP). Ils correspondent à la fraction de la mortalité totale tombée dans la zone de prospection. En effet, la densité des cadavres n'est pas la même à toutes les distances d'une éolienne, mais elle augmente généralement sur une courte distance avant de diminuer jusqu'à 0 (Dalthorp et al. 2018). Une prise en compte minutieuse de ce facteur pourrait permettre à la fois d'assimiler la proportion de la surface échantillonnée mais également la proportion de cadavres tombés hors de la zone d'étude (cripping loss).

Ne pouvant pas obtenir une valeur précise et fiable des « crippling loss », nous avons seulement pris en considération la surface prospectée par éolienne (qui équivaut à une prise en compte du coefficient correcteur de surface), en fixant bien la valeur de « *Fraction of Facility Surveyed* » à 1, pour ne pas avoir de double prise en compte de la surface échantillonnée. Ce coefficient correspond à la fraction de la surface échantillonnée par éolienne, et s'obtient en faisant le ratio de la surface échantillonnée par la surface totale (échantillonnée + non échantillonnée), le tout par éolienne.

Efficacité de recherche (f)

L'efficacité de recherche aborde la question de la détection imparfaite des cadavres par les observateurs, pouvant varier en fonction de différents facteurs. GenEst intègre notamment un paramètre k médian qui décrit comment l'efficacité de recherche évolue à travers plusieurs recherches successives (soit la probabilité d'observer un même leurre lors d'un second passage). Dans le cas où des données de recherche multiples sont disponibles, GenEst utilise une procédure de maximum de vraisemblance pour estimer simultanément p et k . En cas de données de recherche unique (méthode du protocole national), l'estimation de p se réduit à une régression logistique. Dans la présente étude, la valeur k médian a été fixée à 0 dans le but d'obtenir une estimation pessimiste de la probabilité de détection. Cette approche de modélisation est préconisée et utilisée par Huso (Huso-censored estimator ; Rabie et al., 2021).

L'estimateur GenEst postule également une efficacité du chercheur égale à $1 - 1 / (2 * n)$ lorsque toutes les leurres sont découverts (par exemple, si les 10 leurres déposés sont tous détectés, $p = 19/20$). Si aucun leurre n'est trouvé, GenEst postule que l'efficacité de recherche est égale à $1 / (2 * n)$.

Ces hypothèses introduisent un biais inconnu dans l'estimateur, mais généralement, elle sera moins biaisée que l'hypothèse simpliste selon laquelle $p = [0 | 1]$. Elle offre ainsi une évaluation

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

plus réaliste de l'incertitude dans l'estimation de p (et de la mortalité totale) lorsque l'efficacité de recherche est parfaite ou imparfaite.

Pour affiner l'estimation de l'efficacité de recherche, des covariables ont été intégrées à la sélection de modèle : l'occupation du sol (OCS), la hauteur de végétation, la couverture végétale ainsi que l'identifiant de turbine. Toutes les covariables utilisées dans GenEst sont traitées sous format catégoriel. La sélection de modèles se réalise par le critère d'information d'Akaike corrigé (AICc).

Persistence des cadavres (s)

Une des autres particularités de l'estimateur GenEst, est l'obligation de fournir des informations supplémentaires sur les dates d'observations et de disparitions des cadavres à partir des colonnes « LastPresent » et « FirstAbsent ». La colonne « LastPresent » correspond au temps entre la pose du cadavre et le moment où il a été vu pour la dernière fois. La colonne « FirstAbsent » réfère au nombre de jours entre la pose du cadavre et la première fois il n'a plus été observé.

GenEst quantifie la persistance des cadavres au moyen de modèles de survie, évaluant diverses lois de distribution (« exponentiel », « weibull », « lognormal » et « loglogistic ») ainsi que différentes combinaisons de covariables. La sélection de modèles se réalise par le critère d'information d'Akaike corrigé (AICc).

Estimation de la mortalité

D'une manière similaire aux estimateurs classiques demandés dans le protocole, GenEst calcule la mortalité à partir d'une probabilité globale de détection, composée d'une estimation de la persistance, de la probabilité d'efficacité de recherche puis par une correction, par l'utilisation du DWP. Pour estimer la probabilité de détection globale, GenEst utilise un « calendrier de passage » (ou search schedule). Il permet de croiser les dates de prospection à chacun des passages sur les éoliennes et ainsi connaître et prendre en compte les irrégularités de passage lors du suivi. Il peut être important de prendre en considération ce biais, des recherches plus fréquentes dans le temps étant associées à des probabilités de détection plus élevées (Simonis et al., 2018). Une autre différence majeure de l'utilisation de GenEst réside dans le calcul des incertitudes. En effet, GenEst utilise une procédure de bootstraps paramétriques pour obtenir l'incertitude de la probabilité de détection et du nombre de cadavres (bootstraps non paramétriques pour Huso).

Il est important de notifier que certaines études ont observé une estimation de la probabilité de détection « globale » (g) légèrement supérieure à l'estimateur d'Huso (Rabie et al., 2021). De plus, par son fonctionnement, il n'est pas possible d'estimer la mortalité lorsque le nombre de cadavre est égal à 0, sans utilisation d'un logiciel annexe à GenEst (Evidence of Absence).

2.3 Conditions de réalisation du suivi de mortalité

2.3.1 Prospections de terrain

Les dates de passages et les conditions météorologiques sont détaillées dans le Tableau 2.

Ainsi 53 passages ont été réalisés, du 2 mars 2023 au 30 novembre 2023, avec un rythme de :

- 1 passage par semaine entre les passages n°1 à 22 (semaine 9 à semaine 30) ;
- 2 passages par semaine entre les passages n°23 à 48 (semaine 31 à semaine 44) ;
- 1 passage par semaine entre les passages n°49 à 53 (semaine 45 à semaine 48).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Tableau 2 : Prospections de terrain et informations météorologiques

Numéro de passage	Date	Intervenant	Conditions météorologiques
Suivi de mortalité (53 passages)			
1	02 et 03/03/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 100%. Température: 3.3 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 5.8 km/h. Direction du vent: N
2	09 et 10/03/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 95%. Température: 12.6 °C. Pluie: 0.55 mm/h. Vitesse du vent: 29.6 km/h. Direction du vent: SO
3	16 et 17/03/2023	Julien BARGE	Température: 15 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 10.7 km/h. Direction du vent: E
4	23 et 24/03/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 97%. Température: 14.5 °C. Pluie: 0.14 mm/h. Vitesse du vent: 12.7 km/h. Direction du vent: SO
5	30/03 et 01/04/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 91%. Température: 15.6 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 39.3 km/h. Direction du vent: SO
6	06 et 07/04/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 99%. Température: 12.1 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 9.9 km/h. Direction du vent: SO
7	13 et 14/04/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 89%. Température: 7.8 °C. Pluie: 0.96 mm/h. Vitesse du vent: 18.9 km/h. Direction du vent: SO
8	20 et 21/04/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 100%. Température: 13 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 20 km/h. Direction du vent: NE
9	27 et 28/04/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 97%. Température: 17.3 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 6.8 km/h. Direction du vent: S
10	04 et 05/05/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 92%. Température: 18.8 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 5.3 km/h. Direction du vent: SO
11	11 et 12/05/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 93%. Température: 13.2 °C. Pluie: 0.17 mm/h. Vitesse du vent: 12.7 km/h. Direction du vent: NO
12	18 et 19/05/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 94%. Température: 14.2 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 17.8 km/h. Direction du vent: N
13	25 et 26/05/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 88%. Température: 16.4 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 19 km/h. Direction du vent: N
14	01 et 02/06/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 100%. Température: 23.6 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 4.6 km/h. Direction du vent: E
15	08 et 09/06/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 100%. Température: 24.7 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 8.7 km/h. Direction du vent: E
16	15 et 16/06/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 88%. Température: 23.5 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 5.2 km/h. Direction du vent: SO
17	22 et 23/06/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 98%. Température: 19.9 °C. Pluie: 1.41 mm/h. Vitesse du vent: 8.3 km/h. Direction du vent: NO
18	29 et 30/06/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 91%. Température: 23.1 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 3.6 km/h. Direction du vent: O
19	06 et 07/07/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 75%. Température: 22.8 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 7.9 km/h. Direction du vent: E
20	13 et 14/07/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 88%. Température: 21.1 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 9.4 km/h. Direction du vent: O

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Numéro de passage	Date	Intervenant	Conditions météorologiques
21	20 et 21/07/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 84%. Température: 23.8 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 0.6 km/h. Direction du vent: SE
22	27 et 28/07/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 96%. Température: 22.7 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 19.6 km/h. Direction du vent: SO
23	01 et 02/08/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 96%. Température: 20.1 °C. Pluie: 0.04 mm/h. Vitesse du vent: 21.2 km/h. Direction du vent: O
24	03 et 04/08/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 99%. Température: 17.6 °C. Pluie: 0.65 mm/h. Vitesse du vent: 26 km/h. Direction du vent: SO
25	08 et 09/08/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 83%. Température: 21.5 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 9.3 km/h. Direction du vent: S
26	10 et 11/08/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 98%. Température: 25.6 °C. Pluie: 0.01 mm/h. Vitesse du vent: 11.1 km/h. Direction du vent: E
27	14 et 15/08/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 86%. Température: 25.1 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 6.5 km/h. Direction du vent: SE
28	17 et 18/08/2023	Julien BARGE	Température: 28 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 5.9 km/h. Direction du vent: NE
29	21 et 22/08/2023	Vincent RENARDIER	Température: 29.1 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 8.2 km/h. Direction du vent: NE
30	24 et 25/08/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 94%. Température: 27.4 °C. Pluie: 0.31 mm/h. Vitesse du vent: 4.4 km/h. Direction du vent: NE
31	28 et 29/08/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 97%. Température: 17 °C. Pluie: 0.03 mm/h. Vitesse du vent: 9.5 km/h. Direction du vent: O
32	31/08 et 01/09/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 95%. Température: 19.2 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 20.4 km/h. Direction du vent: SO
33	04 et 05/09/2023	Vincent RENARDIER	Température: 30.2 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 20 km/h. Direction du vent: E
34	07 et 08/09/2023	Julien BARGE	Température: 30.7 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 8 km/h. Direction du vent: SO
35	11 et 12/09/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 92%. Température: 26.2 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 7.7 km/h. Direction du vent: SO
36	14 et 15/09/2023	Julien BARGE	Température: 22 °C. Pluie: 0.02 mm/h. Vitesse du vent: 4.3 km/h. Direction du vent: O
37	18 et 19/09/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 81%. Température: 21.1 °C. Pluie: 0.22 mm/h. Vitesse du vent: 21.3 km/h. Direction du vent: SO
38	21 et 22/09/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 98%. Température: 17.6 °C. Pluie: 1.29 mm/h. Vitesse du vent: 19 km/h. Direction du vent: S
39	25 et 26/09/2023	Vincent RENARDIER	Température: 20.8 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 2.8 km/h. Direction du vent: SE
40	28 et 29/09/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 98%. Température: 21.9 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 4 km/h. Direction du vent: SO
41	02 et 03/10/2023	Vincent RENARDIER	Température: 25.2 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 4.6 km/h. Direction du vent: E

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Numéro de passage	Date	Intervenant	Conditions météorologiques
42	05 et 06/10/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 88%. Température: 16.8 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 7.8 km/h. Direction du vent: NE
43	09 et 10/10/2023	Vincent RENARDIER	Température: 24.1 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 9.8 km/h. Direction du vent: SO
44	12 et 13/10/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 81%. Température: 23.2 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 16.1 km/h. Direction du vent: SO
45	16 et 17/10/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 100%. Température: 11.7 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 19 km/h. Direction du vent: E
46	19 et 20/10/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 93%. Température: 19.8 °C. Pluie: 0.04 mm/h. Vitesse du vent: 20.4 km/h. Direction du vent: S
47	23 et 24/10/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 100%. Température: 11.5 °C. Pluie: 1.8 mm/h. Vitesse du vent: 11.9 km/h. Direction du vent: E
48	26 et 27/10/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 99%. Température: 14.3 °C. Pluie: 0.08 mm/h. Vitesse du vent: 17.7 km/h. Direction du vent: SO
49	02 et 03/11/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 94%. Température: 11.3 °C. Pluie: 0.2 mm/h. Vitesse du vent: 36.9 km/h. Direction du vent: SO
50	09 et 10/11/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 92%. Température: 11.4 °C. Pluie: 0.12 mm/h. Vitesse du vent: 24.8 km/h. Direction du vent: SO
51	16 et 17/11/2023	Julien BARGE	Nébulosité: 100%. Température: 13.1 °C. Pluie: 0.22 mm/h. Vitesse du vent: 39.9 km/h. Direction du vent: S
52	23 et 24/11/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 100%. Température: 6.4 °C. Pluie: 0 mm/h. Vitesse du vent: 3.8 km/h. Direction du vent: SO
53	30/11 et 01/12/2023	Vincent RENARDIER	Nébulosité: 100%. Température: 5.4 °C. Pluie: 0.09 mm/h. Vitesse du vent: 6.1 km/h. Direction du vent: E
Tests de prédation (3 tests)			
Test 1	13/02/2023		Dépôt de 110 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 2	15/05/2023		Dépôt de 110 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Test 3	14/08/2023		Dépôt de 110 rats (puis suivi à j+1, j+2, j+4, j+7, j+10, j+14)
Tests d'efficacité de recherche (4 tests)			
Test 1	01/06/2023	Julien BARGE	Dépôt de 120 leurres
Test 2	07/08/2023	Vincent RENARDIER	Dépôt de 157 leurres
Test 3	18/09/2023	Vincent RENARDIER	Dépôt de 105 leurres
Test 4	28/09/2023	Julien BARGE	Dépôt de 90 leurres

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.3.2 Réalisation des tests de prédation

Les deux tests de prédation ont été réalisés sur 14 jours sous l'ensemble des éoliennes du parc. Les tests de prédation ont été réalisés par l'opérateur en charge du suivi de mortalité. La pose (J0), a été réalisée en début de semaine en dehors du cadre habituel d'un passage hebdomadaire « suivi de mortalité ». 110 cadavres de jeunes rats (fraîchement décongelés, catégories « Petit rats 25 – 50g ») ont été disposés de manière aléatoire (localisations générées une fois seulement par SIG puis réutilisées pour chaque test) sur l'ensemble des zones de prospections (tampon de 50 m autour des éoliennes). Les visites de contrôle ont été menées lors de différents jours (J+1, J+2, J+4, J+7, J+10, J+14), tôt le matin, pendant deux semaines. L'opérateur avait la charge de noter la présence de tous les cadavres avec identification et localisation des cadavres disparus à chaque passage dédié.

2.3.3 Réalisation des tests d'efficacité de l'observateur

Pour les secteurs prospectés, ce coefficient varie en fonction du couvert végétal (densité, hauteur) et, donc, de la période de l'année. Celui-ci a été évalué en plaçant des leurres à l'insu de l'observateur. Au minimum, 15 leurres par grand type d'habitat observé à chaque test ont été disposés aléatoirement (soit de 90 à 157 leurres disposés par test, Tableau 3). La pose est réalisée tôt le matin avant le lancement du suivi. Des leurres non organiques ont été déployés (pas de risques de disparition par les prédateurs). La position de chaque lure est enregistrée au GPS. Le test se déroule pendant la réalisation du suivi de mortalité par l'observateur selon le protocole habituel des transects circulaires. L'observateur a noté et localisé les leurres retrouvés et l'opérateur en charge du test, contrôle à la fin du suivi de mortalité, le nombre de leurres découverts par catégorie d'occupation du sol testée.



Figure 5 : Type de leurres utilisés dans le cadre des tests d'efficacité de recherche © Biotope

Tableau 3 : Nombre total de leurres disposés par éolienne en fonction de l'occupation du sol sur l'ensemble du suivi (poses cumulées des 4 tests).

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	Parc ensemble
Occupations du sol												
Chaume	4	3	0	15	5	0	10	8	0	15	0	60
Colza	0	0	0	15	0	0	0	0	0	30	0	45
Déchaume	0	14	0	0	7	0	0	0	18	0	30	69
Friche	14	23	15	10	13	8	6	6	34	18	3	150
Plateforme	4	7	11	2	8	3	3	4	7	3	5	57
Sol nu	36	2	0	4	2	4	2	3	0	0	7	60
Trèfle	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Hauteurs de végétation												
0	10	9	11	6	10	7	5	7	7	3	12	87
5	3	19	3	5	12	1	2	0	18	3	33	99
10	34	3	15	0	0	0	0	8	0	15	0	75
15	0	0	0	35	4	7	4	6	19	45	0	120
20	0	15	0	0	0	0	0	0	15	0	0	30
25	11	3	27	0	9	0	10	0	0	0	0	60
Dates de tests												
01/06/2023	20	5	24	21	7	7	2	3	15	15	1	120
08/08/2023	27	22	11	15	10	2	15	11	29	15	0	157
18/09/2023	3	9	18	6	12	5	4	4	8	18	18	105
28/09/2023	8	13	3	4	6	1	0	3	7	18	26	89
Total	58	49	56	46	35	15	21	21	59	66	45	471

2.3.4 Limites propres à la mise en œuvre du suivi

La capacité de détection des cadavres est variable entre observateurs (Ponce et al., 2010 ; Labrosse, 2009). C'est pour cette raison que la majeure partie du suivi a été réalisée par les deux mêmes personnes (qui ont été testées).

Il est également important de noter qu'elle est aussi variable en fonction de la hauteur de végétation et du type d'occupation du sol (Borner et al., 2017). Dans le but d'obtenir des données exploitables, la mise en place des tests s'est fait de manière à pouvoir bénéficier d'un maximum de cas de figure rencontrés par l'opérateur en charge du suivi. Au total, avec les deux tests réalisés, ce sont 7 catégories d'occupation du sol qui ont été testées ainsi que 6 hauteurs différentes de végétation.

Il est également important de noter que les périodes prospectées entre 2022 et 2023 ont évolué. Le nombre de passages est resté le même (53). Mais en 2023, les mois de mai, juin et juillet ont été prospectés contrairement à 2022.

Tableau 4 : Répartition des 53 passages suivant l'année.

	En 2022	En 2023
Période suivi	<p>Ainsi, 53 passages ont été réalisés, à raison de deux passages par semaine. Les passages ont été répartis sur deux périodes comme défini dans l'arrêté d'exploitation du parc éolien des Pierrots :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Période n°1 : du 3 mars 2022 au 28 avril 2022 - Période n°2 : du 1^{er} août au 1^{er} décembre. 	<p>Ainsi 53 passages ont été réalisés, du 2 mars 2023 au 30 novembre 2023.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 passage par semaine entre les passages n°1 à 22 (semaine 9 à semaine 30) ; - 2 passages par semaine entre les passages n°23 à 48 (semaine 31 à semaine 44) ; - 1 passage par semaine entre les passages n°49 à 53 (semaine 45 à semaine 48).

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.4 Méthodologie de l'écoute des chiroptères en altitude

2.4.1 Localisation des dispositifs d'écoute

En 2023, comme en 2022, les dispositifs d'acquisition des données chiroptérologiques ont été installés sur les éoliennes E3 et E11 du parc éolien des Pierrots.



Figure 6 : Situation et disposition des éoliennes équipées avec des SMART au sein du parc éolien des Pierrots.

2.4.2 Matériel de collecte de données

L'étude du comportement des chauves-souris se fait grâce à la détermination de leur indice d'activité basé sur la détection des ultrasons émis par ces animaux pour se repérer et chasser.

Les systèmes utilisés sont deux enregistreurs d'ultrasons SMART (*Wildlife Acoustics*).

En 2022 et 2023, les microphones ont été installés sur les éoliennes E3 et E11, en nacelle, à 98 m de hauteur.

Paramétrage des SMART

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Les paramètres d'enregistrement des deux SMART installés dans les deux éoliennes E3 et E11 sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Paramètres d'enregistrement des enregistreurs en 2023.

	Eolienne E3 SMART	Eolienne E11 SMART
Fréquence d'échantillonnage	256 KHz	256 KHz
Filtre passe-haut	16 KHz	16 KHz
Fréquence minimale	10 KHz	10 KHz
Fréquence maximale	120 KHz	120 KHz
Durée minimale de déclenchement	1,5 ms	1,5 ms
Niveau du trigger	12 dB	12 dB
Trigger maximal	5 sec.	5 sec.
Déclenchement avant le coucher du soleil	60 min.	60 min.
Arrêt après le lever du soleil	60 min.	60 min.

Efforts d'échantillonnage

Les dispositifs d'écoute ont été installés le 14 février 2023. Les données ont été analysées à partir du 1^{er} mars 2023. Lors de l'installation et tout au long de la saison aucun dysfonctionnement n'a été observé.

Les données analysées en détail concernent la période du 1^{er} mars au 30 novembre 2023. Sur cette période 275 nuits d'écoutes complètes et continues ont été analysées.

Pour rappel, en 2022, le suivi acoustique a été réalisé sur la même période et également durant 275 nuits complètes.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Tableau 6 : Synthèse du nombre de nuits d'enregistrement exploitées par mois en 2023.

Mois	Nombre de nuits exploitables sur les microphones	
	E3	E11
Mars	31	31
Avril	30	30
Mai	31	31
Juin	30	30
Juillet	31	31
Aout	31	31
Septembre	30	30
Octobre	31	31
Novembre	30	30
TOTAL	275	275

2.4.3 Identification acoustique

Le schéma suivant illustre le type de données recueillies lors des inventaires à l'aide d'enregistreurs et les différentes étapes menant à l'identification des espèces de chiroptères présentes sur l'aire d'étude.

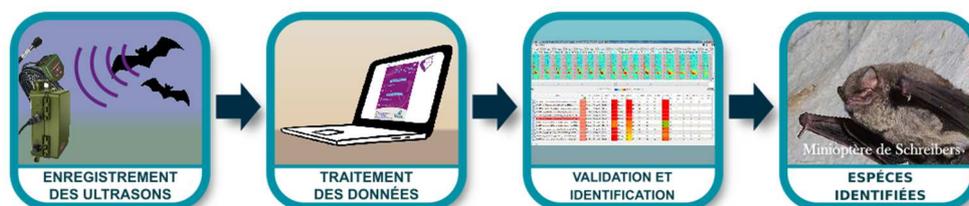


Figure 7 : Illustration du processus de validation des enregistrements ultrasonores © Biotope.

Détermination automatique du signal

Chaque espèce a des caractéristiques acoustiques qui lui sont propres. L'analyse des signaux qu'elles émettent permet donc de réaliser des inventaires d'espèces.

L'analyse des données issues des enregistreurs s'appuie sur le programme Sonochiro® développé par le département « Recherche & Innovation » de Biotope. Ce programme permet un traitement automatique et rapide d'importants volumes d'enregistrements.

Le programme Sonochiro inclut :

- Un algorithme de détection et de délimitation des signaux détectés ;
- Une mesure automatique, sur chaque cri, de 41 paramètres discriminants (répartition temps/fréquence/amplitude, caractérisation du rythme et ratios signal/bruit) ;
- Une classification des cris basée sur les mesures d'un large panel de sons de référence ;

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

- Une identification à la séquence de cris, incluant l'espèce la plus probable et un indice de confiance de cette identification. Dans le cas où certaines espèces présentes sont peu différenciables entre elles, les séquences sont alors identifiées au groupe d'espèces également assorties d'un indice de confiance ;
- Un algorithme détectant la présence simultanée de deux groupes de cris attribuables à deux espèces aisément différenciables, permettant dans ce cas de proposer une identification supplémentaire de l'espèce passant en arrière-plan.

Ainsi, les enregistrements sont analysés par ordinateur grâce à la suite de logiciel « SonoChiro® », permettant un tri et une pré-identification automatique des contacts réalisés sur la base d'1 contact = 5 secondes de séquence d'une espèce.

Validation et identification des espèces par un chiroptérologue

Les identifications faites par SonoNat© sont ensuite analysées et contrôlées visuellement (SonoView©) et auditivement (BatSound©, Syrinx). Les logiciels SonoView© et BatSound© permettent d'afficher des sonagrammes (= représentation graphique des ultrasons émis par les chiroptères), d'effectuer des mesures et d'écouter les séquences qui sont ensuite attribuées à l'espèce ou au groupe d'espèces selon la méthode d'identification acoustique de Michel BARATAUD (Barataud, 2020).

Les critères d'identification sont basés sur les variations de fréquence (entre 10 à 120 kHz), la durée du signal (quelques millisecondes), les variations d'amplitude (puissance du signal) et le rythme. Dans l'état actuel des connaissances, les méthodes acoustiques permettent d'identifier les 36 espèces françaises. Néanmoins, les cris sonar de certaines espèces sont parfois très proches, voire identiques dans certaines circonstances de vol, c'est pourquoi les déterminations litigieuses sont rassemblées en groupes d'espèces.

2.4.4 Évaluation du niveau d'activité chiroptérologique en hauteur.

Unité de mesure de l'activité

Dans la majorité des études qui sont pratiquées jusqu'à maintenant, que ce soit avec un détecteur à main ou un enregistreur automatique en point fixe, les résultats des écoutes sont tous exprimés par une mesure de l'activité en nombre de contacts par unité de temps. Selon les opérateurs et l'appareillage, la définition d'un contact n'est pas très claire, mais correspond à une durée de séquence que l'on pense être proche d'un passage d'un chiroptère, soit de 5 secondes dans le cas des détecteurs à main. Néanmoins, **pour pallier les nombreux facteurs de variations de dénombrements liés au matériel** (sensibilité du micro, modèle d'enregistreur, trigger, seuils de déclenchements, paramétrages de séquençage des fichiers...) **l'unité la plus pratique de dénombrement et montrant une meilleure robustesse de comparaison avec des référentiels correspond à la « minute positive »**. Une minute est dite « positive » quand au moins un chiroptère est enregistré au cours de celle-ci. Le nombre de minutes positives peut être considéré globalement ou décliné par espèce.

Dans cette étude, tout contact affiché correspond donc à une minute positive, c'est-à-dire une minute au cours de laquelle une espèce a été contactée. Qu'il y ait un fichier d'enregistrement ou 10 au cours d'une minute, l'incrémentation correspondra à 1.

Les tests statistiques ont montré que les variations liées au matériel étaient moins fortes avec cette méthode. Le dénombrement des « minutes positives » évite des écarts de 1 à 10 en cas de forte activité. En cas de faible activité, les résultats de dénombrement de minutes positives ou de fichiers d'enregistrement sont sensiblement les mêmes. Ce type de dénombrement tend à mesurer une régularité de présence d'une espèce sur un site d'enregistrement et peut donc être formulé en occurrence par heure (rapport du nombre de minutes positives sur la durée totale d'écoute en minute pouvant être exprimé en pourcentage) pour obtenir un indice d'activité. L'intérêt majeur de cette unité de comptage est de pouvoir mêler des données issues de différents matériels et de différents paramétrages de matériel.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Avec cette unité de comptage d'une minute, il n'est pas nécessaire de recourir à des coefficients de correction en lien avec la détectabilité des espèces (cf. Haquart, 2013 et Haquart, 2015).

Évaluation du niveau d'activité – Référentiel Actichiro®

Avec cette méthodologie de points d'écoute prolongés sur au moins une nuit complète à l'aide d'appareils enregistreurs, il fallait un référentiel d'estimation des niveaux d'activité plus objectif que le « dire d'expert ». Ainsi, des analyses statistiques basées sur un important pool de données réelles ont été réalisées par Alexandre Haquart (Biotope) dans le cadre d'un diplôme EPHE. Elles ont abouti à établir en 2013 un **référentiel appelé Actichiro®**. Il propose des chiffres objectifs **qui permettent d'évaluer le niveau d'activité d'une espèce ou un groupe d'espèces** sur un point ou un site donné. Ces chiffres de référence sont exprimés en minutes positives par nuit.

En 2023, le référentiel ActiChiro® a été transformé et son fonctionnement a été repensé afin de disposer d'un nouveau **référentiel dynamique** pour les suivis en altitudes (**ActiChiro-Altitude**). **Le nouveau référentiel Actichiro-Altitude se base sur un recueil de données issu de 111 sites et plus de 35 000 points-nuits**, répartis sur l'ensemble de la France et sur les **10 dernières années**.

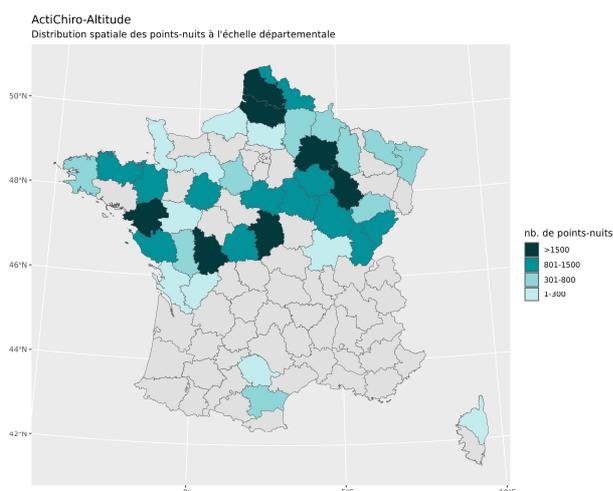


Figure 8 : Répartition spatiale des points-nuits pour chaque référentiel.

Référentiel Actichiro® dédié à cette étude

Le nouvel ActiChiro® a été conçu pour être un référentiel dynamique. C'est-à-dire que pour chaque étude, l'emprise spatio-temporelle est adaptée aux sites d'étude et aux types d'analyse réalisée, ce qui permet de comparer les résultats des inventaires à un jeu de données le plus pertinent. **Ce référentiel ActiChiro® produit donc un référentiel dédié pour chaque étude.**

Dans le cadre de cette étude, le **référentiel Actichiro-Altitude** prend en compte les variables spatio-temporelles présentées dans les tableaux suivants.

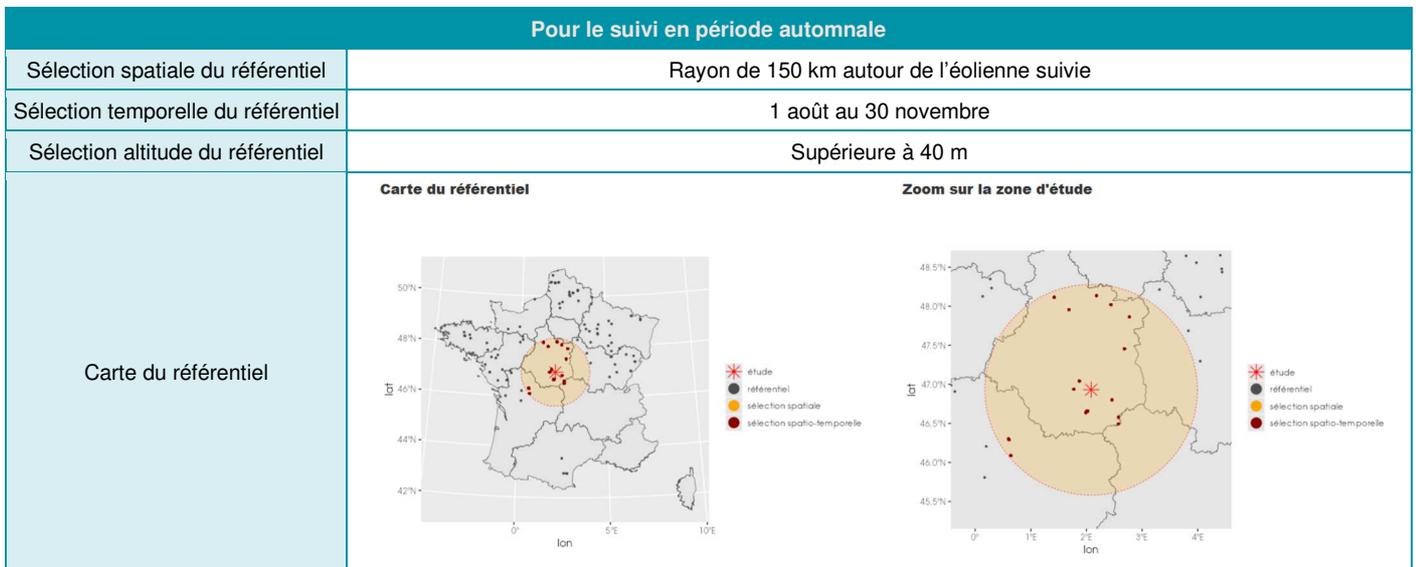
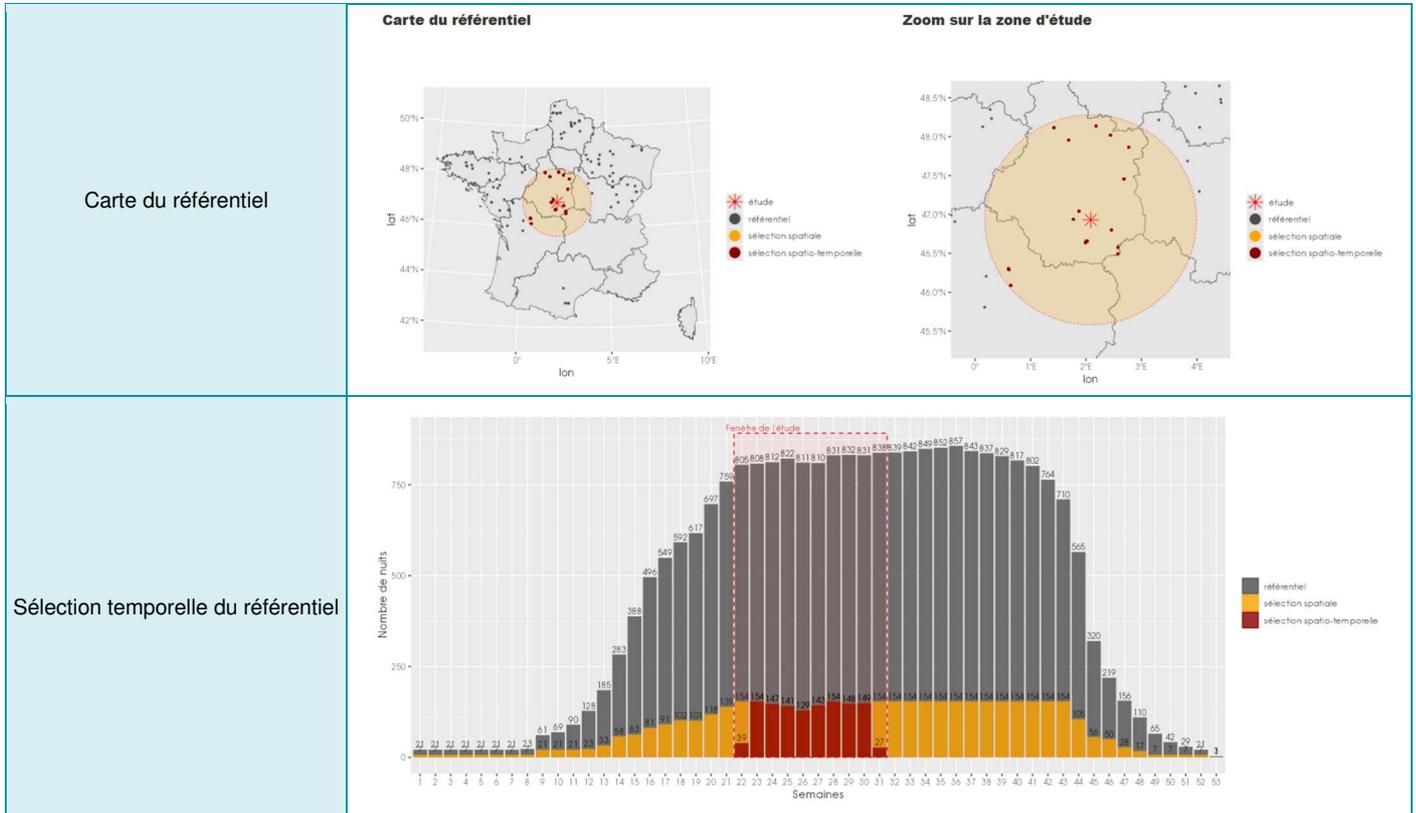
1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Tableau 7 : Référentiel Altichiro-Altitude utilisé pour l'étude des Pierrots.

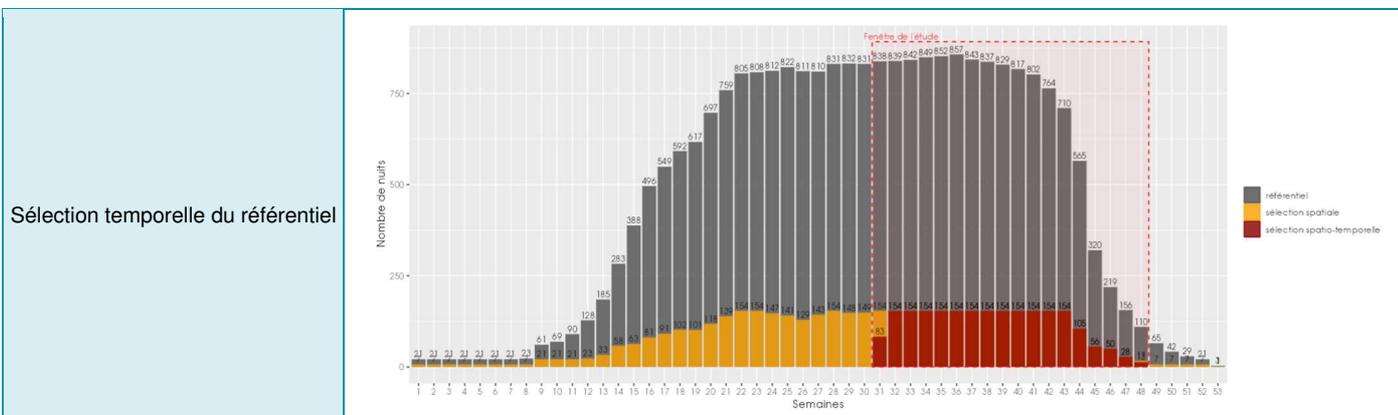
Pour le suivi en période de migration printanière	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 150 km autour de l'éolienne suivie
Sélection temporelle du référentiel	1 mars au 31 mai
Sélection altitude du référentiel	Supérieure à 40 m
Carte du référentiel	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Carte du référentiel</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Zoom sur la zone d'étude</p> </div> </div>
Sélection temporelle du référentiel	

Pour le suivi en période de mise-bas	
Sélection spatiale du référentiel	Rayon de 150 km autour de l'éolienne suivie
Sélection temporelle du référentiel	1 juin au 31 juillet
Sélection altitude du référentiel	Supérieure à 40 m

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques



Estimation du niveau d'activité

À partir des données collectées pour l'étude, Actichiro® calcule l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce. Elle somme donc les minutes positives et divise par le nombre de nuits. Cette valeur peut donc être supérieure à 60 puisqu'elle n'est pas calculée à l'échelle de l'heure mais à l'échelle de la nuit. L'application fait ce calcul deux fois :

- Une fois en considérant l'ensemble des points-nuits (N points-nuits), ceux où l'espèce est détectée (au moins un contact) et où elle ne l'est pas.
- Une fois en considérant uniquement les points-nuits où l'espèce est détectée (n points-nuits avec $n \leq N$).

À partir du référentiel sélectionné pour l'étude, Actichiro® va construire les données de comparaison du référentiel. Il va construire deux distributions de moyenne. Dans un premier temps, pour chaque espèce, Actichiro® va piocher 1000 fois **N** points-nuits (au hasard et avec remise) et va calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (1^{ère} utilisation de la méthode de bootstraps). Ce qui permet de construire **une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est détectée ou non)**. Puis dans un second temps, Actichiro® va piocher, pour chaque espèce, 1000 fois **n** points-nuits (au hasard et avec remise) parmi les points-nuits où l'espèce est détectée uniquement. Actichiro® va pouvoir calculer l'activité moyenne en minute positive pour chacun de ces échantillons (2^{ème} utilisation de la méthode de bootstraps). Ce qui permet de construire **une distribution de l'activité moyenne en minute positive pour chaque espèce (lorsque l'espèce est présente)**.

Actichiro® va comparer l'activité moyenne de chaque espèce obtenue sur le site d'étude à la distribution issue du référentiel pour le cas où l'espèce est « présente et absente » et pour le cas où elle est uniquement « présente ». On obtient l'échelle de niveaux d'activité suivante :

- **Activité très faible** : lorsque la moyenne est inférieure ou égale au 2^{ème} percentile de la distribution de l'activité.
- **Activité faible** : lorsque la moyenne est comprise entre le 2^{ème} percentile (exclu) et le 25^{ème} percentile (inclus) de la distribution de l'activité.
- **Activité moyenne** : lorsque la moyenne est comprise entre le 25^{ème} percentile (exclu) et le 75^{ème} percentile (inclus) de la distribution de l'activité.
- **Activité forte** : lorsque la moyenne est comprise entre le 75^{ème} percentile (exclu) et le 98^{ème} percentile (inclus) de la distribution de l'activité.
- **Activité très forte** : lorsque la moyenne est supérieure ou égale au 98^{ème} percentile de la distribution.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

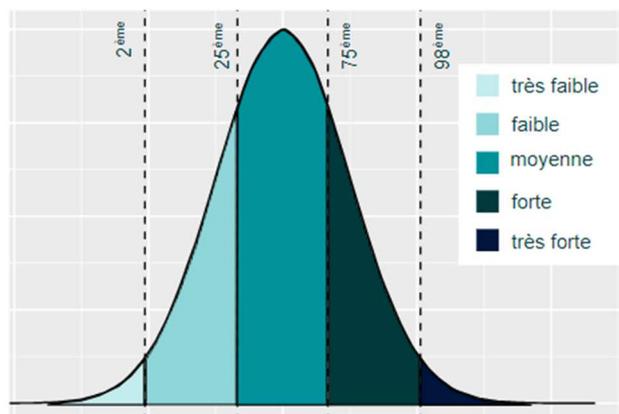


Figure 9 : Exemple de distribution des niveaux d'activité issue du référentiel dédié pour l'étude.

Restitution des niveaux d'activité dans le rapport

Pour chaque saison (printemps, été et automne), l'activité des chiroptères est restituée sous forme d'un tableau, où l'unité de l'activité est la minute positive. Chaque tableau rend compte du :

- Nombre de point-nuits : le nombre total de nuits analysé quel que soit le point.
- Occurrence par point-nuit : la proportion du nombre de nuits où l'espèce a été contactée (sur le nombre total de points-nuits) ;
- L'activité moyenne (en minute positive) par point-nuit ;
- Activité moyenne (en minute positive) quand présence uniquement ;
- Le niveau d'activité obtenu par comparaison de l'activité moyenne de chaque espèce à la distribution issue du référentiel construit pour l'étude.

2.4.5 Limites méthodologiques

Détermination acoustique

Dans l'état actuel des connaissances les méthodes acoustiques permettent d'identifier la majorité des espèces présentes sur le territoire français. Néanmoins, les cris sonar de certaines espèces sont parfois très proches, voire identiques dans certaines circonstances de vol. C'est pourquoi les déterminations litigieuses sont parfois rassemblées en groupes d'espèces.

Les limites de cette méthode utilisant des enregistreurs automatiques sont essentiellement dues à la détectabilité des différentes espèces et au caractère « fixe » du dispositif dont la pertinence de positionnement ne peut être confirmée qu'a posteriori. La distance à partir de laquelle les chauves-souris sont enregistrées par les détecteurs varie très fortement en fonction de l'espèce concernée. Les noctules et sérotines émettent des cris relativement graves audibles jusqu'à une centaine de mètres. A l'inverse, les cris des rhinolophes ont une très faible portée et sont inaudibles au-delà de 5 à 10 m.

La grande majorité des chauves-souris (murins et pipistrelles) sont détectables entre 10 et 30 m.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Représentativité des inventaires

Du fait du nombre de nuit d'enregistrement, 275 nuits en 2023 par éoliennes, **ces inventaires peuvent prétendre à l'exhaustivité**. En effet, pour réunir un échantillonnage suffisant, on estime nécessaire une quinzaine de nuits d'enregistrements pour espérer contacter 90 % des espèces (sur une maille de 5x5km – Matutini, 2014). L'étude réalisée en altitude en 2023 atteint ce seuil et peut donc être considérée comme représentative. Le graphique ci-dessous présente les courbes d'accumulation calculée sur les éoliennes E3 et E11. Ces courbes représentent le cumul des nouvelles espèces contactées avec l'effort d'échantillonnage. La construction de la courbe prend en compte la saisonnalité. Ici, l'échantillonnage est réparti uniformément entre les mois de mai et octobre, période de présence de chauves-souris. Le faible nombre de contact sur les mois de mars-avril et novembre ne permet pas de les prendre en compte pour la construction de ces courbes.

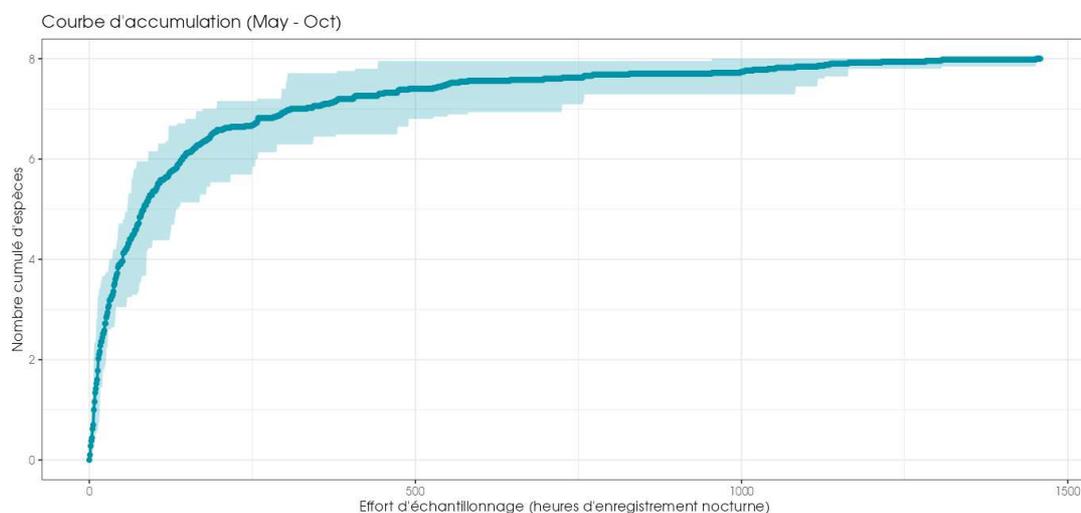
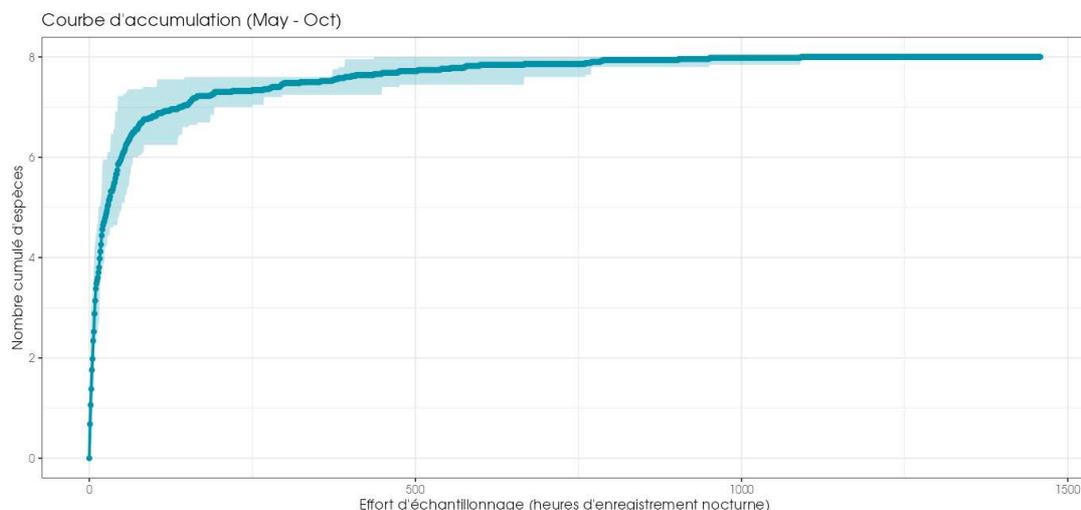


Figure 10 : Courbe d'accumulation des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude au niveau de l'éolienne E3 du parc éolien des Pierrots en 2023.



1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

Figure 11 : Courbe d'accumulation des nouvelles espèces à partir de l'effort d'échantillonnage du suivi en altitude au niveau de l'éolienne E11 du parc éolien des Pierrots en 2023.

2.4.6 Acquisition des données météorologiques

Les données météorologiques ont été transmises par la société RWE. Elles ont été acquises à l'aide des sondes météorologiques installées sur la nacelle de l'éolienne E3 et E11.

- La vitesse du vent est mesurée à 98 m de haut ;
- La température est enregistrée à 98 m de haut ;
- Les données sont enregistrées toutes les 10 minutes.

La période analysée correspond à la période durant laquelle un suivi de l'activité des chiroptères a été réalisée en altitude soit, dans le cas présent, un total de 275 nuits :

- Les enregistrements conservés couvrent uniquement la période nocturne.

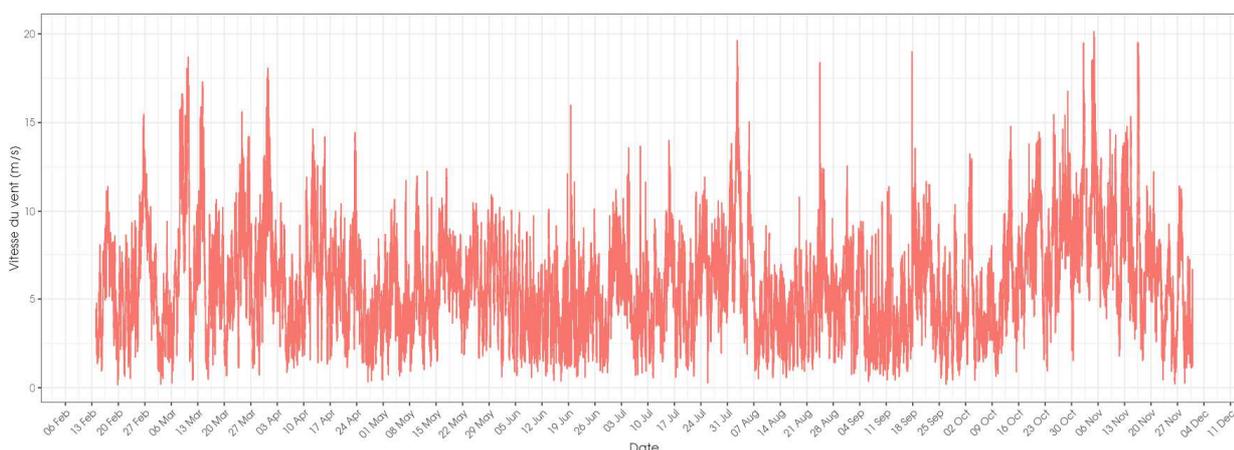


Figure 12. Schéma temporel de la vitesse du vent à 98 m au niveau de l'éolienne E3, en 2023.

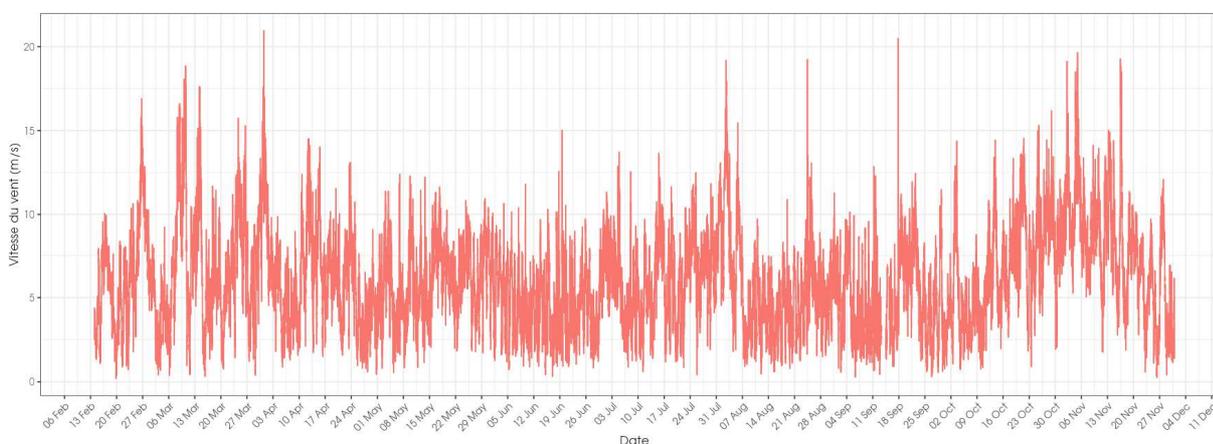


Figure 13. Schéma temporel de la vitesse du vent à 98 m au niveau de l'éolienne E11, en 2023.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

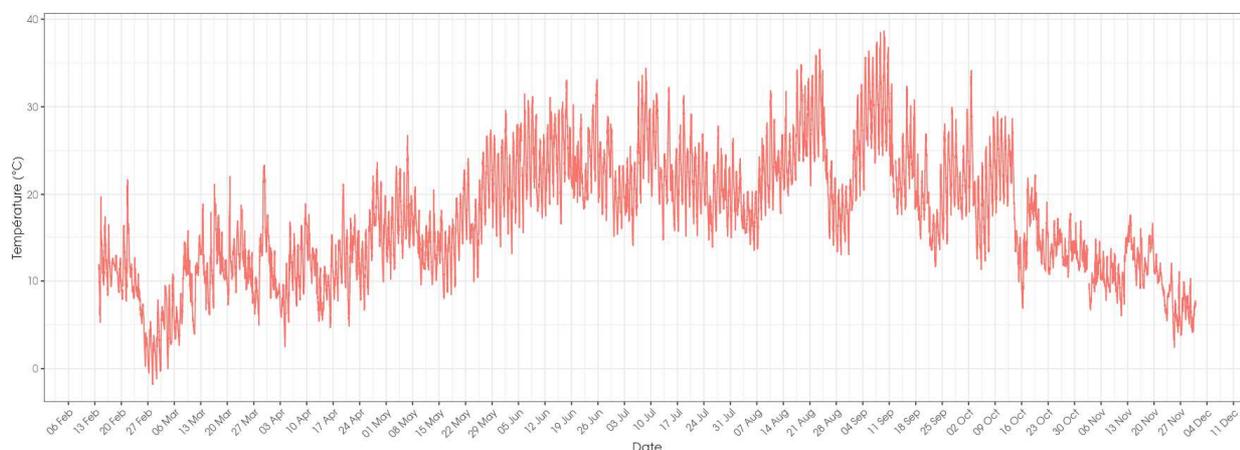


Figure 14. Schéma temporel des températures à 98 m au niveau de l'éolienne E3, en 2023.

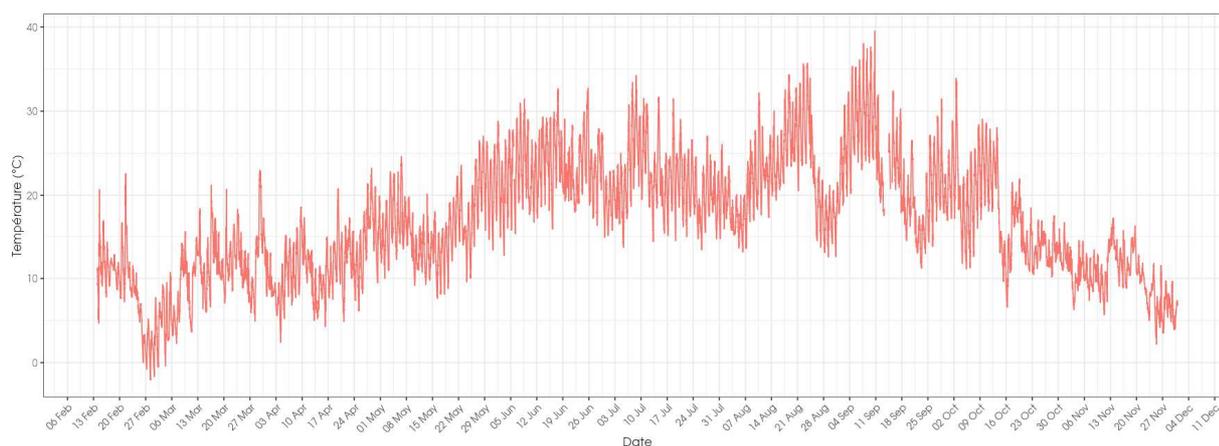


Figure 15. Schéma temporel de températures à 98 m au niveau de l'éolienne E11, en 2023.

2.4.7 Croisement des données

Une jointure est ensuite réalisée entre la table contenant les données météorologiques et celle contenant l'activité chiroptérologique. Ainsi, pour chaque enregistrement chiroptérologique nous disposons de :

- La vitesse du vent à 90 m ;
- La température à 90 m ;
- L'heure relative du contact (temps écoulé après l'heure du coucher du soleil, celui-ci variant au cours des mois).

Il est ainsi possible de déterminer l'effet des paramètres de bridage sur les arrêts machine et donc sur la diminution potentielle du risque de collision.

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

2.5 Équipe de travail

Une équipe pluridisciplinaire a été constituée dans le cadre de cette étude (Tableau 8).

Tableau 8 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Agents de Biotope
Contrôle qualité	Nicolas CARENTON
Chef de projet Responsable du projet – rédaction étude	Julien TRANCHARD
Expert chiroptérologue Identification des espèces, analyses et rédaction	Julien TRANCHARD
Expert Bio Statisticien Rédaction Genest	Nicolas CARENTON
Technicien suivi de mortalité Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères (38 sessions)	Julien BARGE
Technicien suivi de mortalité Réculte des données mortalité avifaune et chiroptères (15 sessions)	Vincent RENARDIER

2

Synthèse et analyse des résultats

2 Synthèse et analyse des résultats

1 Résultats du suivi de mortalité

1.1 Résultats bruts

1.1.1 Données générales concernant les cadavres découverts

Au total, 39 cadavres ont été trouvés au sein du parc éolien des Pierrots, dont 33 oiseaux (12 espèces) et 6 chauves-souris (4 espèces) entre le 2 mars 2023 et le 30 novembre 2023.

Les espèces d'oiseaux trouvés sont l'Alouette des champs (10 individus), la Buse variable (1 individu), le Bruant proyer (3 individus), le Faucon crécerelle (7 individus), la Grive mauvis (1 individu), la Grive musicienne (2 individus), la Linotte mélodieuse (1 individu), le Martinet noir (1 individu), la Mésange charbonnière (1 individu), le Pigeon ramier (1 individu), le Pinson des arbres (2 individus) et le Roitelet à triple bandeau (3 individus).

Les espèces de chauve-souris trouvées sont le Grand Murin (1 individu), la Noctule commune (2 individus), la Noctule de Leisler (1 individu) et la Pipistrelle de Kuhl (2 individus).

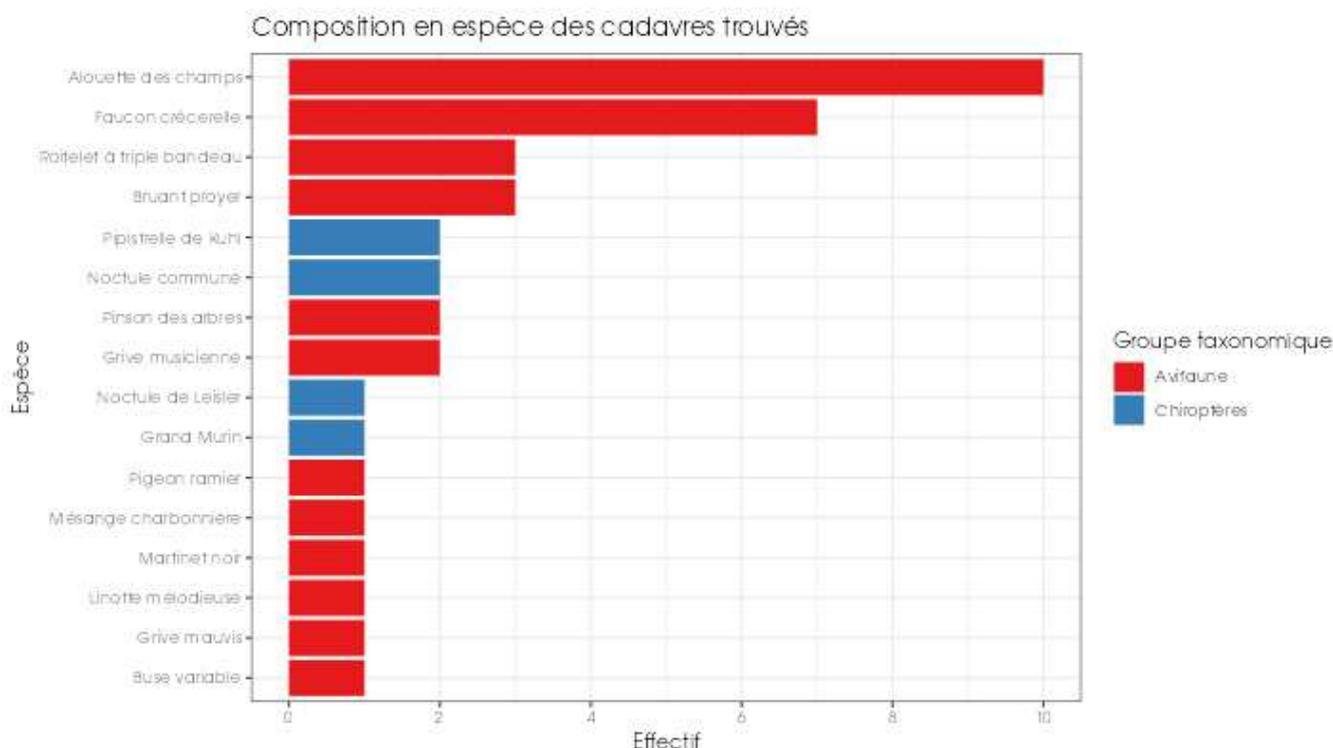


Figure 16 : Mortalité par espèce ou groupe d'espèces observée sur le parc éolien des Pierrots.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des observations de cadavres.

Date prospection	Éolienne	Nom latin	Nom vernaculaire	État	Age	Sexe	Raison estimée de la mort	Distance à l'éolienne
02/03/2023	E3	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	10
02/03/2023	E10	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	20
02/03/2023	E4	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	Frais	Collision avec pale	Adulte	Femelle	25
02/03/2023	E2	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	30
02/03/2023	E8	<i>Turdus philimelos</i>	Grive musicienne	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	58
02/03/2023	E3	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	En décomposition	Collision avec pale	Adulte	Indéterminé	60
02/03/2023	E3	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	60
03/03/2023	E11	<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	10
09/03/2023	E4	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Indéterminé	15
09/03/2023	E2	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	Frais	Collision avec pale	Adulte	Indéterminé	25
23/03/2023	E6	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	35
30/03/2023	E9	<i>Turdus iliacus</i>	Grive mauvis	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Indéterminé	35
13/04/2023	E9	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	20
04/05/2023	E9	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Sec	Barotraumatisme	Adulte	Indéterminé	15
25/05/2023	E3	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Sec	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	60
15/06/2023	E11	<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Indéterminé	1
22/06/2023	E8	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	Sec	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	35

Suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères

2 Synthèse et analyse des résultats

22/06/2023	E8	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	35
29/06/2023	E10	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	20
29/06/2023	E3	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	45
29/06/2023	E4	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Sec	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	50
13/07/2023	E8	<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Indéterminé	10
14/07/2023	E4	<i>Apus Apus</i>	Martinet noir	Frais	Barotraumatisme	Indéterminé	Indéterminé	30
21/07/2023	E10	<i>Carduelis cannabina</i>	Linotte mélodieuse	Sec	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	25
31/07/2023	E8	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Femelle probable	35
04/08/2023	E11	<i>Turdus philimelos</i>	Grive musicienne	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	55
11/08/2023	E1	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Indéterminé	10
11/08/2023	E8	<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	Frais	Collision avec pale	Adulte	Indéterminé	60
18/08/2023	E7	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Sec	Barotraumatisme	Adulte	Mâle	55
31/08/2023	E4	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	Frais	Collision avec pale	Adulte	Femelle	45
05/09/2023	E9	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Femelle	17
05/10/2023	E10	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Sec	Barotraumatisme	Indéterminé	Indéterminé	30
09/10/2023	E7	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Femelle probable	53
19/10/2023	E2	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Indéterminé	50
26/10/2023	E11	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	En décomposition	Barotraumatisme	Adulte	Indéterminé	10
27/10/2023	E2	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	45

2 Synthèse et analyse des résultats

02/11/2023	E9	<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	Frais	Barotraumatisme	Adulte	Indéterminé	1
16/11/2023	E1	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	Plumée	Prédation post-collision	Indéterminé	Indéterminé	25



Figure 17 : Présentation de quelques photographies des cadavres découverts. De gauche à droite et de haut en bas : Alouette des champs, Buse variable, Bruant proyer, Faucon crécerelle, Grive mauvis, Martinet noir, le Grand murin, la Noctule commune, Pipistrelle de Kuhl. © Biotope.

2 Synthèse et analyse des résultats

Au niveau phénologique, on remarque que :

- Les cadavres d'oiseaux ont été observés globalement sur deux périodes : de début mars à début-août puis de début-octobre à mi-novembre. Une seule observation a lieu entre ces deux périodes, fin août. Au regard des effectifs, il semble y avoir de la mortalité en période de migration pré et postnuptiale et en période de nuptiale. Les espèces découvertes sont concernées à la fois en période de nidification (Alouette des champs, Roitelet à triple bandeau, Martinet noir) et de migration/dispersion (Faucon crécerelle, Alouette des champs, Roitelet à triple bandeau et Bruant proyer) ;
- Les cadavres de chiroptères ont été retrouvés de manière concentrée sur la période de migration des espèces, de début août à début septembre avec une exception le 9 octobre.

L'ensemble des individus découverts sont morts par barotraumatisme et/ou par collision avec les pâles soit 100% des individus dont la mort est imputable aux éoliennes.

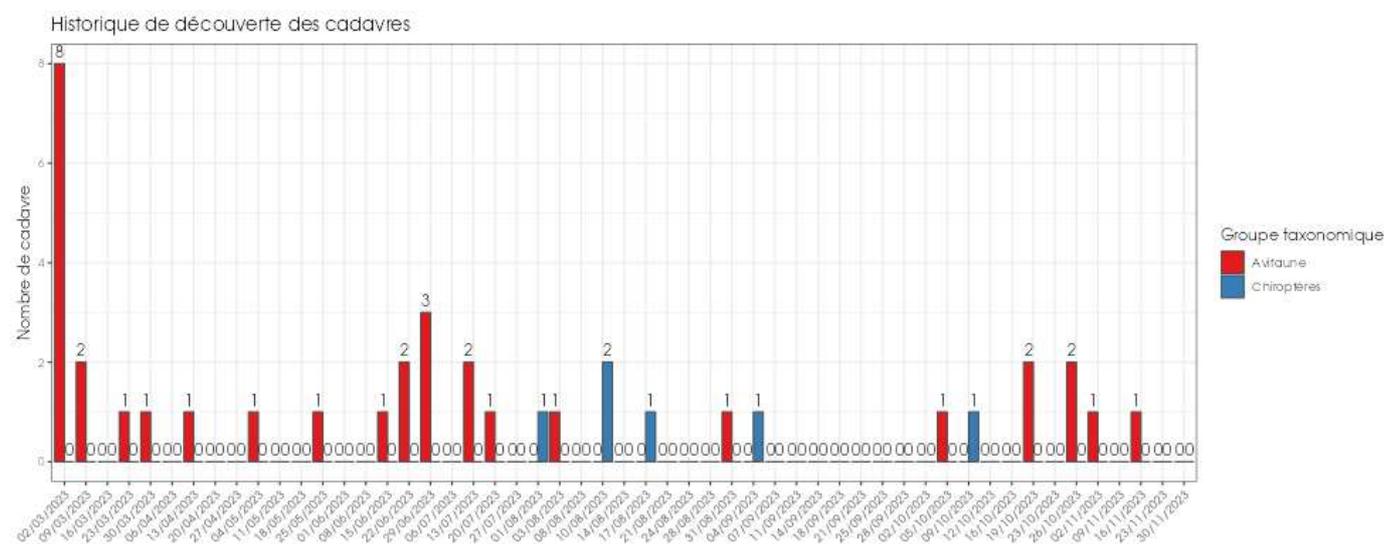


Figure 18 : Nombre de cadavres trouvés par passage sur le parc éolien des Pierrots

1.1.2 Suivi par éolienne

L'analyse par éolienne montre que les cadavres ont été retrouvés sous 10 des 11 éoliennes avec des valeurs assez différentes entre elles. Aussi bien pour les oiseaux que pour les chiroptères, l'éolienne E08 montre le nombre de découvertes de cadavres le plus important avec 4 oiseaux et 2 chiroptères. Les éoliennes E05 et E06 présentent les plus faibles nombres de cadavres retrouvés (0 et 1 cadavre).

2 Synthèse et analyse des résultats

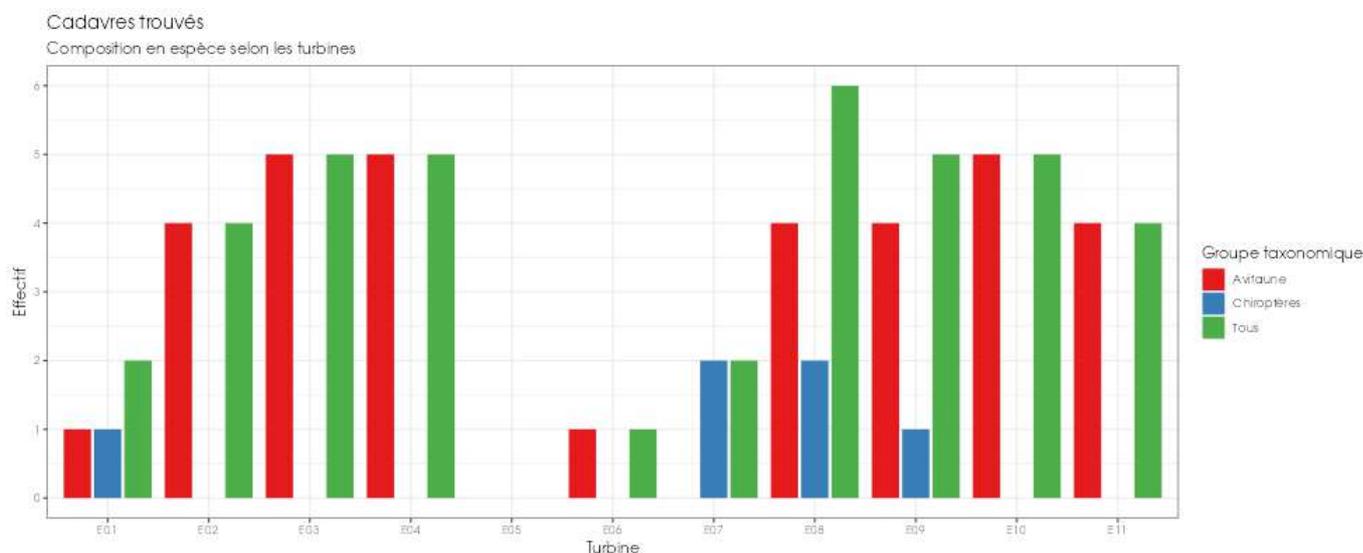


Figure 19 : Nombre de cadavres découverts par éolienne.

Quatre des onze éoliennes présentent des cas de mortalité aussi bien pour l'avifaune que pour les chiroptères. Les mortalités brutes recensées varient fortement entre les éoliennes, comprises entre 0 et 6 cadavres par éolienne et par groupe faunistique. La majorité des cadavres appartient au groupe des oiseaux (33 individus). L'éolienne E08 est l'éolienne où la mortalité brute la plus importante a été observée avec 6 individus.

1.1.3 Répartition spatiale des observations

Les observations ont été réalisées sur l'ensemble des distances prospectées. 7 individus ont été retrouvés sur la distance la plus éloignée du mat (58m).

Si l'on regarde la localisation des observations par rapport aux éoliennes suivies, les observations semblent assez éparées, il ne semble pas y avoir de fortes différences entre les deux groupes, un pic de 6 individus est tout de même à remarquer sur la limite du rayon de prospection.

Les découvertes ont été plus fréquemment réalisées au sud-ouest et sud-est des éoliennes.

2 Synthèse et analyse des résultats

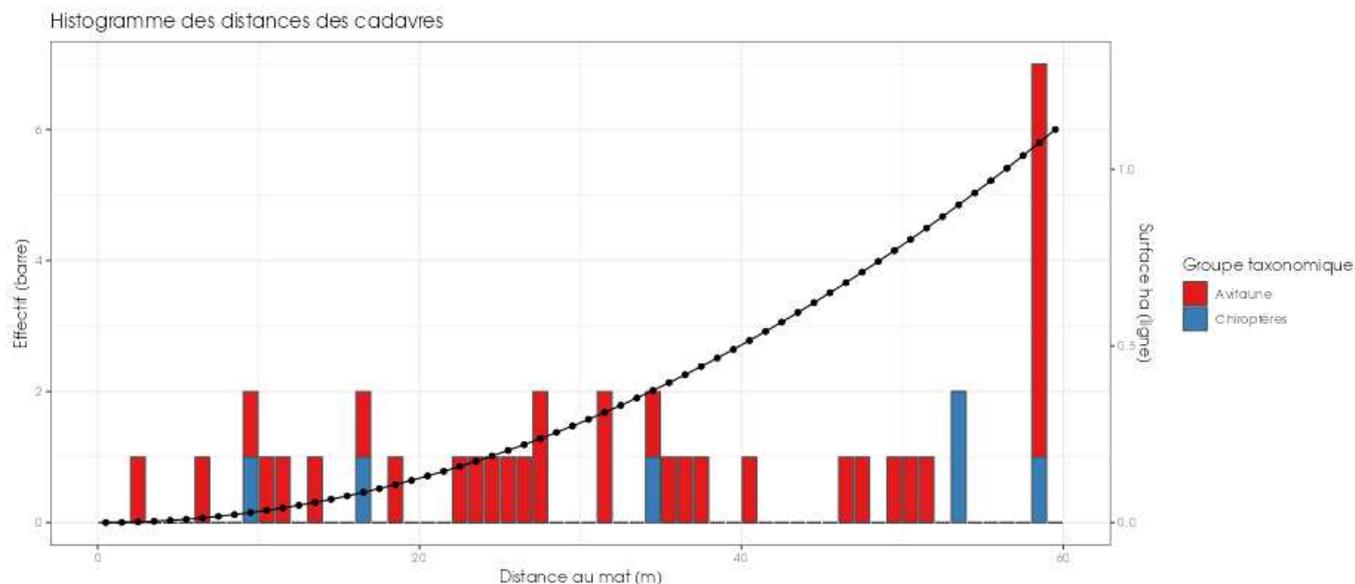


Figure 20 : Répartition spatiale (distance à l'éolienne) des cadavres retrouvés au sein du parc des Pierrots. La courbe représente l'évolution de la surface de l'aire d'étude prospectée en fonction de la distance au pied de l'éolienne.

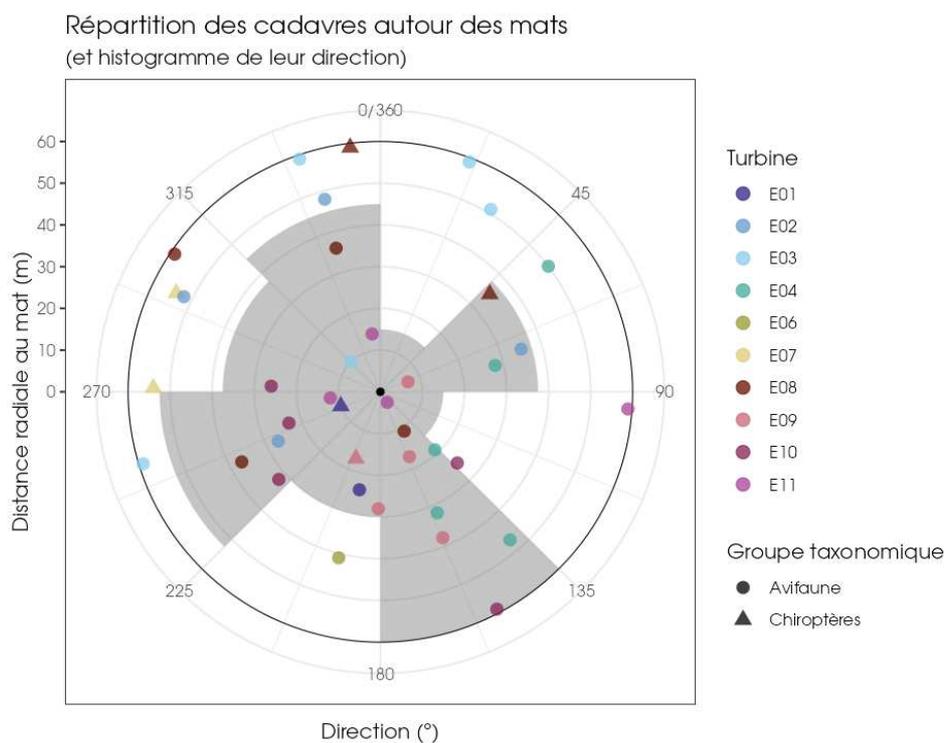


Figure 21 : Positionnement des observations par rapport au positionnement des éoliennes. En gris, le cumul des observations en histogramme radial en fonction de l'orientation.

La ligne noire marque la limite du tampon de la zone échantillonnée (démarcation de la zone d'étude).

2 Synthèse et analyse des résultats

1.1.4 Description des oiseaux retrouvés

33 individus répartis au sein de 12 espèces ont été retrouvés et identifiés sous les éoliennes du parc de Pierrots : **l'Alouette des champs** (10 individus), **la Buse variable** (1 individu), **le Bruant proyer** (3 individus), **le Faucon crécerelle** (7 individus), **la Grive mauvis** (1 individu), **la Grive musicienne** (2 individus), **la Linotte mélodieuse** (1 individu), **le Martinet noir** (1 individu), **la Mésange charbonnière** (1 individu), **le Pigeon ramier** (1 individu), **le Pinson des arbres** (2 individus) **et le Roitelet à triple bandeau** (3 individus).

À titre de comparaison, Biotope a réalisé en 2023 un « **référentiel de mortalité brute** » cumulant l'ensemble des observations de cadavres d'oiseaux réalisées dans le cadre de suivis environnementaux au niveau métropolitain depuis 2019. Ce référentiel permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles aux collisions/barotraumatismes à l'échelle nationale.

On constate que l'Alouette des champs, la Buse variable, le Faucon crécerelle, le Martinet noir, le Pigeon ramier et le Roitelet à triple bandeau sont des espèces fréquemment observées en France. En effet, sur les 75 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, ce sont les 6 espèces les plus découvertes en Métropole. Le Bruant proyer et la Linotte mélodieuse se situent respectivement au 11^{ème} et 22^{ème} rang de notre référentiel de mortalité brute. Enfin, la Grive musicienne, la Grive Mauvis, la Mésange charbonnière et le Pinson des arbres sont des espèces très peu observées lors de nos suivis en France métropolitaine tous les quatre, classés au 36^{ème} rang.

De la même manière, la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr (mise à jour le 9 août 2023) sur la mortalité de l'avifaune liée à l'éolien en Europe permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles aux collisions/barotraumatismes à l'échelle européenne (base de données compilant des informations fournies de façon volontaire).

On constate que l'Alouette des champs, la Buse variable, le Faucon crécerelle, le Martinet noir, le Pigeon ramier et le Roitelet à triple bandeau sont des espèces fortement impactées en Europe et en France. En effet, sur les 305 espèces comptabilisées dans les suivis de mortalité, elles font partie des 11 espèces les plus découvertes en Europe et représentant les six espèces les plus touchées en France d'après la base de Tobias Dürr. Le Bruant proyer et la Grive musicienne se situent au 16^{ème} rang français et 13^{ème} et 16^{ème} européen. Enfin, la Grive mauvis, la Linotte mélodieuse, la Mésange charbonnière et le Pinson des arbres sont beaucoup moins fréquents, aussi bien en Europe qu'en France (respectivement rangs 62, 54, 70 et 37 pour l'Europe, 46, 38, 46 et 27 pour la France).

On notera enfin qu'en région Centre-Val de Loire, la DREAL a élaboré un outil interactif accessible à tous, permettant de disposer d'une synthèse des données recueillies sur la mortalité des oiseaux et des chauves-souris dans les parcs éoliens de la région Centre-Val de Loire, avec des restitutions géographiques et sous forme de graphiques (mortalité par espèce, par mois, etc.). L'outil conçu n'a pas l'ambition d'analyser de manière fine les causes de mortalité (paysage périphérique au parc, modèle d'éolienne, etc.), ni de comparer les parcs entre eux. Il est important de rappeler ici que les restitutions présentées sont réalisées sur la base des données de mortalité brute, c'est-à-dire celle constatée sur le terrain lors des prospections et non celle estimée à l'échelle de chaque parc et sur une année complète. La mortalité brute correspond au nombre de cadavres effectivement récoltés au pied des éoliennes et dont la mortalité est attribuable aux aérogénérateurs, sur la période de prospection propre à chaque suivi. Les données de mortalité brute ne peuvent être comparées d'un parc à l'autre, car elles dépendent du nombre d'années de suivis, des périodes de prospections, du nombre de passages, du taux de prédation des cadavres, du nombre d'éoliennes suivies... Cette base de données publiée le 23/03/2023 puis mise à jour le 21/09/2023 peut à l'image du référentiel de mortalité brute de Biotope ou la synthèse de données mise à disposition par Tobias Dürr faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles aux collisions/barotraumatismes à l'échelle régionale. Ainsi, au niveau régional, entre 2015 et 2022, on constate que :

- le Roitelet à triple bandeau est la 1^{ère} espèce la plus impactée régionalement, soit 11 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;

2 Synthèse et analyse des résultats

- le Martinet noir est la 3^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 10 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- le Faucon crécerelle est la 4^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 6,5 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- le Pigeon ramier est la 5^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 6,1 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- la Buse variable est la 6^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 5,7 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- l'Alouette des champs est la 8^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 3,5 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- le Bruant proyer est la 9^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 3,4 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- la Grive musicienne est la 11^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 3 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- la Linotte mélodieuse est la 20^{ème} espèce la plus impactée régionalement, soit 0,9 % des cadavres d'oiseaux retrouvés ;
- la Grive mauvis et le Pinson des arbres sont tous les deux au 25^{ème} rang des espèces les plus impactées régionalement, soit 0,3 % des cadavres d'oiseaux retrouvés pour chacune des deux espèces ;
- la Mésange charbonnière n'avait, jusqu'alors, pas été retrouvée en région Centre-Val-de-Loire et n'apparaît donc pas dans la base de données de la DREAL.

Pour rappel, les bases de données observationnelles, que ce soit celle de Biotope, celle de la région Centre-Val-de-Loire ou celle de Tobias Dürr présentent un intérêt comparatif qui reste toutefois limité. En effet, l'ensemble des biais et limites quant à l'effort de prospection associés à chaque découverte n'est pas intégré dans ce type de base de données. Aussi, ces observations ne représentent qu'une partie de la réalité de la mortalité réelle pour laquelle il reste impossible de vérifier leur concordance.

Par ailleurs, la base de données concernant l'avifaune mise à disposition par Tobias Dürr se base sur des observations transmises de manière volontaire. Elle permet, comme celle de Biotope, de comparer la mortalité observée sur le parc de Pierrots par rapport à celle recensée aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elle donne une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elle est loin d'être exhaustive. Les données françaises recueillies par Tobias Dürr proviennent d'une faible proportion de parcs Français. Il s'agit néanmoins de la synthèse Européenne la plus détaillée qui existe à ce jour et qui est confortée au niveau métropolitain par le « référentiel de mortalité brute » réalisé par Biotope en 2023.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 10 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023 ; Dürr, 2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 21/09/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2022 pour des oiseaux touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine. Les valeurs entre parenthèses correspondent au nombre de cadavres brut.

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	Rang régional	A	BE	D	E	NL	PT	Rang Pierrots
Alouette des champs	7 (517)	6 (215)	5 (49)	8 (31)	6 (23)	-	10 (125)	10 (89)	20 (25)	2 (44)	1 (10)
Buse variable	2 (1189)	4 (314)	4 (71)	6 (51)	7 (15)	18 (3)	1 (772)	26 (31)	5 (30)	8 (13)	7 (1)
Bruant proyer	13 (383)	16 (71)	11 (14)	9 (30)	-	-	23 (39)	3 (252)	-	5 (21)	3 (3)
Faucon crécerelle	4 (867)	3 (347)	3 (71)	4 (58)	4 (28)	14 (7)	8 (155)	2 (273)	10 (14)	3 (39)	2 (7)
Grive mauvis	62 (28)	46 (3)	36 (2)	25 (3)	-	-)	46 (4)	20 (62)	39 (11)	-	7 (1)
Grive musicienne	16 (238)	16 (63)	36 (2)	11 (27)	-	12 (12)	29 (27)	6 (129)	19 (3)	-	5 (2)
Linotte mélodieuse	54 (67)	38 (25)	22 (7)	20 (8)	17 (1)	-	48 (2)	31 (24)	21 (1)	10 (10)	7 (1)
Martinet noir	6 (728)	1 (433)	2 (74)	3 (90)	8 (14)	17 (4)	7 (170)	13 (75)	17 (5)	7 (18)	7 (1)
Mésange charbonnière	70 (19)	46 (3)	36 (2)	-	-	-	38 (12)	47 (3)	-)	-	7 (1)
Pigeon ramier	11 (469)	5 (222)	6 (44)	5 (55)	15 (5)	33 (13)	5 (196)	36 (14)	9 (16)	-	7 (1)
Pinson des arbres	37 (76)	27 (31)	36 (2)	25 (3)	-	-	35 (17)	31 (24)	-	-	5 (2)
Roitelet à triple bandeau	9 (492)	2 (384)	1 (80)	1 (98)	19 (1)	-	21 (45)	18 (45)	21 (1)	17 (2)	3 (3)

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, D = Allemagne, E = Espagne, FR = France, NL = Hollande, PT = Portugal

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2014, on constate que toutes les espèces à l'exception du Roitelet à triple bandeau avaient déjà été contactées.

Évaluation des enjeux

Le Tableau 11 présente les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sur le parc des Pierrots à l'échelle régionale, française et européenne.

Quatre espèces sont classées comme patrimoniales en France (l'Alouette des champs, le Faucon crécerelle, la Linotte mélodieuse et le Martinet noir). Huit espèces sont listées dans l'Article 3 et sont donc protégées à l'échelle nationale. La linotte mélodieuse est vulnérable sur la liste rouge des oiseaux nicheurs au niveau national, l'Alouette des champs, le Faucon crécerelle et le Martinet noir ont un statut « quasi menacé » sur cette liste.

Tableau 11 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces d'oiseaux touchées par le parc éolien de Pierrots.

Espèces	Protection nationale	Directive Oiseaux	Liste rouge	Liste rouge France	NIOF migrateur (2008)	Liste rouge nicheur	Liste rouge migrateur Centre(2015)	Espèces déterminantes Centre :
---------	----------------------	-------------------	-------------	--------------------	-----------------------	---------------------	------------------------------------	--------------------------------

2 Synthèse et analyse des résultats

			Europe nicheur (2015) (2016)		Centre (2015)			Espèces nicheuses
Alouette des champs	-	Annexe II	LC	NT	C	NT	C	-
Buse variable	Article 3	-	LC	LC	Sédentaire et C	LC	C	-
Bruant proyer	Article 3	-	LC	LC	Sédentaire et C	NT	C	-
Faucon crécerelle	Article 3	-	LC	NT	C	LC	C	-
Grive mauvis	-	Annexe II	LC	LC	DD	DD	C	-
Grive musicienne	-	Annexe II	LC	LC	CC	LC	C	-
Linotte mélodieuse	Article 3	-	LC	VU	C	NT	C	-
Martinet noir	Article 3	-	NT	NT	CC	LC	C	-
Mésange charbonnière	Article 3	-	LC	LC	Abondant	LC	-	-
Pigeon ramier	-	Annexes II et III	LC	LC	CC	LC	C	-
Pinson des arbres	Article 3	-	LC	LC	Sédentaire ou transhumant	LC	C	-
Roitelet à triple bandeau	Article 3	-	LC	LC	C	LC	PC	-

Légende :

Protection nationale (PN)

Arrêté interministériel du 29 octobre 2009 modifié fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection : Article 3 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Oiseaux (DO)

Il s'agit de la directive européenne 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, ou directive « Oiseaux ». Elle vise à assurer une protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen. Annexe I : espèces faisant l'objet de mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (Zone de Protection Spéciale) ; Annexe II : espèces dont la chasse est autorisée ; Annexe III : espèces dont le commerce est autorisé.

Listes rouges

Liste rouge des oiseaux nicheurs en Europe (European Red List of Birds (Birdlife International, 2021)) : LC : préoccupation mineure ; NT : quasi menacée ; VU : vulnérable ; EN : en danger ; DD : données insuffisantes.

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine (UICN France, MNHN, LPO, SEOF et ONCFS, 2016)

Liste rouge oiseaux nicheurs de Centre-Val de Loire (DREAL Centre-Val de Loire, 2013)

DD : Non évalué, NA : Non applicable, LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable, EN : En danger d'extinction, CR : En danger critique.

NIOF (Nouvel Inventaire des Oiseaux de France) Migrateur et statut migrateur en Centre-Val de Loire

Cela présente le statut de rareté de l'espèce en période de migration en France (NIOF) et en région Centre-Val de Loire

Nouvel Inventaire des oiseaux de France (NIOF) (P. J. Dubois, P. Le Maréchal, G. Oliosio et P. Yésou, 2008)

L'avifaune de la Région Centre, synopsis des connaissances (PERTHUIS, 2002), NA : Non applicable, DD : données insuffisantes, CC = taxon très commun ; C = taxon commun ; PC = taxon peu commun, ST = Sédentaire ou Transhumant, SC = Sédentaire et commun.

Espèces déterminantes

Espèces déterminantes de la Région Centre-Val de Loire : Site internet DREAL Centre-Val de Loire : <http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/habitats-et-especes-determinantes-r828.html>

2 Synthèse et analyse des résultats

1.1.5 Description des chauves-souris retrouvées

6 individus répartis au sein de 4 espèces et un groupe d'espèces ont été retrouvés morts sur le parc de Pierrots : **le Grand Murin** (1 individu), **la Noctule commune** (2 individus), **la Noctule de Leisler** (1 individu), **la Pipistrelle de Kuhl** (2 individus).

Le Grand Murin et la Pipistrelle de Kuhl sont des espèces assez sédentaires. Elles s'éloignent ainsi peu de leurs domaines vitaux. Les individus touchés sont donc probablement issus de colonies locales, proches du parc éolien (quelques kilomètres).

La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont quant à elle des espèces migratrices pouvant parcourir de grandes distances entre leurs sites de reproduction et les sites d'hivernage. Il est donc possible que les individus touchés par le parc des Pierrots (observés entre le 31 juillet et le 18 août 2023) étaient des individus en migration. On ne peut cependant pas affirmer cela avec certitude. La région centre accueille également des populations locales de ces deux espèces. Les individus retrouvés peuvent donc également provenir de colonies proches. Le patron d'activité acoustique (cf. Synthèse du suivi de mortalité) des Noctules communes semble montrer un niveau d'activité plutôt concentré sur le mois d'août. Ceci est moins le cas pour la Noctule de Leisler qui est présente sur l'ensemble des mois entre mai et octobre. La Noctule de Leisler ne montre pas une activité strictement liée à la migration.

À titre de comparaison, Biotope a réalisé en 2023 un « **référentiel de mortalité brute** » cumulant l'ensemble des observations de cadavres de chiroptères réalisé dans le cadre de suivis environnementaux au niveau métropolitain depuis 2019. Ce référentiel permet de faire un bilan des espèces a priori les plus sensibles aux collisions/barotraumatismes à l'échelle nationale.

On constate que la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Kuhl sont parmi les espèces les plus fréquemment observées en France. En effet, sur les 11 espèces ou groupes d'espèces comptabilisés dans les suivis de mortalité réalisés par Biotope depuis 2019, elles font partie des 4 espèces les plus découvertes en Métropole, avec respectivement le 3^{ème}, 2^{ème} et 4^{ème} rang. Le Grand Murin quant à lui n'a jamais été observé lors d'un des suivis effectués par Biotope.

De la même manière, la synthèse de données disponibles de Tobias Dürr (mise à jour le 9 août 2023) sur les cadavres de chauves-souris relate :

- Que la Noctule commune est la 3^{ème} espèce la plus touchée par les parcs éoliens à l'échelle européenne et 4^{ème} à l'échelle française ;
- Que la Noctule de Leisler est la 6^{ème} espèce la plus impactée en Europe et la 7^{ème} en France ;
- Que la Pipistrelle de Kuhl est la 4^{ème} espèce la plus impactée en Europe et la 3^{ème} en France après les chiroptères indéterminés et les pipistrelles indéterminées ;
- Que le Grand Murin est l'une des espèces les moins impacté en Europe (15^{ème}) et en France (12^{ème}), avec très peu d'individus impactés.

Enfin, en région Centre Val-de-Loire, la synthèse de la DREAL (mis à jour le 21/09/2023) sur les cadavres de chauves-souris relate :

- Que la Noctule commune est la 2^{ème} espèce la plus impactée régionalement (soit 16,4 % des cadavres de chauves-souris retrouvés) ;
- Que la Noctule de Leisler est la troisième espèce la plus impactée régionalement (soit 11,4 % des cadavres de chauves-souris retrouvés) ;
- Que la Pipistrelle de Kuhl est classée au 6^{ème} rang régional (soit 6,6 % des cadavres de chauves-souris retrouvés) ;
- Que le Grand Murin est la 11^{ème} espèce la plus impactée régionalement (soit 0,2 % des cadavres de chauves-souris retrouvés).

2 Synthèse et analyse des résultats

Pour rappel, les bases de données observationnelles, que ce soit celle de Biotope, de la DREAL Centre Val-de-Loire ou celle de Tobias Dürr présentent un intérêt comparatif qui reste toutefois limité. En effet, l'ensemble des biais et limites quant à l'effort de prospection associés à chaque découverte n'est pas intégré dans ce type de base de données. Aussi, ces observations ne représentent qu'une partie de la réalité de la mortalité réelle pour laquelle il reste impossible de vérifier leur concordance.

Par ailleurs, la base de données concernant les chiroptères mise à disposition par Tobias Dürr se base sur des observations transmises de manière volontaire. Elle permet, comme celle de Biotope, de comparer la mortalité observée sur le parc des Pierrots par rapport à celle recensée aux échelles nationale et européenne. Cependant, si elle donne une idée générale concernant les espèces touchées et leurs proportions, elle est loin d'être exhaustive. Les données françaises recueillies par Tobias Dürr proviennent d'une faible proportion de parcs français. De plus, ces chiffres sont des approximations car on note une grande part d'individus indéterminés au sein de chaque genre (Pipistrelle indéterminée, Noctule indéterminée, etc.). De même, pour un grand nombre d'individus, même le genre n'a pas pu être déterminé du fait, entre autres, de leur état de décomposition avancée et/ou de la non-présence de spécialistes à proximité capables d'identifier notamment les pipistrelles grâce à leur dentition. Toutefois, il s'agit néanmoins de la synthèse Européenne la plus détaillée qui existe à ce jour et qui est confortée au niveau métropolitain par le « référentiel de mortalité brute » réalisé par Biotope en 2022.

Tableau 12 : Tableau de synthèse associant les données « empirique » de Dürr (mis à jour le 09/08/2023), les données régionales de la DREAL (mis à jour le 21/09/2023) et le « Référentiel mortalité brut » de Biotope 2022 pour des chiroptères touchés par les parcs éoliens selon les pays de l'Europe et en France métropolitaine.

Espèce/Pays	Rang Europe	Rang France	Rang FR Biotope	Rang régional	A	BE	CR	D	ES	PT	Rang Pierrots (effectif)
Grand Murin	15 (9)	12 (5)	-	11 (1)	-	-	-	14 (2)	14 (2)	-	2 (1)
Noctule commune	3 (1765)	4 (269)	3 (55)	2 (104)	1 (46)	5 (1)	-	1 (1287)	15 (1)	14 (2)	1 (2)
Noctule de Leisler	6 (813)	7 (243)	2 (79)	3 (72)	-	-	8 (4)	4 (199)	11 (15)	2 (273)	2 (1)
Pipistrelle de Kuhl	4 (661)	3 (411)	4 (52)	6 (42)	-	-	1 (144)	-	7 (44)	6 (51)	1 (2)

Légende : A = Autriche, BE = Belgique, CR = Croatie, D = Allemagne, ES = Espagne, FR = France, PT = Portugal.

Si l'on se réfère à l'étude d'impact réalisée en 2014, on constate que les espèces impactées avaient déjà toutes été contactées et que leurs niveaux de sensibilité avaient été considérés comme moyen à fort.

La plupart des chauves-souris effectue des déplacements entre leurs gîtes estivaux et leurs gîtes d'hibernation, variant de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres. Quatre espèces effectuent cependant de véritables migrations, parcourant parfois plus de 1 000 km : la Noctule commune (2 cas de mortalité recensé sur le parc éolien des Pierrots), la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolore (Hutterer et al. 2005). Ces espèces se reproduisent en Europe du Nord et de l'est. Les jeunes naissent entre juin et fin juillet et s'émancipent au bout de quelques semaines. On assiste donc à une migration automnale, dès le mois d'août, d'individus qui reviennent des sites de mise-bas du nord et de l'est de l'Europe pour venir s'accoupler et hiberner en Europe de l'ouest. Ces mouvements concernent essentiellement les femelles et les jeunes, à l'exception de la Sérotine bicolore où la majorité des données en période de migration concernent des mâles. Au printemps, les femelles retournent sur leur site de mise-bas. Des colonies de mise-bas sont également présentes en France, bien que rares. Cependant, cette rareté peut être liée à un manque de connaissances,

2 Synthèse et analyse des résultats

de nouvelles colonies étant découvertes chaque année, notamment pour les noctules (Arthur & Lemaire, 2015).

La Noctule commune fait partie des espèces les plus impactées par les parcs éoliens en fonctionnement (en Europe : Gaultier et al., 2020). Les chiroptères sont des animaux ayant une longue espérance de vie mais une faible fécondité, entraînant un faible renouvellement des populations. Une forte mortalité des adultes est donc particulièrement dommageable pour les populations (Arthur & Lemaire, 2015).

Évaluation des enjeux

Le Tableau 13 ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sur le parc des Pierrots à l'échelle de la France et de l'Europe. Les 4 espèces contactées sont strictement protégées en France et dans l'Union Européenne. La Pipistrelle commune et la Sérotine commune sont par ailleurs considérées comme patrimoniales en France car quasi menacées. La Noctule commune est vulnérable en France et est également quasi menacée en région Centre-Val-de-Loire.

Tableau 13 : Statuts réglementaires et de conservation des espèces de chauve-souris touchées par le parc de Pierrots.

Espèce	Directive Habitats	Protection nationale	Liste rouge Europe (2012)	Liste rouge France (2017)	Liste rouge Centre (2012)
Grand Murin	Annexes II et IV	Article 2	LC	LC	LC
Noctule commune	Annexe IV	Article 2	LC	VU	NT
Noctule de Leisler	Annexe IV	Article 2	LC	NT	NT
Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Article 2	LC	LC	LC

Légende :

Protection nationale

Arrêté interministériel du 23 avril 2007 modifié fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (modif. Arrêté du 15 septembre 2012) : Article 2 : protection stricte des individus et de leurs habitats de reproduction et de repos.

Directive Habitats

An. II/IV : espèces inscrites aux annexes II et/ou IV de la Directive N° 92/43/CEE du 21/05/92, dite « Directive Habitats »

Listes rouges Europe, France et Centre-Val de Loire

Liste rouge européenne des espèces menacées (UICN, 2012)

Liste rouge des espèces menacées en France, Mammifères de France métropolitaine (UICN France & MNHN, 2017)

Liste rouge régionale des mammifères (Sologne Nature Environnement, 2012)

LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi menacé, VU : Vulnérable

1.1.6 Evaluation de tendance à travers les quantiles de mortalité brute

Cette représentation graphique repose sur les données extraites du référentiel de mortalité brute élaboré par Biotope. Ce référentiel synthétise l'intégralité des informations relatives aux cadavres d'oiseaux et de chiroptères recueillis entre 2019 et 2022 dans les parcs éoliens suivis. Le graphique permet d'obtenir un « quantile de mortalité brute » en fonction de la mortalité brute 'C' calculée par recherche éolienne, correspondant au nombre de passage multiplié par le nombre d'éolienne du parc. En résulte un nombre de cadavre par recherche-éolienne pour les deux groupes taxonomiques.

2 Synthèse et analyse des résultats

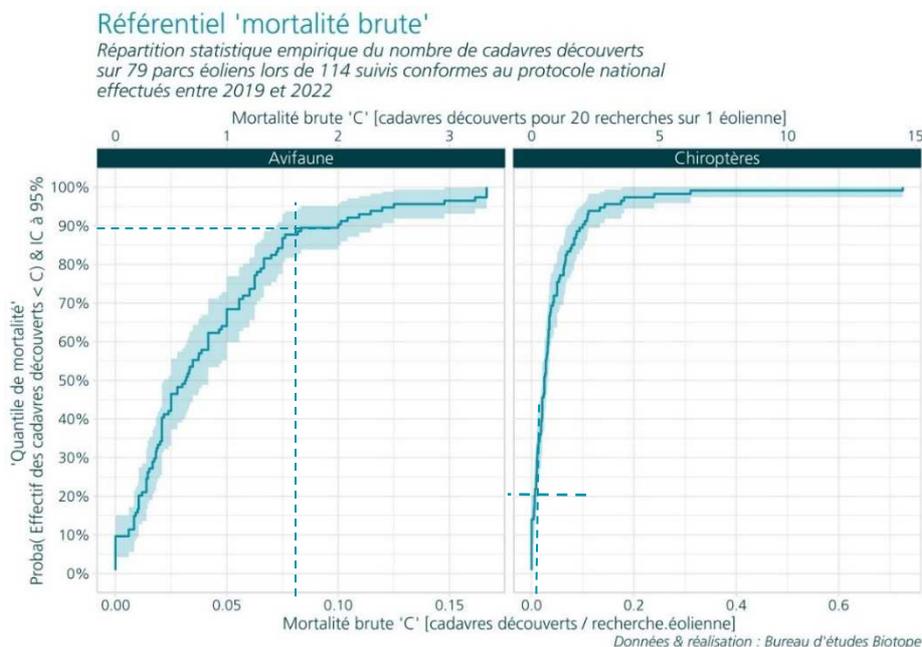


Figure 22 : Projection du 'quantile de mortalité' en fonction de la mortalité brute de votre parc à travers la répartition empirique du nombre de cadavres découverts sur les parcs éoliens suivis par Biotope (de 2019 à 2022).

Au sein du parc éolien des Pierrots, il a été observé un total de 33 cadavres d'oiseaux et 6 cadavres de chiroptères. Pendant le suivi, 11 éoliennes ont été suivies durant 53 passages. Cela conduit à une mortalité brute 'C' de 0,057 cadavres par recherche-éolienne pour les oiseaux et de 0,01 cadavres par recherche-éolienne pour les chiroptères.

En utilisant le graphique comme référence, nous déterminons un quantile de mortalité brute de 90% pour les oiseaux et de 20% pour les chiroptères. Cette analyse graphique nous permet de constater que la mortalité brute du parc des Pierrots est parmi les 10% les plus élevés du référentiel pour les oiseaux et est parmi les 20% les plus faibles pour les chiroptères.

Il est important de noter que ces valeurs ne constituent qu'une alerte sur un potentiel risque de significativité, et doivent être interprétées en conjonction avec les autres indicateurs. Cependant, il semble que le parc étudié présente une tendance à une mortalité brute pour les oiseaux plus élevée que les autres parcs et inversement une mortalité brute plus faible pour les chauves-souris que les autres parcs surveillés par Biotope entre 2019 et 2022. Cependant, il convient de souligner une nouvelle fois que cette interprétation, prise individuellement, ne permet pas de tirer des conclusions définitives quant à la signification potentielle de l'impact du parc des Pierrots sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

1.2 Analyse des résultats

Dans le cadre de cette étude, plusieurs formules ont été utilisées pour estimer la mortalité du parc éolien. Comme recommandé dans le protocole national, il s'agit des formules de Huso (2010), Erickson et al. (2000) et Korner-Nievergelt et al. (2011). Les tableaux suivants détaillent les différents résultats des différentes étapes de calcul nécessaires aux estimations de mortalités.

2 Synthèse et analyse des résultats

1.2.1 Occupation du sol et zones prospectées

Sur l'ensemble du suivi, les zones prospectées ont subi une forte évolution de l'occupation du sol (cf. Tableau 14, Figure 23, Figure 24, Figure 25). Le couvert végétal dans les zones de recherche influence directement les capacités de l'observateur à détecter les cadavres (Domínguez del Valle et al., 2020). Les milieux herbacés hauts (> à 30/40 cm) et denses sont incompatibles avec les suivis. Ainsi, dès lors que la végétation correspondait à ce type d'occupation du sol, l'efficacité de recherche a été considérée comme nulle et les parcelles non prospectées.

Dans le cadre de cette étude, la végétation et la maintenance de certaines éoliennes ont été les seules contraintes dans la recherche de cadavres où pour certains passages, les recherches n'ont pas pu être menées sur la totalité des surfaces à prospecter.

L'ensemble de ces événements a été intégré dans les modalités de calcul par 1) le coefficient correcteur de surface et 2) le coefficient d'efficacité de recherche.

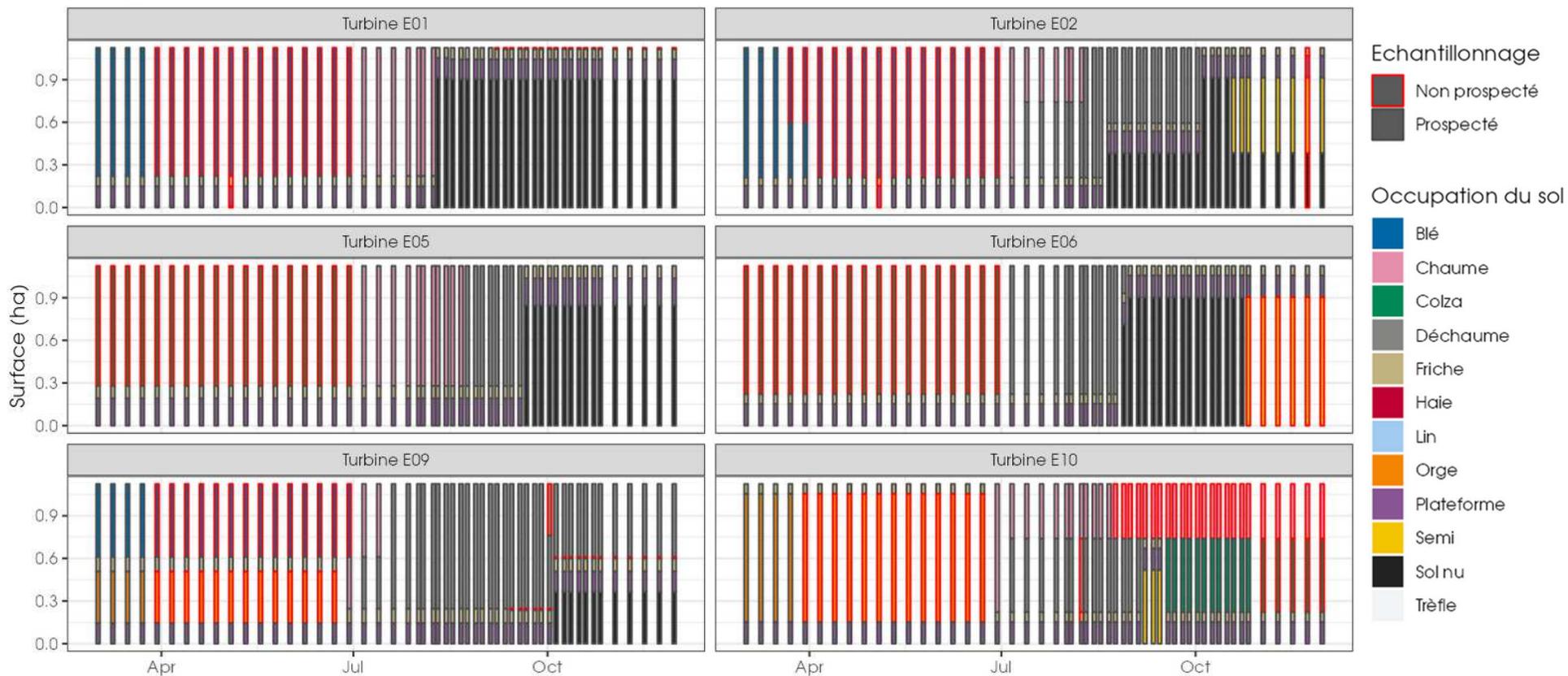
Au regard du Tableau 14, il apparaît que 1/3 des surfaces totales du parc n'ont jamais pu être prospectées même une fois tout au long du suivi (53 passages) du fait de l'occupation du sol et de la hauteur de végétation.

Tableau 14 : Bilan de l'occupation du sol pour les quatre éoliennes sur l'ensemble de la période de suivi. Représentation en pourcentage des surfaces cumulées des différentes occupations du sol observées par éolienne et pour le parc sur l'ensemble de la période de suivi (53 passages). Les zones en gris foncées représentent les occupations du sol non prospectables tout ou partie du suivi (efficacité de recherche nulle), et en blanc les occupations du sol qui ont été prospectables la majeure partie de l'année de suivi (non prospectable que ponctuellement).

Milieux	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	Total parc
Blé	27,29%	27,62%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,07%	0,00%	15,54%	0,00%	7,96%	8,59%
Chaume	10,61%	5,39%	0,00%	15,12%	15,61%	0,00%	9,24%	9,21%	2,34%	24,14%	10,52%	9,29%
Colza	0,00%	0,00%	0,00%	27,21%	25,54%	27,29%	10,91%	3,51%	0,00%	14,79%	14,59%	11,26%
Déchaume	0,00%	21,55%	0,00%	0,00%	11,35%	18,52%	4,46%	7,10%	42,54%	13,05%	19,68%	12,57%
Friche	6,87%	5,06%	7,28%	5,89%	7,81%	6,11%	6,36%	5,56%	9,11%	6,23%	7,63%	6,72%
Haie	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,61%	0,24%
Lin	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	13,18%	0,00%	0,00%	0,00%	1,20%
Orge	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,22%	10,39%	25,78%	6,00%	4,85%
Plateforme	12,28%	13,62%	13,17%	13,95%	16,97%	13,52%	12,31%	18,90%	12,76%	13,40%	11,38%	13,84%
Semi	0,00%	7,13%	0,00%	0,00%	0,00%	9,10%	3,21%	9,08%	0,00%	2,61%	2,19%	3,03%
Sol nu	42,94%	19,63%	0,00%	37,79%	22,71%	25,45%	37,44%	22,22%	7,33%	0,00%	17,43%	21,18%
Trèfle	0,00%	0,00%	79,55%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,23%
Total	100%											

2 Synthèse et analyse des résultats

Occupation du sol des turbines selon la date



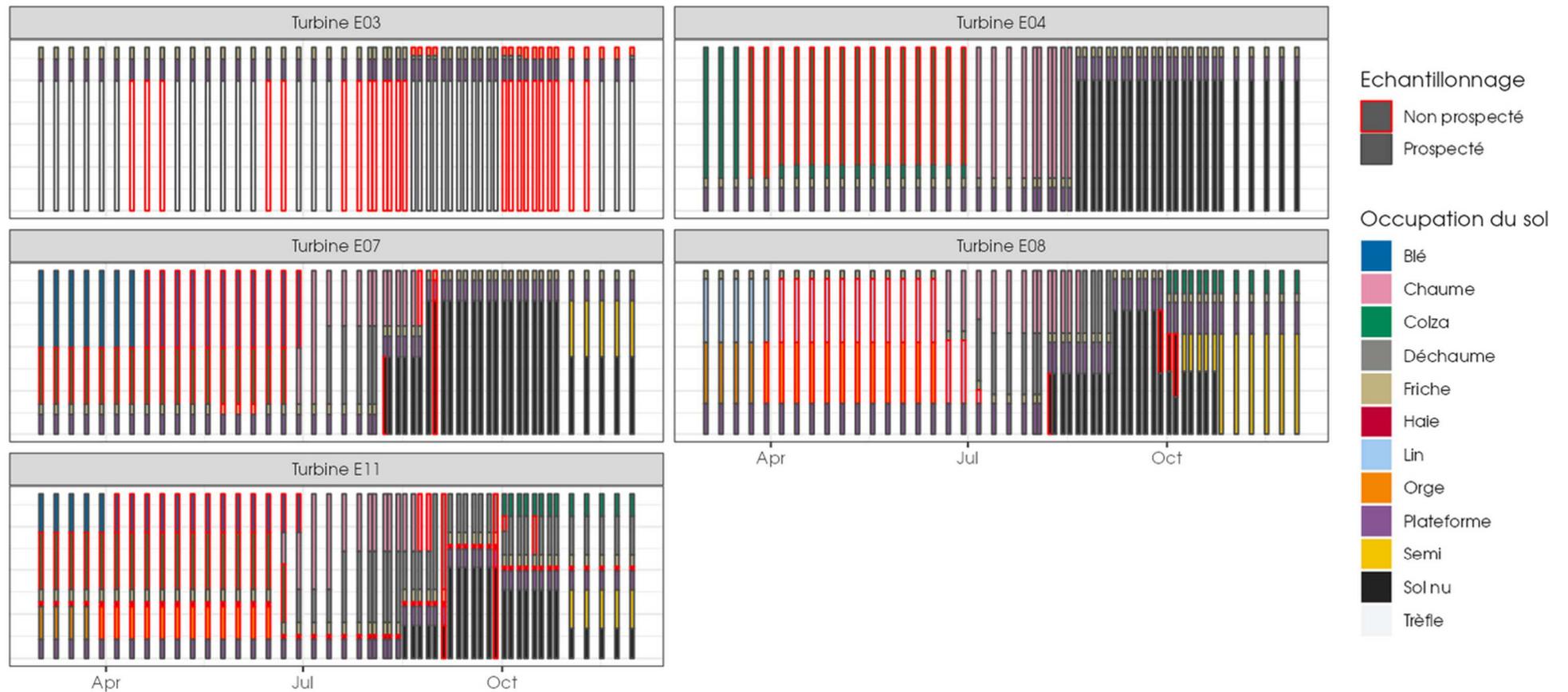


Figure 23 : Évolution de l'occupation du sol et surfaces prospectées sur l'ensemble du suivi

2 Synthèse et analyse des résultats

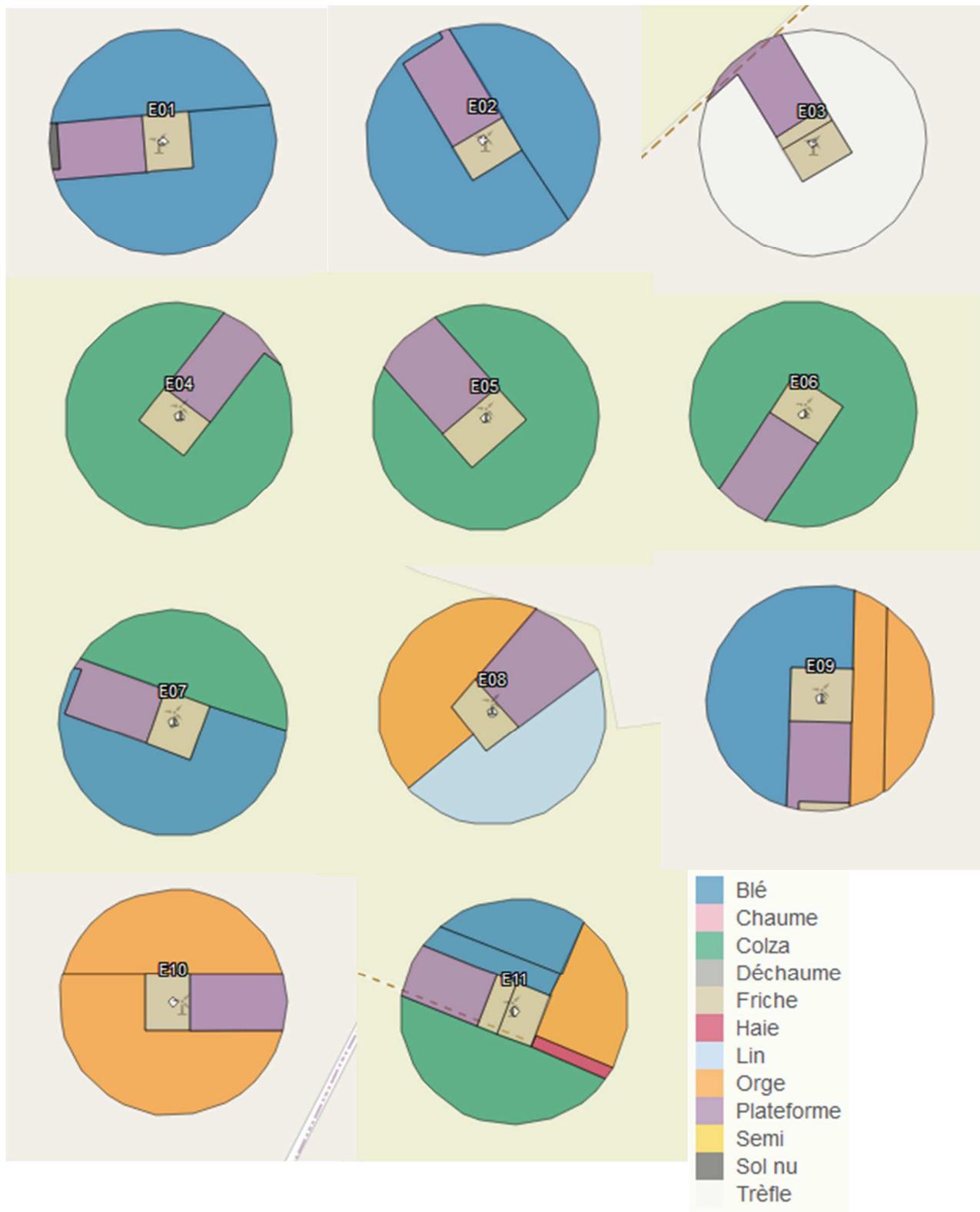


Figure 24 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09, E10, E11 (de gauche à droite et de haut en bas) le 2 mars 2023 (premier passage)

2 Synthèse et analyse des résultats

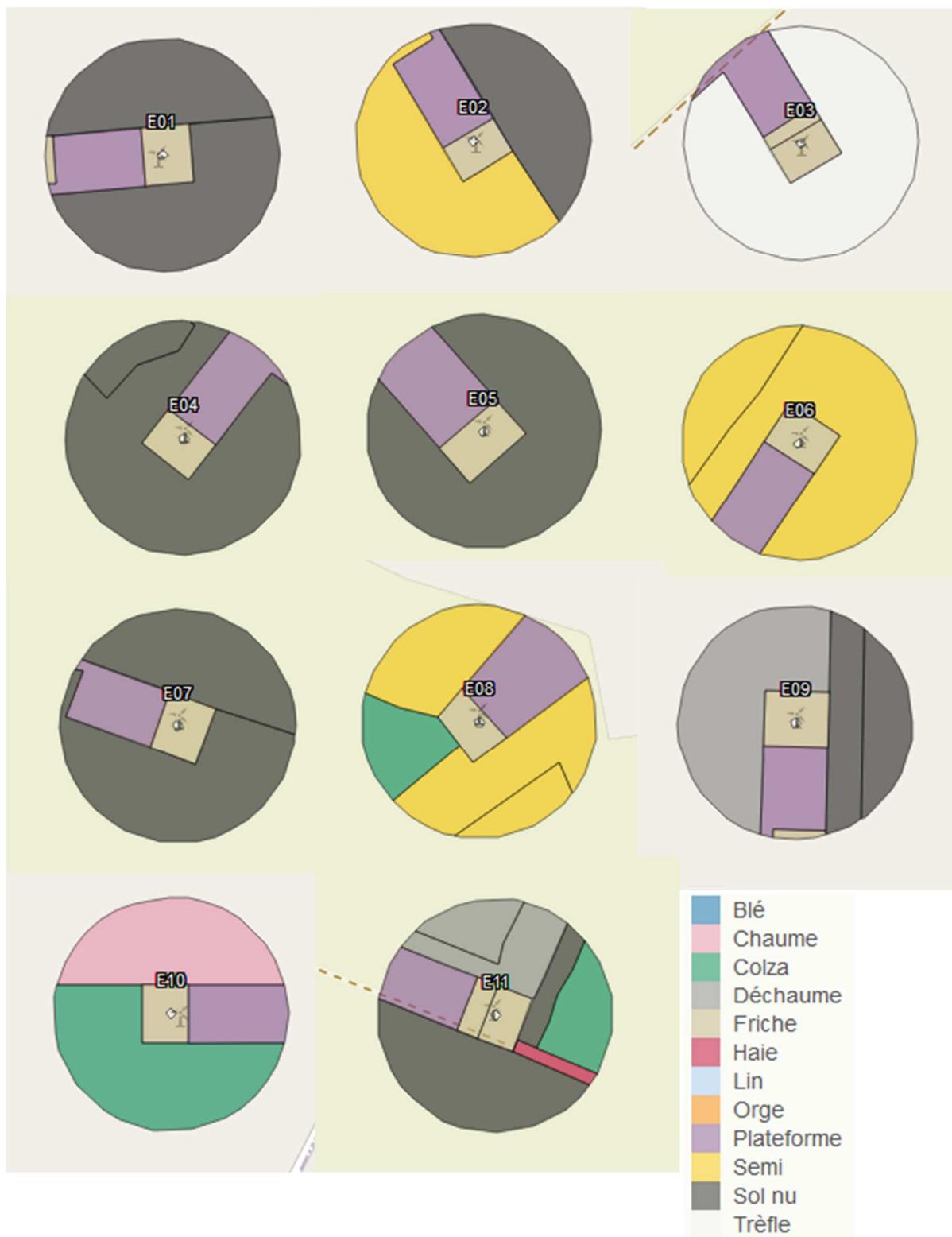


Figure 25 : Occupation du sol pour les éoliennes E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09, E10, E11 (de gauche à droite et de haut en bas) le 26 octobre 2023 (passage 48)

2 Synthèse et analyse des résultats

1.2.2 Évolution du taux de surface prospectée

Du fait principalement de l'évolution de la végétation, l'ensemble des surfaces n'ont pas pu être prospectées tout au long du suivi. Ce taux de surface prospectée est variable dans le temps et différent pour chaque éolienne suivie.

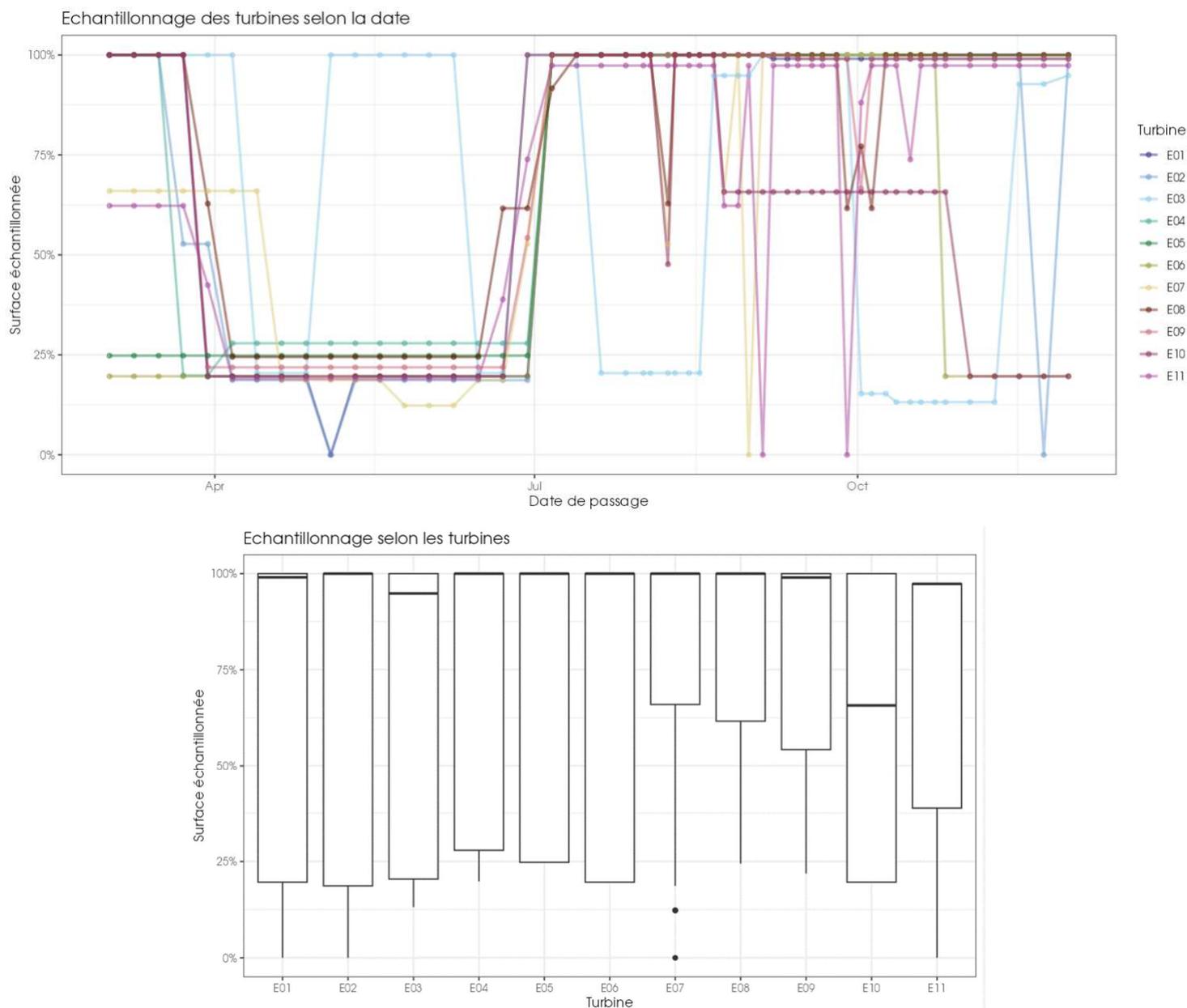


Figure 26 : Bilan des surfaces prospectées par éolienne sur l'ensemble du suivi. En haut : évolution du pourcentage de surface prospectée par passage, en bas : synthèse (boite à moustaches) du pourcentage de surface prospectée par passage par éolienne sur l'ensemble du suivi (de bas en haut : minimum, 1er quartile, médiane en gras, 3ème quartile, maximum).

2 Synthèse et analyse des résultats

1.2.3 Résultats des tests et calcul des coefficients correcteurs

Coefficient correcteur de surface (a)

Afin d'intégrer les surfaces non prospectées/non prospectables, nous avons calculé un coefficient de surface correspondant au taux de prospection de chaque passage de l'éolienne considérée (Tableau 15). La moyenne pondérée (par le temps entre passages) est le résultat retenu pour le calcul d'estimation de la mortalité par éolienne. Les coefficients correcteurs de surface moyens sont assez faibles (allant de 0,53 à 0,70). Ceci est lié à des périodes avec des parcelles non prospectables pour des durées et des surfaces différentes suivant l'éolienne.

Tableau 15 : Statistiques descriptives du coefficient correcteur de surface calculé sur l'ensemble des 54 passages

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11
Quantile 2.5%	0,20	0,06	0,13	0,22	0,25	0,20	0,12	0,24	0,22	0,20	0,06
Premier quartile	0,20	0,19	0,20	0,28	0,25	0,20	0,66	0,62	0,54	0,20	0,39
Moyenne	0,78	0,76	0,63	0,79	0,74	0,64	0,75	0,79	0,79	0,59	0,70
Moyenne pondérée	0,70	0,60	0,62	0,53	0,61	0,64	0,57	0,68	0,61	0,61	0,61
Médiane	0,99	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,66	0,97
Troisième quartile	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97
Quantile 97.5%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,97

Coefficient de persistance (s)

Afin d'évaluer au mieux la persistance, il a été choisi de cumulé l'ensemble des tests effectués lors des suivis réalisés en 2022 et 2023 sur le parc éolien des Pierrots. Les conditions (habitats, type de culture, ...) observées au niveau du parc n'ont pas évolué et n'ont donc pas entraîné de changement de comportement significatif des charognards d'une année sur l'autre. Le fait d'utiliser les deux années permet de disposer d'un nombre de tests plus importantes favorables à une meilleure estimation du taux de persistance sur ce site.

À la suite des tests de persistance et aux analyses statistiques basées sur la sélection de modèles, nous avons retenu comme modèle le plus parcimonieux (AIC weight = 0.98) : « **Persistance ~ TurbID** » en utilisant une famille de distribution « lognormal ». Cela veut dire que la durée de persistance est variable entre les différentes éoliennes.

● *Erickson, W.P.; Johnson, G.D.; Strickland, M.; Kronner, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.*

● *Huso, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052*

● *Korner-Nievergelt, F., Korner-Nievergelt, P., Behr, O., Niermann, I., Brinkmann, R., & Hellriegel, B. (2011). A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Wildlife Biology, 17(4), 350-363. doi: 10.2981/10-121*

2 Synthèse et analyse des résultats

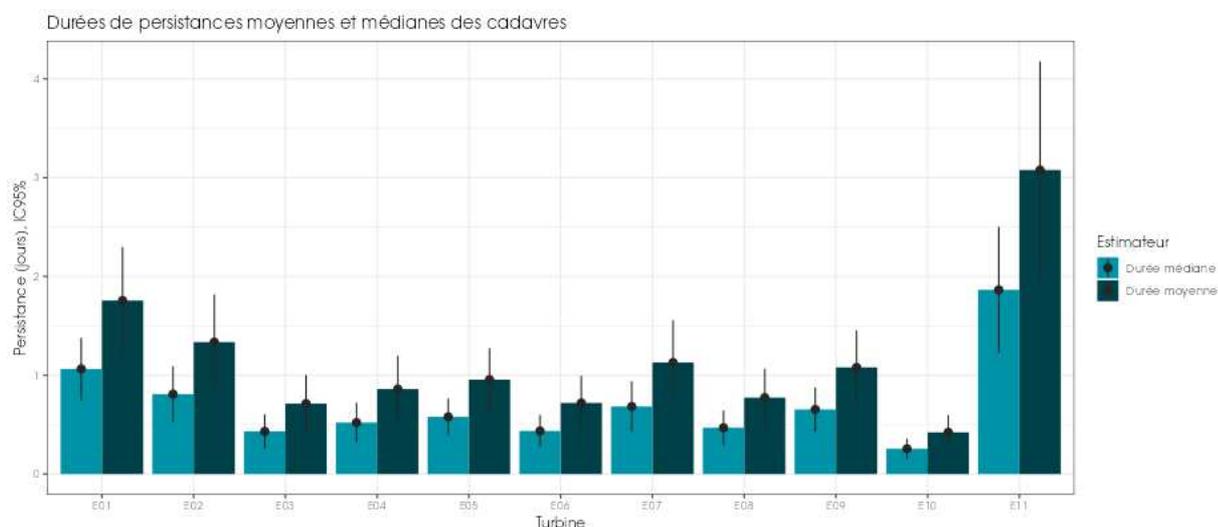


Figure 27 : Durées de persistance moyenne et médianes accompagnées des incertitudes (intervalles de confiance à 95%) des cadavres pour chaque test de prédation.

Nous pouvons discerner deux groupes d'éoliennes avec des durées de persistance légèrement différentes. En effet, éoliennes E03, E04, E06, E08 et E10 ont une durée de persistance moyenne inférieure à 1 jour, c'est-à-dire qu'un cadavre disparaît en moyenne avant 24 heures. Pour les éoliennes E01, E02, E05, E07 et E09 la durée de persistance est légèrement supérieure avec un délai de disparition compris entre 1 et 2 jours, seul E11 sort du lot avec une persistance moyenne de 3,1 jours. Les intervalles de confiance montrent que l'évaluation de la prédation est assez bonne en illustre une incertitude modérée, voire faible (Figure 27 & Tableau 16).

Tableau 16 : Résultats des estimations des durées moyennes de persistance et leur intervalle de confiance à 95% pour les deux tests de persistance pour chacune des onze éoliennes. Les durées moyennes de persistance sont les valeurs retenues comme coefficient correcteur pour les estimations de mortalité.

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11
Résultats des tests de persistances entre 2022 et 2023 (5 tests)											
Persistance moyenne (en jours)	1,8	1,3	0,7	0,9	1,0	0,7	1,1	0,8	1,1	0,4	3,1
Intervalle de confiance à 95 %	[1,21 ; 2,3]	[0,85 ; 1,82]	[0,42 ; 1]	[0,52 ; 1,2]	[0,64 ; 1,27]	[0,45 ; 0,99]	[0,7 ; 1,56]	[0,48 ; 1,07]	[0,7 ; 1,45]	[0,25 ; 0,6]	[1,98 ; 4,18]

Coefficient d'efficacité de recherche (f)

Pour information et dans le but d'avoir un coefficient d'efficacité de recherche reflétant au mieux la réalité de terrain, les calculs permettant de définir le coefficient d'efficacité de recherche en 2023 se basent sur les résultats de l'ensemble des tests d'efficacité effectués depuis 2022, à savoir ici 2022 et 2023. Ce même coefficient sera repris pour l'analyse de l'année 2022 dans la suite du document dans le but de mieux comparer les résultats obtenus lors de l'estimation de la mortalité.

2 Synthèse et analyse des résultats

À la suite des tests d'efficacité de recherche, les analyses statistiques basées sur la sélection de modèles n'ont pas permis de retenir un modèle du fait d'un meilleur taux de détection lors des tests de nos observateurs sur des surfaces de végétation haute. Il n'a pas également été possible de choisir un modèle simple intégrant uniquement les turbines du fait que l'éolienne E8 avec la mortalité brute la plus forte ressortait avec une efficacité de recherche la plus faible. Nous avons donc sélectionné le modèle complet « **Trouve ~ 1** » pour réaliser les interpolations. Nous avons ainsi pu déterminer une probabilité de détection globale à l'échelle du parc pour éviter tous biais statistique. (Tableau 17 & Figure 28).

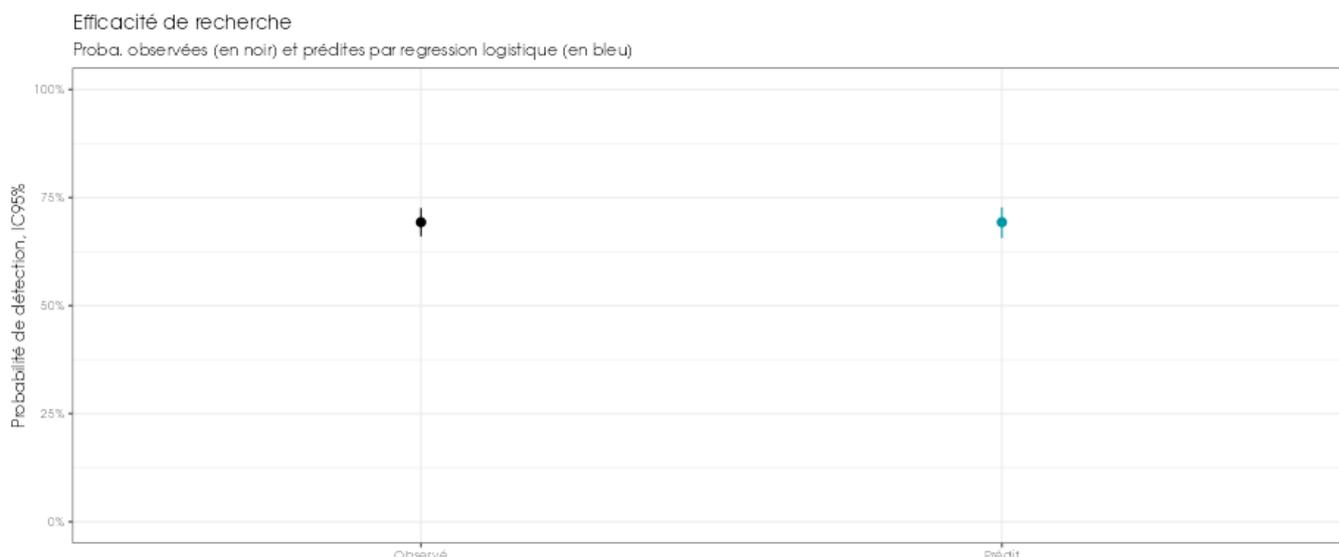


Figure 28 : Taux d'efficacité de recherche globale à l'échelle du parc des Pierrots

Tableau 17 : Taux d'efficacité de recherche (et intervalles de confiance à 95%) calculés (observés) et prédits (estimations et interpolations) sur l'ensemble du parc.

	Détections prédites	Détections observées	Type de prédiction
Ensemble du parc	0,67 [0,62 ; 0,71]	0,67 [0,63 ; 0,71]	Estimation

Le taux d'efficacité prédit sur l'ensemble du parc est estimé à 0,67.

1.2.4 Estimation de la mortalité

Les calculs d'estimation de mortalité ont été réalisés strictement à partir des cadavres trouvés et pour lesquels l'origine de la mort est imputable de façon certaine aux éoliennes. Par ailleurs, seules les observations réalisées à partir du 2^{ème} passage ont été prises en compte, au total sept cadavres ont été découverts lors du premier passage du 2 au 3 mars 2023 (3 Alouettes des champs, 1 Grive musicienne, 2 Faucons crécerelle, 1 Mésange charbonnière et 1 Pigeon ramier). En effet, les observations faites au 1^{er} passage concernent des cas de mortalité qui ne se sont pas produits pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1^{er} passage permet d'établir un état zéro afin de garantir que toute nouvelle découverte de cadavre s'est bien produite dans l'intervalle précédent chaque passage.

2 Synthèse et analyse des résultats

La probabilité de détection $P(s,f)$ est faible de manière générale (entre 0,02 et 0,37 suivant les méthodes) et le coefficient surfacique (a) est assez faible également (entre 54% et 74% de surfaces prospectées). Par la combinaison des deux, les probabilités globales de détection varient de 0,01 à 0,27, c'est-à-dire un facteur démultiplicateur moyen de la mortalité observée allant respectivement de 3,75 à 75,76. **En ordre de grandeur, la mortalité probable de chaque éolienne est entre 3 et 75 fois plus importante que celle observée suivant les éoliennes et la méthode d'estimation sélectionnée. De plus, les intervalles de confiance sont de fait plutôt importants (détection globale faible).**

Les éoliennes E03 à E10 ont des probabilités de détection globale très faible, E01 et E02 ont des probabilités de détection globale plus fortes, mais qui restent dans l'absolu assez faibles. E11 possède la détection globale la plus forte.

Tableau 18 : Bilan des probabilités globales de détection par méthode d'estimation

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11
Probabilité détection $P(s,f)$											
Huso (2010)	0,24	0,19	0,11	0,13	0,14	0,11	0,16	0,12	0,16	0,06	0,34
Erickson et al. (2000)	0,25	0,2	0,11	0,13	0,14	0,11	0,17	0,12	0,16	0,06	0,37
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,16	0,12	0,05	0,06	0,07	0,05	0,09	0,05	0,09	0,02	0,27
Coefficient correcteur de surface a											
Taux surfaces prospectées pondérées par le temps	0,7	0,67	0,66	0,72	0,67	0,54	0,7	0,74	0,72	0,54	0,65
Probabilité globale de détection $a \times P(s,f)$											
Huso (2010)	0,17	0,13	0,07	0,09	0,10	0,07	0,11	0,09	0,11	0,04	0,24
Erickson et al. (2000)	0,18	0,13	0,07	0,09	0,10	0,07	0,11	0,09	0,11	0,04	0,27
Korner-Nievergelt et al. (2011)	0,11	0,08	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06	0,04	0,06	0,01	0,19

La faible probabilité globale de détection observée (entre 0,04 et 0,24 pour Huso), provient de la prise en compte de **trois facteurs correcteurs** : l'efficacité de recherche, la persistance des cadavres ainsi que le facteur correcteur surfacique (~ taux de surface prospectée). En effet, cette dernière varie entre 54% (E06 et E10) et 74% (E08), ce qui correspond à prospection relativement **faible** de la surface de l'éolienne. De plus, vient se rajouter une **très faible persistance**, avec des cadavres restants en moyenne entre 0,5 et 2 jours suivant l'éolienne, (sauf cas exceptionnel de l'E03 où la persistance est bien plus longue que sur les autres éoliennes du parc des Pierrots, processus également observé sur les suivis 2022 et 2024). Ce facteur, combiné à une capacité de **détection relativement moyenne** (67%, Tableau 17) conduit naturellement par association à une **probabilité de détection $P(s,f)$ faible** (entre 6% et 34% pour Huso). La probabilité globale de détection (g) résultant du produit entre la probabilité de détection $P(s,f)$ et le facteur correcteur de surface (a), il est normal d'obtenir de faibles estimations, amenant mathématiquement à des valeurs de mortalité estimée importantes (Tableau 18).

En comparaison avec le précédent suivi de **2022**, une persistance bien plus longue a été observée (en moyenne entre 1 et 2 jours, sans compter le cas spécial de l'E11). Comme vu dans le paragraphe précédent, l'association des facteurs persistance et détection détermine la valeur

2 Synthèse et analyse des résultats

de la probabilité de détection $P(s,f)$, qui est globalement bien **supérieur en 2022** (variant entre 24% et 53% suivant l'éolienne). Pour ce qui est du coefficient correcteur surfacique, il reste globalement **similaire** à l'échelle du parc entre les deux années de suivi. Par conséquent, et étant donné l'ensemble de ces facteurs clés, la probabilité globale de détection (g) estimée pour le suivi 2022 est **bien supérieure** à celle de 2023 (0.07 et 0.24 selon l'estimateur de Huso). Cette différence amène mathématiquement à des **estimations de mortalité plus ou moins similaires** malgré une mortalité brute plus faible en 2023.

NB : ces remarques sur la faible estimation de la persistance des cadavres en 2023 confortent notre stratégie quant au choix de pooler les tests des années 2022 et 2023 dans l'estimation de la persistance des cadavres du suivi 2023.

En plus d'ajouter de la puissance statistique à notre estimation de persistance, cela permet également de contrebalancer le phénomène de disparition rapide des cadavres, qui aurait conduit sans cet ajout, à une estimation de mortalité bien supérieure à celle indiquée dans ce présent rapport (à travers une probabilité globale de détection plus faible).

Estimation de la mortalité pour l'avifaune

- *Éolienne E10*

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découverte de cadavres ($n=4$) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité, selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E10, sont comprises entre 115 et 230 individus sur une période de 273 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 231 à 270 individus et minimum allant de 44 à 107 individus. Les 4 observations ont été réalisées sur une période de migration postnuptiale, entre le 29 juin 2023 et le 19 octobre 2023.

Tableau 19 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	1	3	2	4	0	1	0	3	4	4	3	25
Huso (2010) [IC 95 %]	6 [1 ; 27]	21 [6 ; 57]	28 [6 ; 89]	42 [14 ; 98]	0 [0 ; 30]	18 [2 ; 80]	0 [0 ; 25]	32 [11 ; 92]	34 [12 ; 80]	115 [46 ; 233]	12 [4 ; 32]	308
Erickson et al. (2000) [IC 95 %]	4 [1 ; 25]	24 [6 ; 56]	28 [5 ; 86]	41 [15 ; 99]	0 [0 ; 30]	17 [2 ; 79]	0 [0 ; 25]	32 [10 ; 89]	35 [12 ; 79]	124 [44 ; 231]	12 [5 ; 31]	317
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95 %]	8 [1 ; 41]	44 [11 ; 99]	64 [12 ; 191]	93 [28 ; 196]	0 [0 ; 58]	43 [4 ; 173]	0 [0 ; 45]	74 [20 ; 189]	63 [20 ; 146]	230 [107 ; 270]	17 [4 ; 41]	636

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est de 308 à 636 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 100 à 207 individus au minimum et de 830 à 1 449 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante.

Les 25 observations ont été réalisées sur 273 jours centrés sur les 3 saisons, en excluant les cadavres observés au premier passage : du 9 mars au 13 avril (5 cadavres), du 15 juin au 20 juillet (11 cadavres) puis du 1^{er} août au 16 novembre (9 cadavres).

L'éolienne E10 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E04, E08, E03, E09, E02, E06, E11, E01, E05 et E07. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des

2 Synthèse et analyse des résultats

autres. Seule E10 semble sortir du lot avec de très fortes estimations, principalement dû au fort taux de disparition des cadavres sur cette éolienne.

Synthèse des résultats du suivi de mortalité

Nombre d'individus morts au cours de la période d'étude (273 jours)

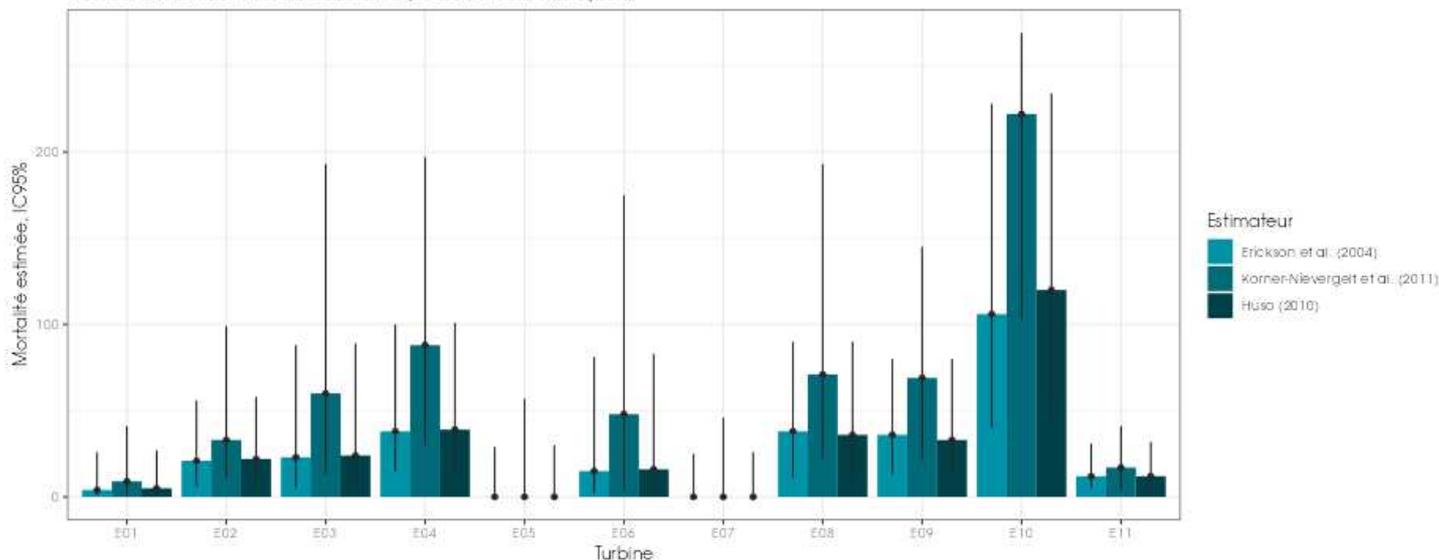


Figure 29 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les oiseaux pour le parc éolien des Pierrots au cours du suivi de 2023 sur 273 jours.

Estimation de la mortalité des chiroptères

- Éolienne E08

C'est l'éolienne qui présente, à la fois, le plus de découvertes de cadavres (n=2) et la mortalité probable la plus forte. Les estimations de mortalité selon les méthodes d'estimation pour l'éolienne E08 sont comprises entre 22 et 49 individus sur une période de 273 jours de suivi. Les intervalles de confiance donnent des effectifs maximum (IC 95%) allant de 72 à 158 individus et minimum allant de 5 à 10 individus. Les 2 observations ont été réalisées sur deux semaines, du 1^{er} août au 10 août.

Tableau 20 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi.

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	1	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	6
Huso (2010) [IC 95 %]	6 [1 ; 27]	0 [0 ; 22]	0 [0 ; 42]	0 [0 ; 31]	0 [0 ; 30]	0 [0 ; 49]	17 [3 ; 53]	25 [6 ; 74]	7 [1 ; 40]	0 [0 ; 86]	0 [0 ; 12]	55
Erickson et al. (2000) [IC 95 %]	5 [1 ; 25]	0 [0 ; 22]	0 [0 ; 40]	0 [0 ; 31]	0 [0 ; 29]	0 [0 ; 50]	17 [4 ; 53]	22 [5 ; 72]	9 [1 ; 39]	0 [0 ; 83]	0 [0 ; 11]	53
Korner-Nievergelt et al. (2011) [IC 95 %]	10 [1 ; 41]	0 [0 ; 37]	0 [0 ; 97]	0 [0 ; 63]	0 [0 ; 58]	0 [0 ; 112]	30 [5 ; 96]	49 [10 ; 158]	16 [2 ; 73]	1 [0 ; 204]	0 [0 ; 16]	106

2 Synthèse et analyse des résultats

- *Ensemble du parc*

Sur l'ensemble du parc, la mortalité totale estimée la plus probable des chiroptères est comprise entre 53 et 106 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95%), les effectifs impactés sont de 11 à 18 individus au minimum et de 455 à 955 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

Les 6 observations ont été réalisées sur 70 jours centrés sur la période estivale (du 1^{er} août au 9 octobre : 4 découvertes en août, 1 découverte en septembre, 1 découverte en octobre).

L'éolienne E08 présente la plus forte estimation probable de mortalité à l'échelle du parc, puis par ordre décroissant, E07, E09, E01, E10, E03, E04, E02, E06, E11 puis E05. Les incertitudes importantes ne permettent pas de distinguer facilement l'impact des éoliennes les unes des autres. Seules E07, E08 et E09 semblent nettement différentes.

Synthèse des résultats du suivi de mortalité

Nombre d'individus morts au cours de la période d'étude (273 jours)

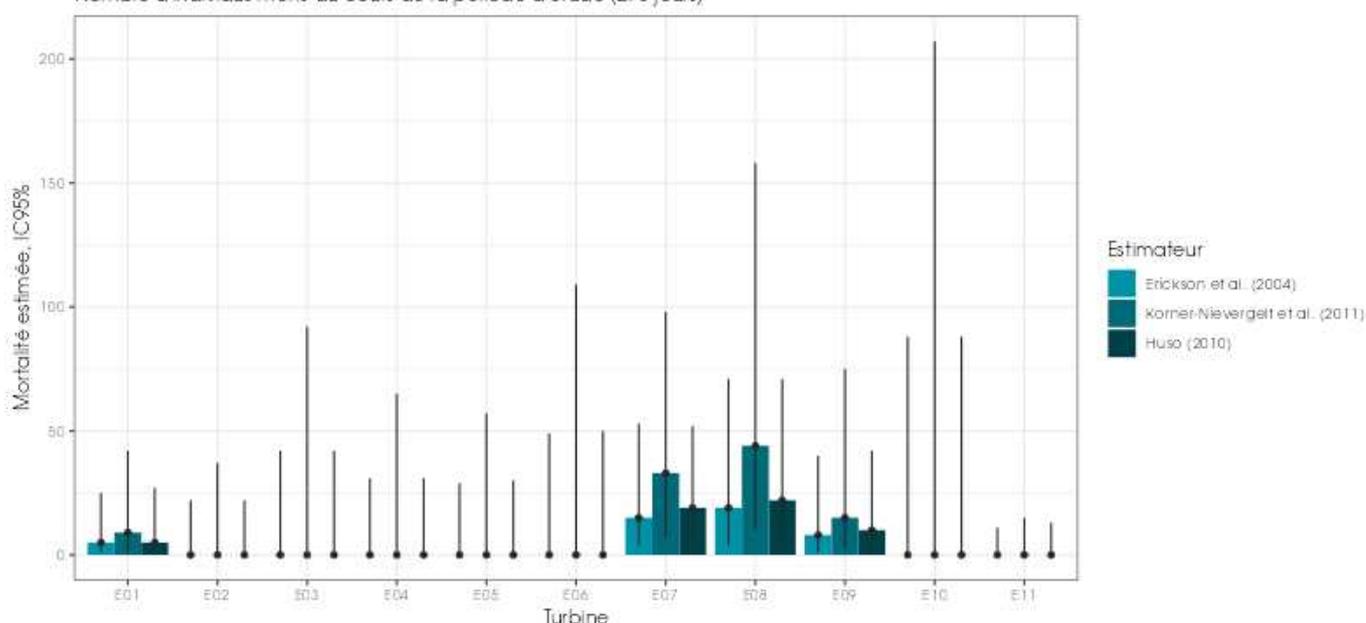


Figure 30 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitude à 95%) pour les chiroptères pour le parc éolien des Pierrots au cours du suivi de 2023 sur 273 jours.

2 Synthèse et analyse des résultats

1.3 Analyse de la mortalité à partir de l'estimateur GenEst

1.3.1 Résultats des tests et calcul des coefficients correcteurs issus de GenEst

Density Weighted Proportion (DWP)

Tableau 21 : Proportion de la surface prospectée par éolienne.

Eolienne	Proportion de surface prospectée (%)
E01	78%
E02	76%
E03	63%
E04	79%
E05	74%
E06	64%
E07	75%
E08	79%
E09	79%
E10	59%
E11	70%

L'incapacité d'incorporer une estimation des "crippling loss" conduit à l'utilisation d'un indicateur qui corrige la probabilité de détection globale (g) en tenant compte de la prospection autour des éoliennes. La proportion de surface prospectée varie entre les éoliennes, de 59 % pour l'éolienne E10 à 79 % pour les éoliennes E04, E08 et E09 (Tableau 21).

Efficacité de recherche (f)

À la suite de la sélection et l'analyse des modèles d'efficacité de recherche, un modèle contenant l'effet de l'éolienne (~Turbine) a été préconisé pour estimer au mieux l'efficacité de recherche. Quatre covariables ont été utilisées lors de la sélection de modèle : « occupation du sol », « hauteur de végétation », « couverture végétale » et « ID de l'éolienne ». La sélection de modèle par AICc a révélé que le modèle le plus parcimonieux était celui intégrant la « hauteur de végétation » ainsi que l'identifiant de turbine (« Turbine »).

L'hypothèse de base à partir de cette covariable est d'observer une diminution de l'efficacité de recherche avec une augmentation de la hauteur de végétation. Au contraire, à travers l'analyse de ce modèle, l'efficacité de recherche semble augmenter lorsque la hauteur de végétation augmente. Cette violation de l'hypothèse initiale permet de ne pas considérer la covariable « hauteur de végétation » comme une variable viable. Par conséquent, un modèle « Turbine », n'intégrant qu'une variation au niveau de l'éolienne a été retenu (deltaAICc = 14,58 ; Tableau 22).

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 22 : Estimation médiane et intervalle de confiance à 90% de l'efficacité de recherche.

Eolienne	Nombre de leurre	f médian	IC5%	IC95%	K médian
E01	86	0,872	0,800	0,921	0
E02	78	0,795	0,710	0,860	0
E03	91	0,604	0,518	0,685	0
E04	51	0,569	0,453	0,677	0
E05	47	0,681	0,560	0,781	0
E06	24	0,750	0,580	0,867	0
E07	30	0,700	0,548	0,818	0
E08	31	0,290	0,176	0,440	0
E09	83	0,783	0,700	0,848	0
E10	103	0,777	0,702	0,837	0
E11	48	0,417	0,306	0,536	0

IC5% et IC95% représentent les bornes inf et sup de l'intervalle à 90% (10% / 2, soit 5% à gauche et à droite du jeu de donnée).

2 Synthèse et analyse des résultats

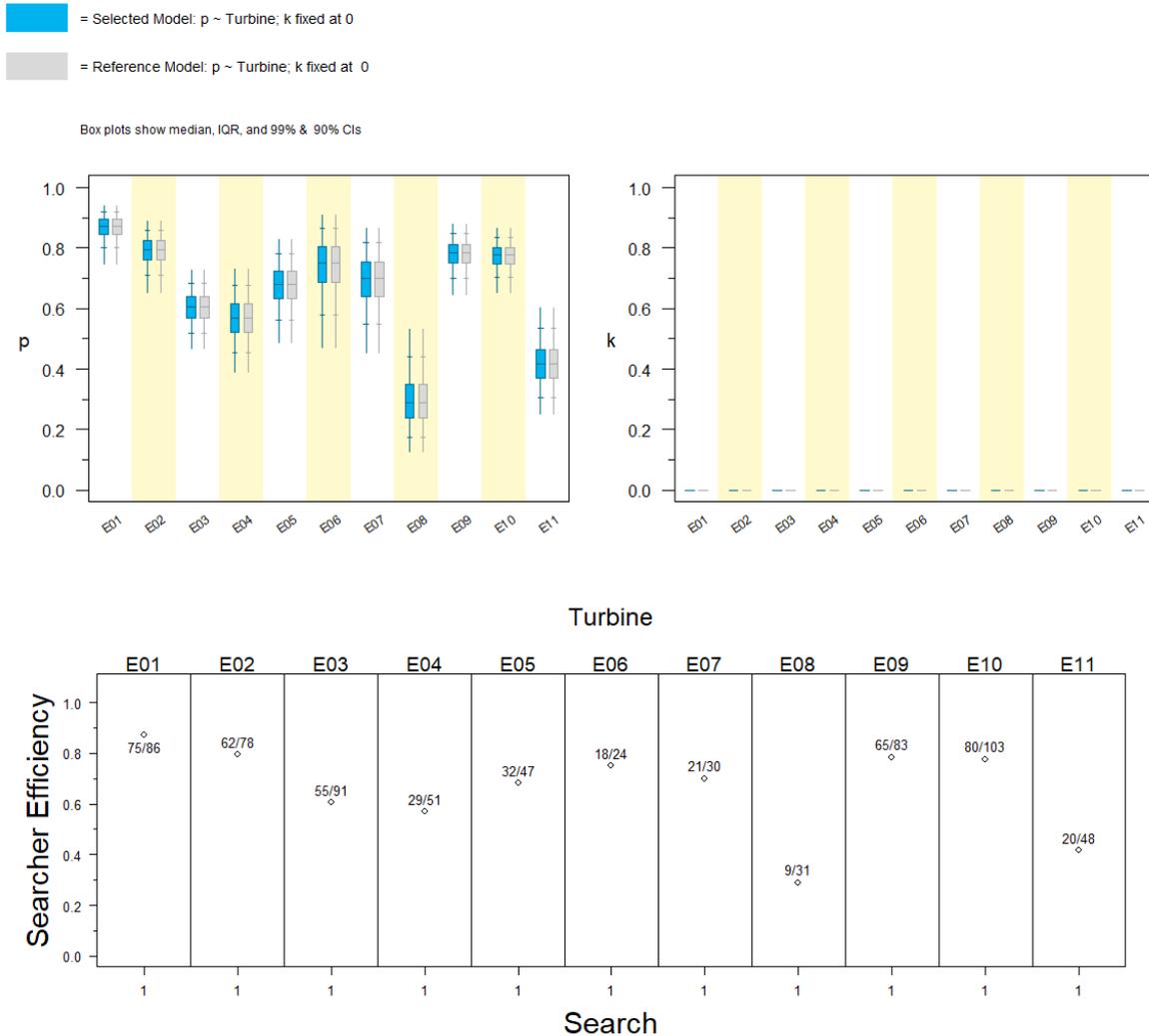


Figure 31 : Variation de l'efficacité de recherche (p) en fonction de l'éolienne.

Persistence des cadavres (s)

Pour rappel, selon GenEst, la "persistance d'un cadavre" correspond à la probabilité qu'un cadavre arrivant au temps t_0 , continue à persister jusqu'à un temps t jours plus tard.

À la suite des tests de persistance et aux analyses statistiques, le second modèle le plus « parcimonieux » (\sim Turbine) a été retenu. Il intègre une variation de la persistance par éolienne, et est modélisé par une famille de distribution « loglogistic » (Figure 34). Ainsi, nous estimons une persistance médiane par éolienne comprise entre 1,01 jours [0,95 ; 1,07] pour l'éolienne E10 et 1,92 jours [1,66 ; 2,23] pour l'éolienne E11 (Figure 34; Tableau 23). Notons que malgré l'intégration d'un effet 'éolienne', la persistance médiane reste très faible sur l'ensemble des éoliennes suivies.

La statistique « ri » (i : jours du calendrier de passage : 1/3/7/14 ; Tableau 23) correspond à la probabilité estimée qu'un cadavre arrivant à un moment aléatoire dans un intervalle de i jour

2 Synthèse et analyse des résultats

persiste jusqu'à la fin de cet intervalle. Par exemple, pour $i = 3$, la probabilité qu'un cadavre arrivé aléatoirement dans un intervalle de 3j persiste (donc qu'il soit toujours présent) jusqu'à 3j est de 45% [41 ; 49] sur l'éolienne E01 ou de 39% [36 ; 41] pour l'éolienne E05.

Tableau 23 : Estimations des durées médianes de persistance et intervalles de confiance à 90% lors des tests de persistance et pour chacune des éoliennes.

Eolienne	n	Persistance médiane [IC]	r1 [IC]	r3 [IC]	r7 [IC]	r14 [IC]
E01	60	1,28 [1,18 ; 1,39]	0,96 [0,94 ; 0,97]	0,45 [0,41 ; 0,49]	0,19 [0,18 ; 0,21]	0,1 [0,09 ; 0,11]
E02	44	1,19 [1,09 ; 1,3]	0,95 [0,92 ; 0,96]	0,42 [0,39 ; 0,46]	0,18 [0,17 ; 0,2]	0,09 [0,08 ; 0,1]
E03	46	1,06 [0,99 ; 1,14]	0,91 [0,89 ; 0,94]	0,38 [0,35 ; 0,4]	0,16 [0,15 ; 0,17]	0,08 [0,08 ; 0,09]
E04	44	1,08 [1 ; 1,16]	0,92 [0,89 ; 0,94]	0,38 [0,35 ; 0,41]	0,16 [0,15 ; 0,18]	0,08 [0,08 ; 0,09]
E05	60	1,09 [1,02 ; 1,17]	0,92 [0,9 ; 0,94]	0,39 [0,36 ; 0,41]	0,17 [0,15 ; 0,18]	0,08 [0,08 ; 0,09]
E06	52	1,06 [0,99 ; 1,13]	0,91 [0,89 ; 0,93]	0,37 [0,35 ; 0,4]	0,16 [0,15 ; 0,17]	0,08 [0,08 ; 0,09]
E07	44	1,14 [1,05 ; 1,24]	0,94 [0,91 ; 0,96]	0,4 [0,37 ; 0,44]	0,17 [0,16 ; 0,19]	0,09 [0,08 ; 0,09]
E08	50	1,07 [1 ; 1,14]	0,92 [0,89 ; 0,94]	0,38 [0,35 ; 0,4]	0,16 [0,15 ; 0,17]	0,08 [0,08 ; 0,09]
E09	54	1,14 [1,06 ; 1,23]	0,94 [0,91 ; 0,95]	0,4 [0,37 ; 0,43]	0,17 [0,16 ; 0,19]	0,09 [0,08 ; 0,09]
E10	56	1,01 [0,95 ; 1,07]	0,9 [0,87 ; 0,92]	0,36 [0,34 ; 0,38]	0,15 [0,14 ; 0,16]	0,08 [0,07 ; 0,08]
E11	40	1,92 [1,66 ; 2,23]	0,99 [0,99 ; 1]	0,66 [0,58 ; 0,74]	0,29 [0,25 ; 0,34]	0,15 [0,13 ; 0,17]

n : nombre de leurres utilisés pour les tests de persistances.

2 Synthèse et analyse des résultats

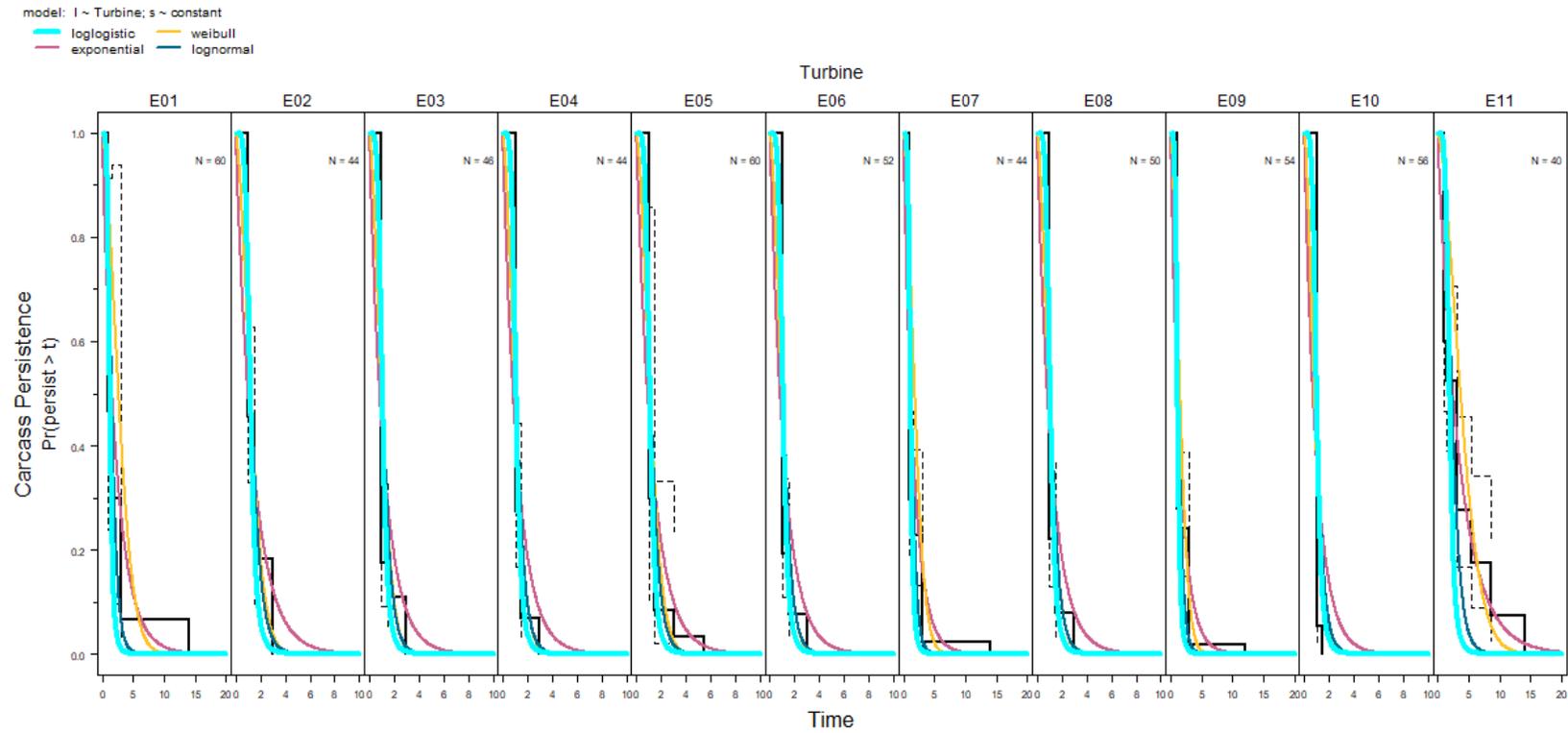


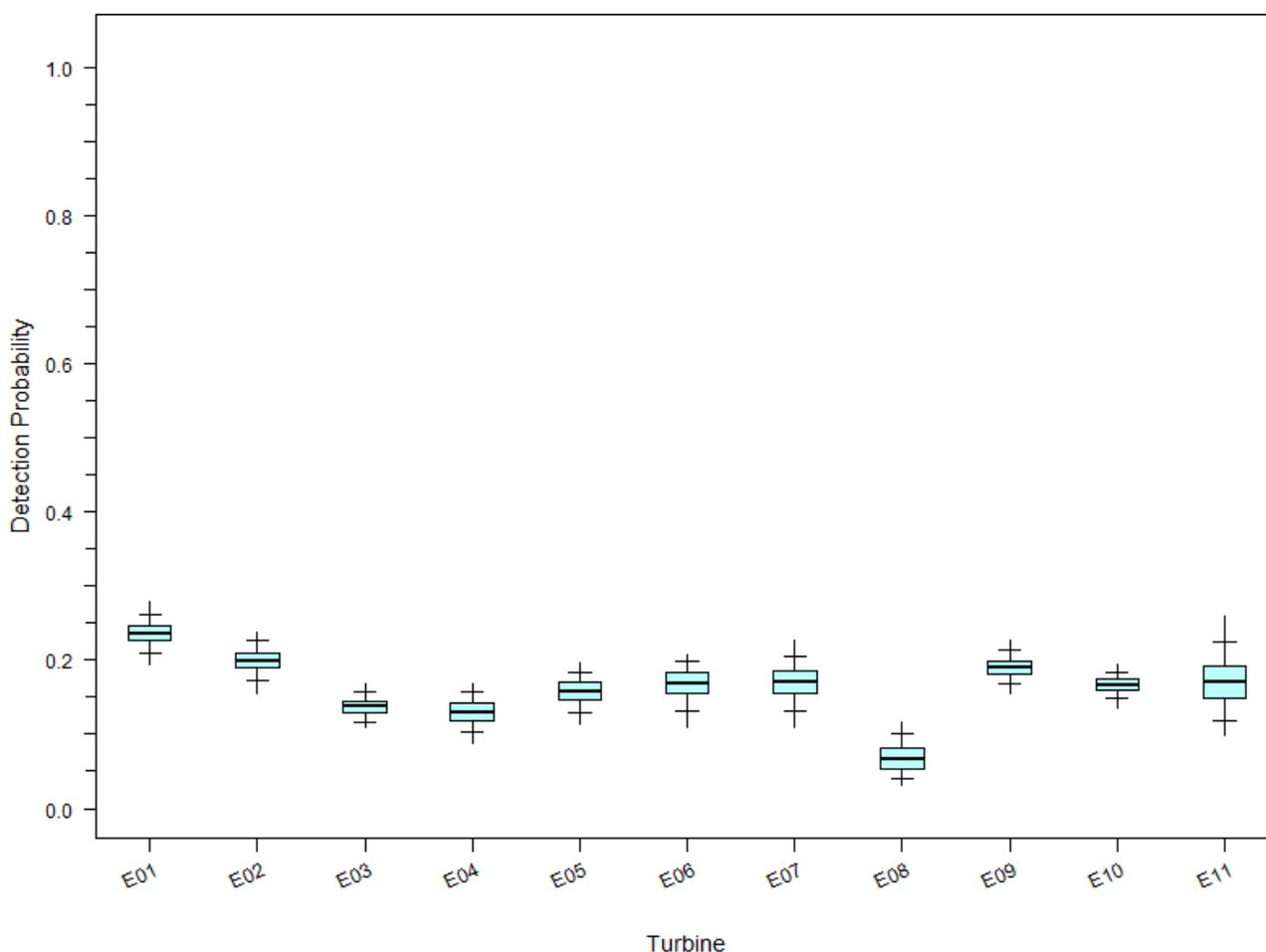
Figure 32 : Persistence observée (courbe noir : Kaplan-Meier) et estimée (couleurs) des cadavres au cours du temps.

2 Synthèse et analyse des résultats

Probabilité de détection globale (g)

La probabilité de détection globale (notée g), intègre les estimations du modèle de persistance et du modèle d'efficacité de recherche. L'estimation de la probabilité de détection globale est relativement faible mais aussi variable en fonction de l'éolienne suivie (Figure 33). En effet, la probabilité de détection médiane varie entre 0,065 [0,04 ; 0,101] pour l'éolienne E08 et 0,236 [0,208 ; 0,261] pour l'éolienne E01. Cette différence repose sur la différence entre éolienne observée à la fois lors de l'estimation de la persistance et de l'efficacité de recherche décrite plus tôt.

Estimated Detection Probability (g)



Box plots show median, IQR, and 99% & 90% CIs

Figure 33 : Distribution de la probabilité de détection globale estimée par éolienne.

1.3.2 Estimation de la mortalité à partir de GenEst

La mortalité a été estimée à partir de l'application « GenEst », méthode développée par une équipe internationale (Huso & Dalthorp (USGS) et Korner-Nievergelt (Ökostat)).

2 Synthèse et analyse des résultats

Les calculs d'estimation de mortalité ont été réalisés strictement à partir des cadavres trouvés et pour lesquels l'origine de la mort est imputable de façon certaine aux éoliennes. Par ailleurs, seules les observations réalisées à partir du 2ème passage ont été prises en compte. En effet, les observations faites au 1er passage concernent des cas de mortalité qui ne se sont pas produits pendant la période du suivi mais antérieurement à celui-ci. Ainsi, le 1er passage permet d'établir un état zéro afin de garantir que toute nouvelle découverte de cadavre s'est bien produite dans l'intervalle précédent chaque passage.

Les figures et tableaux suivants présentent les résultats des estimations de la mortalité réelle pour le parc éolien des Pierrots (11 éoliennes, du 2 mars 2023 au 30 novembre 2023) obtenus à partir des modélisations faites avec GenEst (Huso & Dalthorp). La distinction par groupe (chiroptères et oiseaux) a également été réalisée. En annexe 6, est précisé le détail des choix retenus pour les modélisations opérées par GenEst afin d'ajuster au mieux les estimations au jeu de données du parc.

Estimation totale de la mortalité (tout groupe confondu)

La mortalité médiane totale, c'est-à-dire tout groupe taxonomique confondu (chiroptères et oiseaux) est estimée à 339 individus [IC 5 – 95% : 233 ; 487] sur l'ensemble du parc (Figure 34, gauche). Cette estimation globale se base sur les éoliennes où de la mortalité brute a été observée (10 éoliennes / 11 éoliennes : GenEst ne peut pas estimer une mortalité sans cadavre) (Figure 34).

Lorsque l'estimation de mortalité est stratifiée par éolienne, nous pouvons observer une certaine variabilité dans l'estimation de la mortalité. En effet, en se basant sur les 10 éoliennes où une présence de cadavre a été relevée (E01, E02, E03, E04, E06, E07, E08, E09, E10, E11), l'éolienne E01, E02 et E07 pourraient être considérées comme étant les moins mortifères. Au contraire, l'éolienne E08 semble être la plus impactante pour la faune volante, avec une mortalité médiane estimée de 103 individus [IC90% : 35,8 ; 226,02]. Notons néanmoins, les fortes incertitudes autour de ces estimations, notamment dans le cas de l'éolienne E08 (Figure 34, Tableau 24). Les fortes incertitudes observées sur l'éolienne E08 pourraient être causées par une très faible probabilité de détection, résultante elle-même d'une faible persistance et efficacité de recherche (Figure 33).

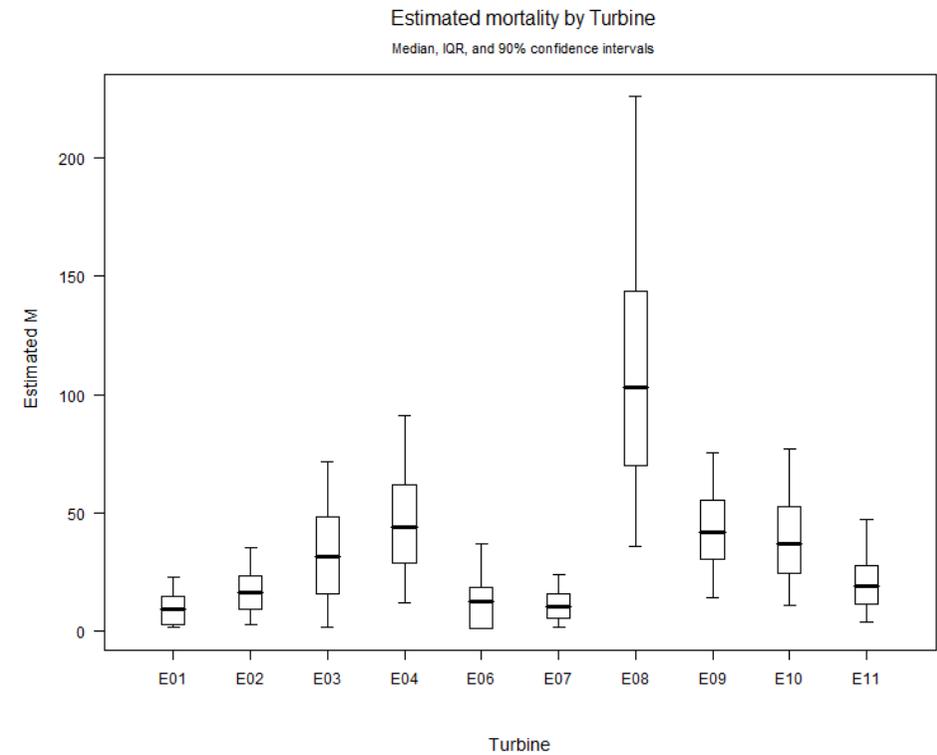
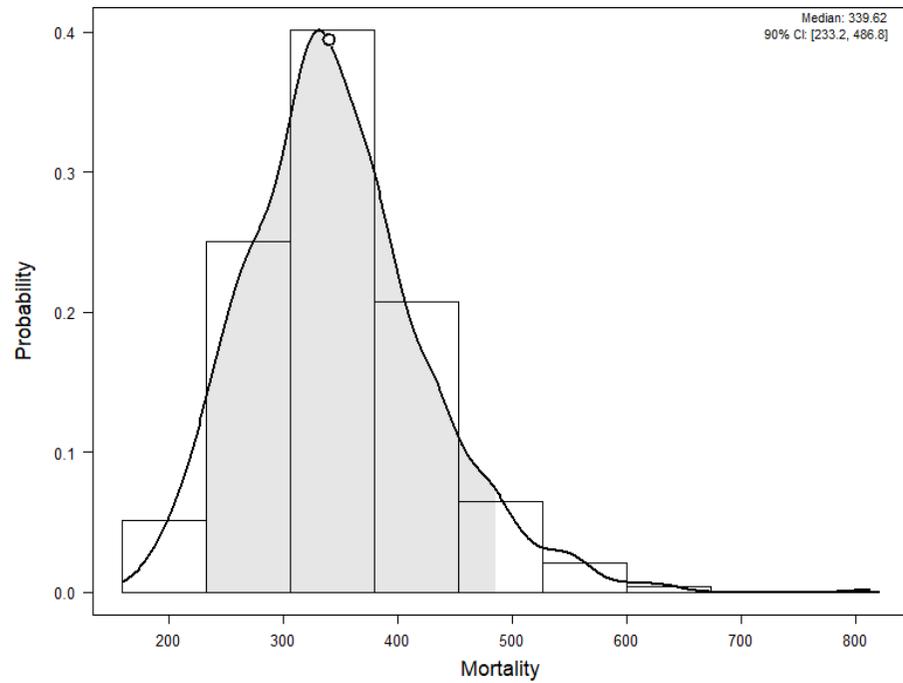


Figure 34 : Distribution de la mortalité estimée tout groupe confondu sur l'ensemble du parc (gauche) et stratifiée par éolienne (droite).

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 24 : Estimation de la mortalité tout groupe confondu (médiane) et intervalles de confiance à 90% par éolienne.

Eolienne	Mortalité brute	IC5%	Médiane	IC95%
E01	2	2	9,54	22,88
E02	3	3	16,16	35,34
E03	2	2	31,38	71,82
E04	4	12,24	43,97	90,99
E06	1	1	12,37	37,15
E07	2	2	10,51	24,22
E08	5	35,83	103,14	226,02
E09	5	14,36	41,92	75,54
E10	4	10,82	37,24	77,13
E11	3	3,75	18,91	47,28

IC5% et IC95% représentent les bornes inf et sup de l'intervalle à 90% (10% / 2, soit 5% à gauche et à droite du jeu de donnée).

Estimation de la mortalité de l'avifaune

Sur l'ensemble du parc éolien des Pierrots, la médiane de la mortalité de l'avifaune est d'environ 298 cadavres [IC 5 - 95 % : 193,7 ; 426,1], soit une mortalité estimée sur les 9 éoliennes où des cadavres ont pu être observés (Figure 35).

Il est également possible d'obtenir une estimation de la mortalité par éolienne en stratifiant la mortalité par ce facteur. En se limitant aux éoliennes où la mortalité a été estimée, les éoliennes E01 et E06 pourraient être considérées comme ayant l'impact le moins prononcé sur les oiseaux. En revanche, l'éolienne E08 semble être la plus impactante pour l'avifaune, avec une mortalité médiane de 77,26 [17,32 ; 186,93] cadavres (Figure 35; Tableau 23).

Il est important de noter que les incertitudes autour des estimations de l'éolienne E08 est relativement importante (Figure 35, droite), ce constat est beaucoup moins marqué sur les autres éoliennes.

2 Synthèse et analyse des résultats

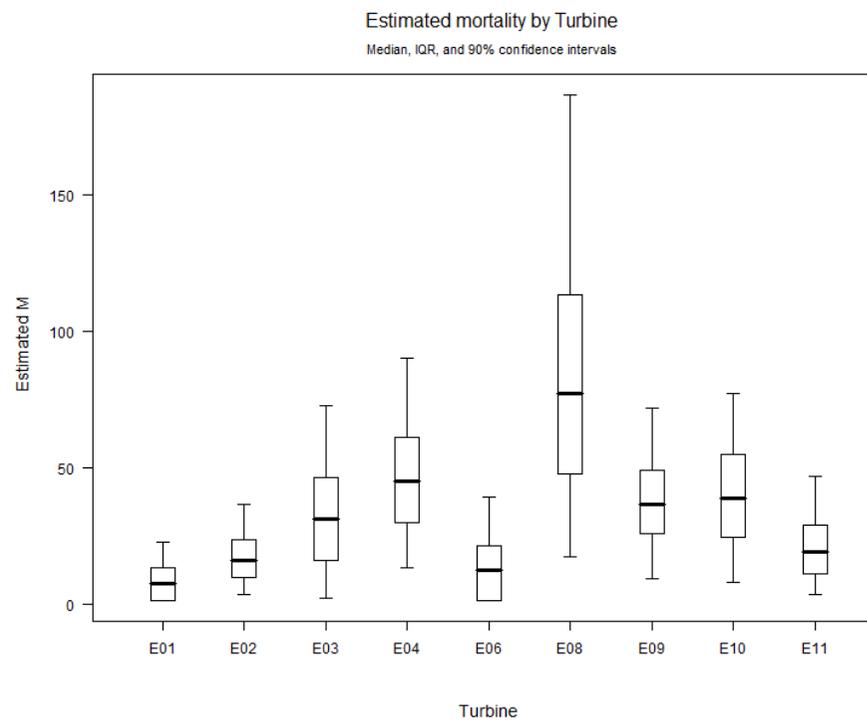
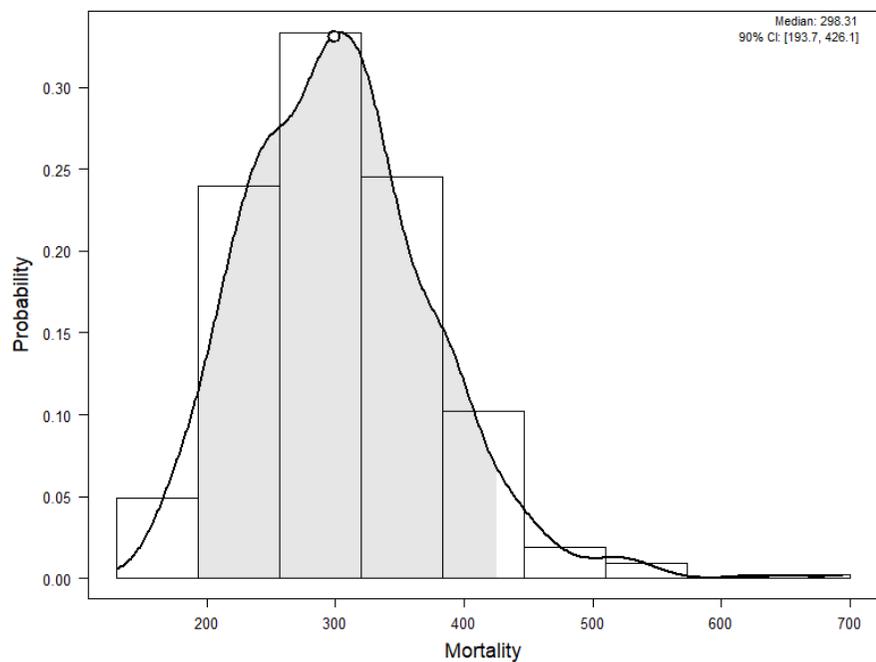


Figure 35: Distribution de la mortalité estimée de l'avifaune sur l'ensemble du parc (gauche) et stratifiée par éolienne (droite).

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 25 : Estimation de la mortalité de l'avifaune (médiane) et intervalles de confiance à 90% par éolienne.

Eolienne	Mortalité brute	IC5%	Médiane	IC95%
E01	1	1	7,48	22,61
E02	3	3,35	15,96	36,39
E03	2	2	30,99	72,99
E04	4	13,22	45,23	90,2
E06	1	1	12,54	39,23
E08	3	17,32	77,26	186,93
E09	4	9,25	36,59	71,85
E10	4	7,74	38,86	77,07
E11	3	3,35	18,94	46,78

IC5% et IC95% représentent les bornes inf et sup de l'intervalle à 90% (10% / 2, soit 5% à gauche et à droite du jeu de donnée).

Estimation de la mortalité des chiroptères

En se basant sur les analyses de l'estimateur GenEst, la mortalité estimée des chiroptères est d'environ 42 individus [IC 5 - 95 % : 13,4 ; 94,2] sur l'ensemble du parc, soit toutes les éoliennes où des cadavres ont été observés (4 éoliennes : E01, E07, E08 et E09) (Figure 36). La stratification de la mortalité par éolienne permet d'observer une certaine homogénéité, avec une estimation médiane entre 2,4 et 22,9 individus (Figure 36; Tableau 26). Néanmoins, l'estimation de la mortalité sur l'éolienne E08 est marquée par de grandes incertitudes (Figure 36; Tableau 26). De la même manière que précédemment, les larges intervalles de confiances sont causés par une probabilité de détection très faible, résultante elle-même d'une faible persistance et efficacité de recherche.

D'un point de vue numérique, il est assez visible que l'éolienne la plus mortifère pour les chiroptères serait l'E08 avec une mortalité médiane estimée de 22,87 individus [2 ; 73]. Cependant, la grande variabilité autour des estimations ne permet pas de conclure facilement sur l'impact de cette éolienne sur les chiroptères.

2 Synthèse et analyse des résultats

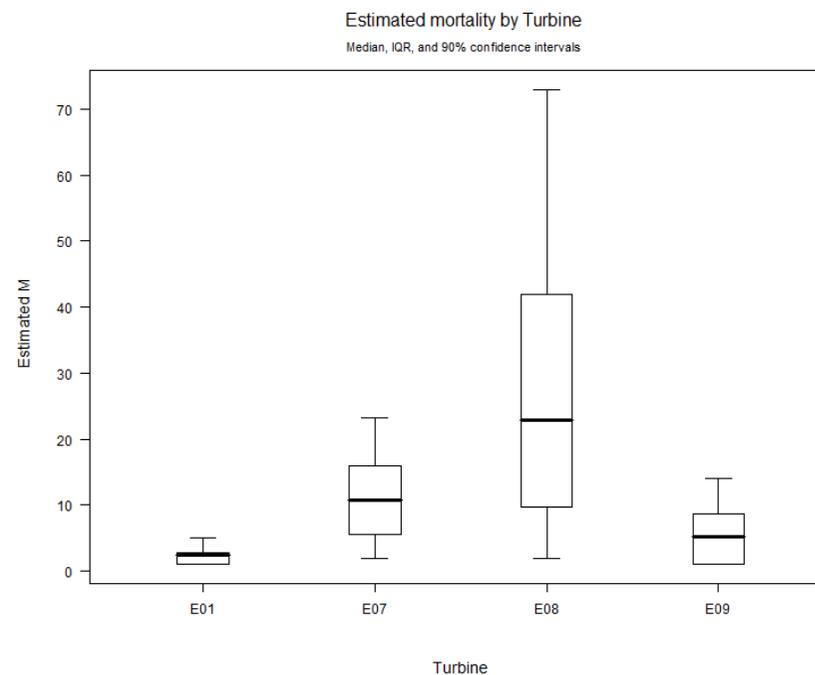
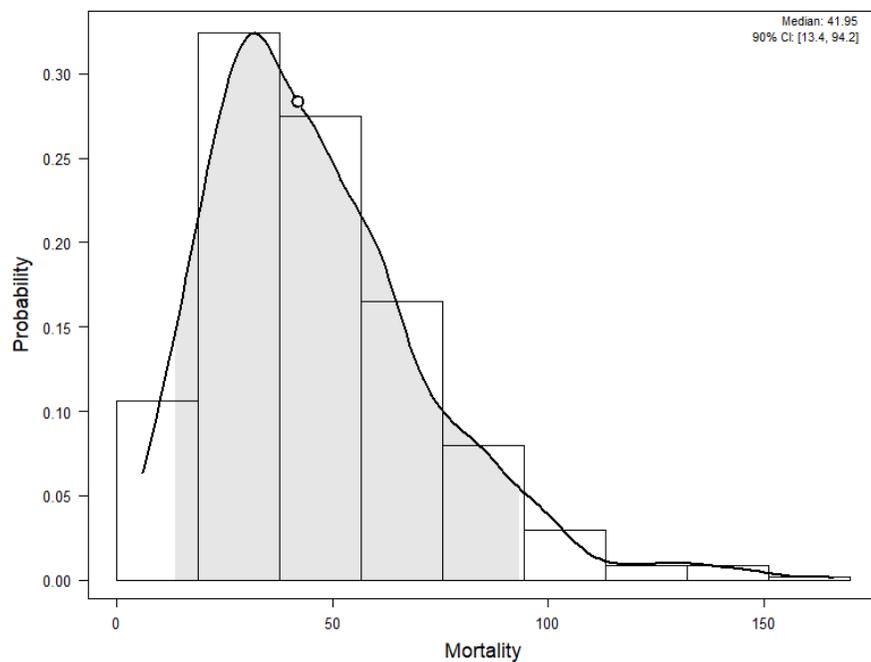


Figure 36: Distribution de la mortalité estimée des chiroptères sur l'ensemble du parc (gauche) et stratifiée par éolienne (droite).

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 26 : Estimation de la mortalité des chiroptères (médiane) et intervalles de confiance à 90% par éolienne.

Eolienne	Mortalité brute	IC5%	Médiane	IC95%
E01	1	1	2,4	5,02
E07	2	2	10,76	23,16
E08	2	2	22,87	72,92
E09	1	1	5,2	14

IC5% et IC95% représentent les bornes inf et sup de l'intervalle à 90% (10% / 2, soit 5% à gauche et à droite du jeu de donnée).

1.4 Synthèse du suivi de mortalité

La deuxième année de suivi de mortalité menée sur le parc éolien des Pierrots entre le 2 mars 2023 et le 30 novembre 2023 (11 machines) a conduit à l'observation de 39 cadavres, dont 33 oiseaux (12 espèces) et 6 chauves-souris (4 espèces et un groupe d'espèces).

Les espèces d'oiseaux trouvés sont l'Alouette des champs (10 individus), la Buse variable (1 individu), le Bruant proyer (3 individus), le Faucon crécerelle (7 individus), la Grive mauvis (1 individu), la Grive musicienne (2 individus), la Linotte mélodieuse (1 individu), le Martinet noir (1 individu), la Mésange charbonnière (1 individu), le Pigeon ramier (1 individu), le Pinson des arbres (2 individus) et le Roitelet à triple bandeau (3 individus). Pour les chauves-souris, 4 espèces et un groupe d'espèces de chiroptères (1 Grand Murin, 2 Noctules commune, 1 Noctule de Leisler et 2 Pipistrelles de Kuhl) ont été retrouvés sous les éoliennes du parc suivi. La cause de la mort des individus semble imputable aux éoliennes, que cela soit par collision ou par barotraumatisme. Les cadavres ont été localisés à des distances comprises entre 1 m (bruant proyer) et 60 m du mât (Faucon crécerelle, Alouette des champs, Pigeon ramier) pour les oiseaux et entre 10 m (Noctule commune) et 60 m (Grand Murin) pour les chiroptères.

Le parc étant suivi depuis 2022, nous avons basé nos calculs du taux de persistance des cadavres sur l'ensemble des résultats des tests de persistance réalisés sur le site depuis 2022, avec l'utilisation d'un total de 110 rats, par test. Les conditions (habitats, type de culture, ...) observées au niveau du parc n'ont pas évolué et n'ont donc pas entraîné de changement de comportement significatif des charognards d'une année sur l'autre. Le fait d'utiliser les deux années permet de disposer d'un nombre de tests plus importantes favorables à une meilleure estimation du taux de persistance sur ce site. Lors de ces tests, les vitesses de disparition des cadavres déposés ont été assez proches d'une éolienne à l'autre, avec des temps moyens de persistance des cadavres variant de 0,4 jours (E10) à 3,1 jours (E11).

Des estimations de la mortalité ont été réalisées pour l'ensemble des éoliennes du parc, sur la durée du suivi en 2023 (273 jours).

Concernant les chauves-souris, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité 53 (Erickson), 55 (Huso) et 106 (Korner-Nievergelt) cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, soit en moyenne au niveau du parc **d'une estimation de la mortalité comprise entre 4,8 (Erickson), 5 (Huso) et 9,6 (Korner-Nievergelt) chiroptères/éolienne sur l'ensemble du suivi** mais où les observations se concentrent sur 70 jours entre le premier cadavre trouvé et le dernier. Les intervalles de confiance à 95 % montrent des effectifs minimums impactés de l'ordre de 11 (Erickson et Huso) à 19 (Korner-Nievergelt) individus et maximum de 455 (Erickson), 466 (Huso) à 955 (Korner-Nievergelt) individus, suivant les éoliennes. **Avec l'estimateur GenEst, la mortalité estimée des chiroptères est d'environ 42** [[IC 5 – 95 % : 13,4 ; 94,2] **individus sur l'ensemble du parc**. Cette estimation est réalisée sur 4 éoliennes,

2 Synthèse et analyse des résultats

l'estimateur GenEst ne pouvant pas effectuer d'estimation pour les éoliennes avec aucune observation de cadavre de chauves-souris.

Pour les chiroptères, ces chiffres sont inférieurs à ceux mentionnés par la bibliographie contrairement aux oiseaux ou les chiffres qui ressortent se situent bien au-dessus de ceux mentionnés par la bibliographie. Selon RYDELL et al. (2017), le nombre de chiroptères tués par éolienne et par an est très variable d'un site à l'autre en Europe et semble se situer autour d'une dizaine d'individus, avec parfois des cas particulièrement mortifères pouvant atteindre une mortalité de 100 individus ou plus. Gaultier, Marx & Roux (2019) font le bilan de 8 parcs français dont l'estimation de la mortalité la plus probable varie de 0,3 à 18,3 oiseaux par éolienne et par an. En Allemagne, la mortalité des chauves-souris est estimée entre 10 et 12 individus par éolienne et par an (KORNER-NIEVERGELT et al., 2013). En Champagne-Ardenne, une étude menée sur 18 parcs éoliens donne des résultats de 1 à 3 cadavres par éolienne et par an, sans correction statistique (HARTER, 2015). De plus, de la mortalité a été constatée sur tous les parcs étudiés.

Si on compare uniquement la mortalité brute des chauves-souris avec le référentiel de mortalité brute élaboré par Biotope, il apparaît qu'en 2023 la mortalité brute du parc des Pierrots est parmi les 20% les plus faible pour les chiroptères.

Concernant l'avifaune, l'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 308 (Huso), 317 (Erickson) à 636 (Korner-Nievergelt) cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, soit en moyenne au niveau du parc **d'une estimation de la mortalité comprise entre 28 (Huso), 28,8 (Erickson) et 57,8 (Korner-Nievergelt) oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi** mais où les observations se concentrent sur 259 jours entre le premier cadavre trouvé et le dernier. Les intervalles de confiance à 95 % montrent des effectifs minimums impactés de l'ordre de 100 (Erickson), 102 (Huso) à 207 (Korner-Nievergelt) individus et maximums de 830 (Erickson), 843 (Huso) à 1 449 (Korner-Nievergelt) individus. **Avec l'estimateur GenEst, la mortalité estimée des oiseaux est d'environ 298 [IC 5 - 95 % : 193,7 ; 426,1] individus sur l'ensemble du parc.** Cette estimation est réalisée sur 9 éoliennes, l'estimateur GenEst ne pouvant pas effectuer d'estimation pour les éoliennes avec aucune observation de cadavre d'oiseaux.

Si on compare uniquement la mortalité brute des oiseaux avec le référentiel de mortalité brute élaboré par Biotope, il apparaît qu'en 2023 la mortalité brute du parc des Pierrots est parmi les 10% les plus élevés pour les oiseaux.

2 Synthèse et analyse des résultats

2 Résultat de l'activité des chiroptères en altitude

En 2023, durant la période de suivi (275 nuits exploitables entre le 1^{er} mars et le 30 novembre 2023) il a été obtenu :

- Au niveau de l'éolienne E3, 7 700 contacts de « 5 secondes » ou 1 629 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » ;
- Au niveau de l'éolienne E11, 11 221 contacts de « 5 secondes » ou 2 257 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » ;

Pour rappel en 2022, sur la même période et le même nombre de nuits, il avait été obtenu

- Au niveau de l'éolienne E3, 3 012 contacts de « 5 secondes » ou 833 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » ;
- Au niveau de l'éolienne E11, 2 625 contacts de « 5 secondes » ou 1 639 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives ».

2.1 Espèces contactées

La région Centre-Val-de-Loire accueille actuellement 25 espèces de chauves-souris sur les 36 espèces connues en France métropolitaine.

Au cours de cette étude menée en altitude en 2023, six espèces ont été identifiées avec certitude ainsi que quatre groupes d'espèces :

- Noctule de Leisler- *Nyctalus leisleri* ;
- Noctule commune - *Nyctalus noctula* ;
- Pipistrelle commune - *Pipistrellus pipistrellus* ;
- Sérotine commune – *Eptesicus serotinus* ;
- Pipistrelle de Kuhl – *Pipistrellus kuhlii* ;
- Pipistrelle de Nathusius – *Pipistrellus nathusii* ;
- Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées - *Eptesicus serotinus* / *Nyctalus* sp. ;
- Groupe des Oreillards – *Plecotus auritus* / *Plecotus austriacus* ;
- Groupe des murins – *Myotis* sp ;
- Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius - *Pipistrellus kuhlii* / *P. nathusii*.

Au cours de l'année 2023, 6 espèces de chauves-souris ont été contactées en altitude au niveau des éoliennes E3 et E11, ce qui représente près de 25 % des 25 espèces présentes en région Centre-Val-de-Loire.

En comparaison avec 2022, la Pipistrelle pygmée n'a pas été réobservée en 2023. La Sérotine commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Nathusius ont été identifiées à quelques reprises. En 2022, elles étaient mentionnées dans les groupes d'espèces. Les groupes des oreillards et des murins ont été observés pour la première fois en 2023.

La richesse spécifique contactée lors de l'étude en altitude (6 espèces avérées en 2023 et 4 espèces en 2022) est jugée faible. Néanmoins, il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées en altitude.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 27 : Statuts de protection et de conservation des espèces et groupe d'espèces de chiroptères recensées en altitude sur le parc éolien des Pierrots en 2023.

Nom vernaculaire / Nom scientifique	Statut de protection		Statut de conservation	
	National	Communautaire	National	Régional
	Arrêté du 23 avril 2007	Directive « Habitats-Faune-Flore » (92/43/CEE)	La liste rouge des espèces menacées en France (UICN France et al., 2017)	Livre rouge des habitats naturels et des espèces menacés de la région Centre (NATURE CENTRE, CBNBP, 2014)
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Art.2	Annexe IV	NT	NT
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Art.2	Annexe IV	VU	NT
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Art.2	Annexe IV	NT	LC
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Art.2	Annexe IV	LC	LC
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	Art.2	Annexe IV	NT	NT
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Art.2	Annexe IV	NT	LC
Espèces appartenant aux groupes d'espèces contactés.				
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	Art.2	Annexe IV	LC	DD
Oreillard gris <i>Plecotus austriacus</i>	Art.2	Annexe IV	LC	LC

Légende : LC = préoccupation mineure ; NT = quasi menacée ; VU = vulnérable ; DD = données insuffisantes.

2.2 Analyse générale de l'activité des chiroptères

2.2.1 Abondance relative à hauteur de nacelle

Le tableau suivant synthétise l'activité des chiroptères à hauteur des nacelles des éoliennes E3 et E11, pendant les 275 nuits d'écoute en 2023 et en 2022.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 28 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur les éoliennes E3 des Pierrots en 2022 et 2023.

Nom vernaculaire	En 2022		En 2023		En 2022		En 2023	
	Nombre de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Noctule de Leisler	980	32,54%	1 612	20,94%	289	34,69 %	498	30,57%
Noctule commune	450	14,94%	338	4,39%	156	18,73 %	144	8,84%
Sérotine commune	-	-	11	0,14%	-	-	7	0,43%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées	612	20,32%	146	1,90%	182	21,85%	101	6,20%
Pipistrelle commune	335	11,12%	3 665	47,60%	95	11,40%	508	31,18%
Pipistrelle de Kuhl	-	-	48	0,62%	-	-	24	1,47%
Pipistrelle de Nathusius	-	-	194	2,52%	-	-	85	5,22%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius	635	21,08%	1 685	21,88%	111	13,30%	261	16,02%
Groupe des oreillards	-	-	1	0,01%	-	-	1	0,06%
Total	3 012	100,00%	7 700	100,00%	833	100,00%	1 629	100,00%

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 29 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur les éoliennes E11 des Pierrots en 2022 et 2023.

Nom vernaculaire / Nom scientifique	En 2022		En 2023		En 2022		En 2023	
	Nombre de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Noctule de Leisler	839	31,96%	1 921	17,12%	591	36,06%	570	25,25%
Noctule commune	652	24,84%	311	2,77%	344	20,99%	145	6,42%
Sérotine commune	-	-	7	0,06%	-	-	5	0,22%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées	623	23,73%	188	1,68%	428	26,11%	127	5,63%
Pipistrelle commune	269	10,25%	5 779	51,50%	168	10,25%	822	36,42%
Pipistrelle de Kuhl	-	-	367	3,27%	-	-	110	4,87%
Pipistrelle de Nathusius	-	-	179	1,60%	-	-	81	3,59%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius	241	9,18%	2 466	21,98%	107	6,53%	395	17,50%
Pipistrelle pygmée	1	0,04%	-	-	1	0,06%	-	-
Groupe des murins	-	-	3	0,03%	-	-	2	0,09%
Total	2 625	100,00%	11 221	100,00%	1 639	100,00%	2 257	100,00%

2 Synthèse et analyse des résultats

L'analyse des observations en 2022 et 2023 montre globalement une augmentation du nombre de minutes de présence des chauves-souris quelle que soit l'éolienne. Il apparaît également que le nombre de minutes enregistrées au niveau de l'éolienne E11 est plus important qu'au niveau de l'éolienne E3.

L'analyse au niveau des espèces montre que :

- La **Noctule de Leisler** est une espèce bien présente en altitude en termes de nombre d'observation. Elle représente suivant l'année et l'éolienne entre **25 à 36 % des minutes positives**. En nombre de minutes total, les observations sont constantes suivant l'année au niveau de l'éolienne E11, avec globalement un peu moins de 600 minutes de présence entre mars et novembre. Ceci n'est pas le cas au niveau de l'éolienne E3, la présence de l'espèce est nettement plus importante en 2023 avec un peu moins de 500 minutes en 2023 contre un peu moins de 300, en 2022.
- La **Noctule commune** est également bien présente en altitude. Les proportions (en pourcentage) de minutes sont toutefois variables suivant l'année et l'éolienne. **Elle varie ainsi de 6 à 21 % des minutes positives** obtenues. Cette espèce fait partie des espèces typiques de haut vol et est bien présentes en altitude. En nombre de minutes positive, on retrouve ainsi des effectifs sensiblement identiques de minutes de présence entre 2022 et 2023 au niveau de l'éolienne E3, avec globalement 150 minutes positives. Ceci n'est pas le cas au niveau de l'éolienne E11 où elle passe de 344 minutes en 2022 à 145 minutes en 2023.
- Les deux noctules sont bien présentes. Si on prend également en compte le **groupe d'espèces Sérotine commune / Noctules indéterminées** l'activité des noctules en altitude peut représenter 37 à 45 % des minutes positives enregistrées suivant l'éolienne.
- La **Pipistrelle commune** apparaît nettement plus fréquente en 2023 en comparaison à 2022, quelle que soit l'éolienne. Elle représente 31 à 36 % des minutes positives en 2023, contre environ 10 à 11% en 2022. En 2023, en nombre de minutes positives, c'est l'espèce la plus fréquente au niveau des deux éoliennes, avec 822 minutes au niveau de l'éolienne E11 et 508 pour la E3.
- Les **Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius** sont moins fréquentes en altitude que la Pipistrelle commune. Néanmoins, comme pour la Pipistrelle commune, le nombre de minutes de présence de ces espèces apparaît plus important en 2023, que ce soit en prenant uniquement les identifications certaines ou le groupe d'espèces.
- Les autres espèces ou groupes d'espèces correspondent à des observations ponctuelles. La Pipistrelle pygmée n'a pas été observée en 2023. Les groupes des oreillards et des murins ont été observés uniquement en 2023.

En 2022, ce sont 833 à 1 639 minutes positives de chauves-souris qui ont été comptabilisées durant 275 nuits au niveau respectivement des nacelles des éoliennes E3 et E11 du parc éolien des Pierrots. **On obtient une moyenne de 3 à 5,9 "minute positive" par nuit en 2022, suivant l'éolienne.**

En 2023, ce sont 1 629 à 2 257 minutes positives de chauves-souris qui ont été comptabilisées durant 275 nuits au niveau respectivement des nacelles des éoliennes E3 et E11 du parc éolien des Pierrots. **On obtient une moyenne de 5,9 à 8,2 "minute positive" par nuit en 2023, suivant l'éolienne.**

On observe une augmentation du nombre de minutes pour les deux éoliennes entre 2022 et 2023. L'éolienne E11 présente globalement un nombre de minutes plus importants, sauf pour la Noctule commune. Au niveau de l'éolienne E11, on peut également noter l'observation ponctuelle du groupe des oreillards en 2023.

2 Synthèse et analyse des résultats

2.2.2 Evaluation des niveaux d'activité en altitude

Activité en période printanière

Tableau 30 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période printanière.

	Espèces	Nombre de point-nuits	Occurrence par point-nuit	Activité moyenne quand présence ou absence (MinutesPos/point-nuit)	Activité moyenne quand présence uniquement (MinutesPos/point-nuit)	Niveau d'activité au printemps quand présence ou absence
Eolienne E3	En 2022					
	Noctule commune	92	2,17%	0,02	1	Activité très faible
	Noctule de Leisler	92	4,35%	0,13	3	Activité très faible
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	92	4,35%	0,21	4,75	Activité moyenne
	Pipistrelle commune	92	5,43%	0,14	2,6	Activité très faible
	Sérotine/Noctule	92	5,43%	0,11	2	Activité faible
	Toutes espèces	92	12%	0,51	4,27	Activité très faible
	En 2023					
	Noctule commune	92	4,35%	0,04	1,00	Activité très faible
	Noctule de Leisler	92	6,52%	0,20	3,00	Activité très faible
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	92	1,09%	0,01	1,00	Activité très faible
	Pipistrelle commune	92	6,52%	0,11	1,67	Activité très faible
	Pipistrelle de Nathusius	92	5,43%	0,10	1,80	Activité moyenne
	Sérotine/Noctule	92	6,52%	0,10	1,50	Activité faible
Toutes espèces	92	12%	0,49	4,09	Activité très faible	
Eolienne E11	En 2022					
	Noctule commune	92	4,35%	0,07	1,50	Activité faible
	Noctule de Leisler	92	5,43%	0,15	2,80	Activité très faible
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	92	6,52%	0,18	2,83	Activité faible
	Pipistrelle commune	92	9,78%	0,37	3,78	Activité très faible
	Pipistrelle pygmée	92	1,09%	0,01	1,00	Activité très forte
	Sérotine/Noctule	92	8,70%	0,13	1,50	Activité faible
	Toutes espèces	92	17,00%	0,87	5	Activité très faible
	En 2023					
	Noctule de Leisler	92	8,70%	0,37	0,17	Activité très faible
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	92	2,17%	0,27	0,05	Activité très faible
	Pipistrelle commune	92	9,78%	0,43	0,18	Activité très faible
	Sérotine/Noctule	92	1,09%	0,02	0,02	Activité très faible
	Toutes espèces	92	11%	1,1	0,42	Activité très faible

Légende :

Nombre de point-nuit : Nombre de nuits d'enregistrement ;

Occurrence par point d'écoute = Pourcentage d'occurrence nuit sur la saison (rapport du nombre de points d'écoute où l'espèce a été contactée sur le nombre de points d'écoute total d'enregistrement) ;

Activité moyenne = Moyenne du nombre de minutes positives par point nuit en prenant en compte les points où l'espèce est présente et absente ;

Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point nuit en prenant en compte uniquement les points-nuit où l'espèce est présente ;

Niveau d'activité = Niveau d'activité issue de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel Actichiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques (cf : 12.4.4 Évaluation du niveau d'activité chiroptérologique en hauteur).

2 Synthèse et analyse des résultats

Activité en période estivale

Tableau 31 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période estivale.

	Espèces	Nombre de point-nuits	Occurrence par point-nuit	Activité moyenne quand présence ou absence (MinutesPos/point-nuit)	Activité moyenne quand présence uniquement (MinutesPos/point-nuit)	Niveau d'activité au printemps quand présence ou absence
Eolienne E3	En 2022					
	Noctule commune	61	21,31%	0,54	2,54	Activité faible
	Noctule de Leisler	61	40,98%	2,08	5,08	Activité forte
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	61	16,39%	0,36	2,20	Activité forte
	Pipistrelle commune	61	26,23%	0,49	1,88	Activité très faible
	Sérotine/Noctule	61	37,70%	1,11	2,96	Activité très forte
	Toutes espèces	61	66 %	4,18	6,38	Activité moyenne
	En 2023					
	Noctule commune	61	21,31%	0,43	2,00	Activité très faible
	Noctule de Leisler	61	37,70%	1,67	4,43	Activité moyenne
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	61	31,15%	3,92	12,58	Activité très forte
	Pipistrelle commune	61	44,26%	5,54	12,52	Activité très forte
	Pipistrelle de Kuhl	61	9,84%	0,39	4,00	Activité forte
	Pipistrelle de Nathusius	61	26,23%	1,10	4,19	Activité très forte
	Sérotine commune	61	3,28%	0,03	1,00	Activité moyenne
Sérotine/Noctule	61	24,59%	0,67	2,73	Activité moyenne	
Toutes espèces	61	62%	9,59	15,39	Activité très forte	
Eolienne E11	En 2022					
	Noctule commune	61	31,15%	0,87	2,79	Activité faible
	Noctule de Leisler	61	52,46%	3,03	5,78	Activité très forte
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	61	19,67%	0,90	4,58	Activité forte
	Pipistrelle commune	61	26,23%	0,62	2,38	Activité faible
	Sérotine/Noctule	61	44,26%	1,56	3,52	Activité très forte
	Toutes espèces	61	74%	6,30	8,53	Activité forte
	En 2023					
	Murin sp.	61	3,28%	0,03	1,00	Activité forte
	Noctule commune	61	13,11%	0,41	3,13	Activité très faible
	Noctule de Leisler	61	44,26%	2,59	5,85	Activité forte
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	61	26,23%	4,95	18,88	Activité très forte
	Pipistrelle commune	61	59,02%	8,95	15,17	Activité très forte
	Pipistrelle de Kuhl	61	16,39%	1,51	9,20	Activité très forte
	Pipistrelle de Nathusius	61	9,84%	0,98	10,00	Activité très forte
Sérotine/Noctule	61	19,67%	0,62	3,17	Activité moyenne	
Toutes espèces	61	69%	13,7	19,9	Activité très forte	

Légende :

Nombre de point-nuit : Nombre de nuits d'enregistrement ;

Occurrence par point d'écoute = Pourcentage d'occurrence nuit sur la saison (rapport du nombre de points d'écoute où l'espèce a été contactée sur le nombre de points d'écoute total d'enregistrement) ;

Activité moyenne = Moyenne du nombre de minutes positives par point nuit en prenant en compte les points où l'espèce est présente et absente ;

Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point nuit en prenant en compte uniquement les points-nuit où l'espèce est présente ;

Niveau d'activité = Niveau d'activité issue de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel Actichiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques (cf : 12.4.4 Évaluation du niveau d'activité chiroptérologique en hauteur).

2 Synthèse et analyse des résultats

Activité en période automnale

Tableau 32 : Synthèse de l'activité des chiroptères en altitude en période automnale.

	Espèces	Nombre de point-nuits	Occurrence par point-nuit	Activité moyenne quand présence ou absence (MinutesPos/point-nuit)	Activité moyenne quand présence uniquement (MinutesPos/point-nuit)	Niveau d'activité au printemps quand présence ou absence
Eolienne E3	En 2022					
	Noctule commune	122	21,31%	0,98	4,58	Activité très faible
	Noctule de Leisler	122	31,15%	1,21	3,89	Activité faible
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	122	13,93%	0,55	3,94	Activité forte
	Pipistrelle commune	122	11,48%	0,42	3,64	Activité très faible
	Sérotine/Noctule	122	28,69%	0,84	2,94	Activité moyenne
	Toutes espèces	122	48 %	3,27	6,76	Activité très faible
	En 2023					
	Noctule commune	122	17,36%	0,93	5,33	Activité très faible
	Noctule de Leisler	122	38,84%	3,12	8,04	Activité très faible
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	122	11,57%	0,17	1,50	Activité faible
	Pipistrelle commune	122	25,62%	1,32	5,16	Activité moyenne
	Pipistrelle de Nathusius	122	5,79%	0,07	1,29	Activité faible
	Oreillard sp.	122	0,83%	0,01	1,00	Activité moyenne
	Sérotine commune	122	4,13%	0,04	1,00	Activité moyenne
Sérotine/Noctule	122	17,36%	0,42	2,43	Activité très faible	
Toutes espèces	122	45%	5,05	11,31	Activité faible	
Eolienne E11	En 2022					
	Noctule commune	122	36,07%	2,26	6,27	Activité moyenne
	Noctule de Leisler	122	43,44%	3,11	7,15	Activité très forte
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	122	12,30%	0,27	2,20	Activité moyenne
	Pipistrelle commune	122	18,85%	0,77	4,09	Activité faible
	Sérotine/Noctule	122	45,90%	2,53	5,52	Activité très forte
	Toutes espèces	122	61%	8,11	13,38	Activité forte
	En 2023					
	Noctule commune	122	17,36%	0,99	5,71	Activité très faible
	Noctule de Leisler	122	46,28%	3,27	7,07	Activité très forte
	Pipistrelle Kuhl / Nathusius	122	19,83%	0,73	3,67	Activité très forte
	Pipistrelle commune	122	31,40%	2,14	6,82	Activité forte
	Pipistrelle de Kuhl	122	4,13%	0,15	3,60	Activité moyenne
	Pipistrelle de Nathusius	122	9,92%	0,17	1,75	Activité moyenne
	Sérotine commune	122	3,31%	0,03	1,00	Activité moyenne
Sérotine/Noctule	122	26,45%	0,71	2,69	Activité moyenne	
Toutes espèces	122	49%	6,43	13,19	Activité moyenne	

Légende :

Nombre de point-nuit : Nombre de nuits d'enregistrement ;

Occurrence par point d'écoute = Pourcentage d'occurrence nuit sur la saison (rapport du nombre de points d'écoute où l'espèce a été contactée sur le nombre de points d'écoute total d'enregistrement) ;

Activité moyenne = Moyenne du nombre de minutes positives par point nuit en prenant en compte les points où l'espèce est présente et absente ;

Activité moyenne quand présence uniquement = Moyenne du nombre de contacts par point nuit en prenant en compte uniquement les points-nuit où l'espèce est présente ;

Niveau d'activité = Niveau d'activité issue de la comparaison avec le référentiel lorsque l'espèce est présente et absente. L'estimation du niveau d'activité est issue du référentiel Actichiro® construit pour l'étude, basé sur un important pool de données réelles qui ont fait l'objet d'analyses statistiques (cf : 12.4.4 Evaluation du niveau d'activité chiroptérologique en hauteur).

2 Synthèse et analyse des résultats

Les niveaux d'activité toutes espèces confondues sont variables en fonction de l'année, de la période et des éoliennes. Elle passe ainsi de très faible à très forte. Néanmoins, l'analyse des niveaux d'activité en comparaison avec le référentiel d'activité des chauves-souris en altitudes montre globalement :

- Une activité plus faible des chauves-souris en période de transit printanier ;
- En 2022 et toutes espèces confondues, l'activité en période estivale est moyenne à forte. Elle apparaît très faible à forte suivant les éoliennes, en période de migration automnale.
- En 2023 et toutes espèces confondues, l'activité enregistrée est « très forte » en période estivale au niveau des deux éoliennes et faible à moyenne en période de migration automnale.

En période estivale, les chauves-souris sont contactées en altitude dans 62 à 74% des nuits suivies. En période de migration automnale elles sont contactées dans près de la moitié des nuits suivies sur les deux éoliennes (45 à 61% des nuits).

2.3 Variation de l'activité des chiroptères en hauteur au cours du temps

2.3.1 Activité journalière

Les graphiques ci-dessous présentent l'activité journalière moyenne par heure. Il permet de mettre en évidence des pics d'activités très ponctuels.

En 2022 :

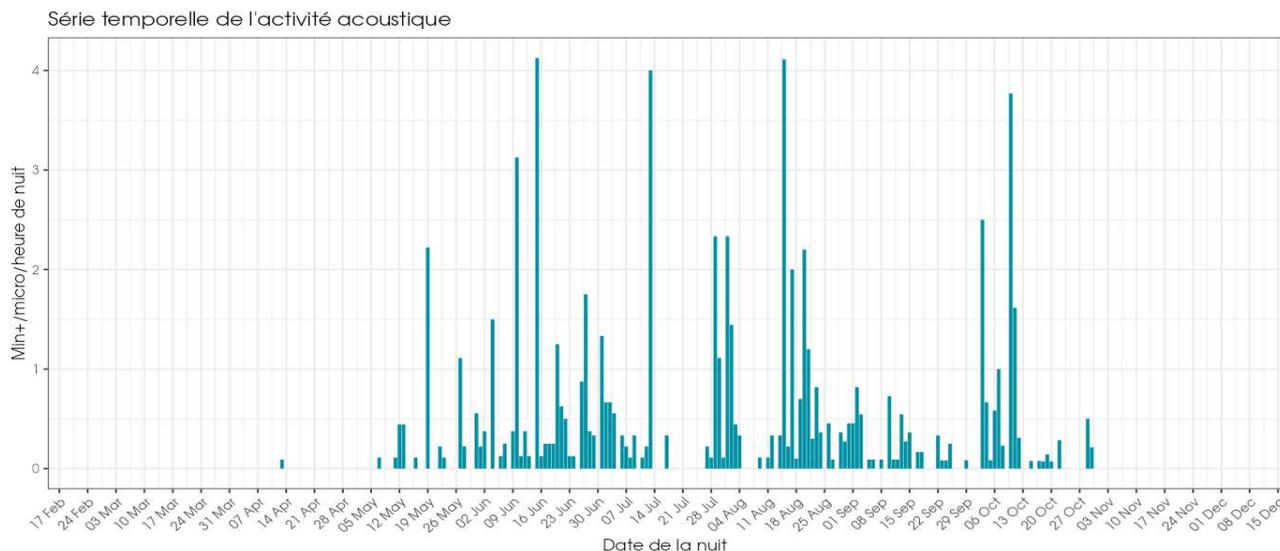


Figure 37 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.

2 Synthèse et analyse des résultats

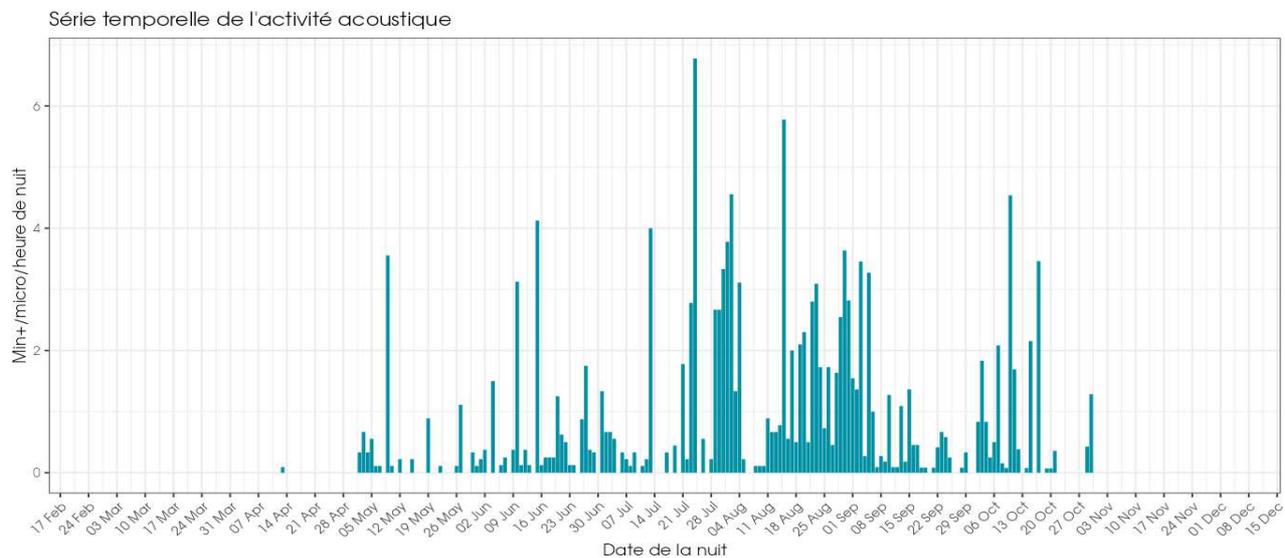


Figure 38 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.

En 2023 :

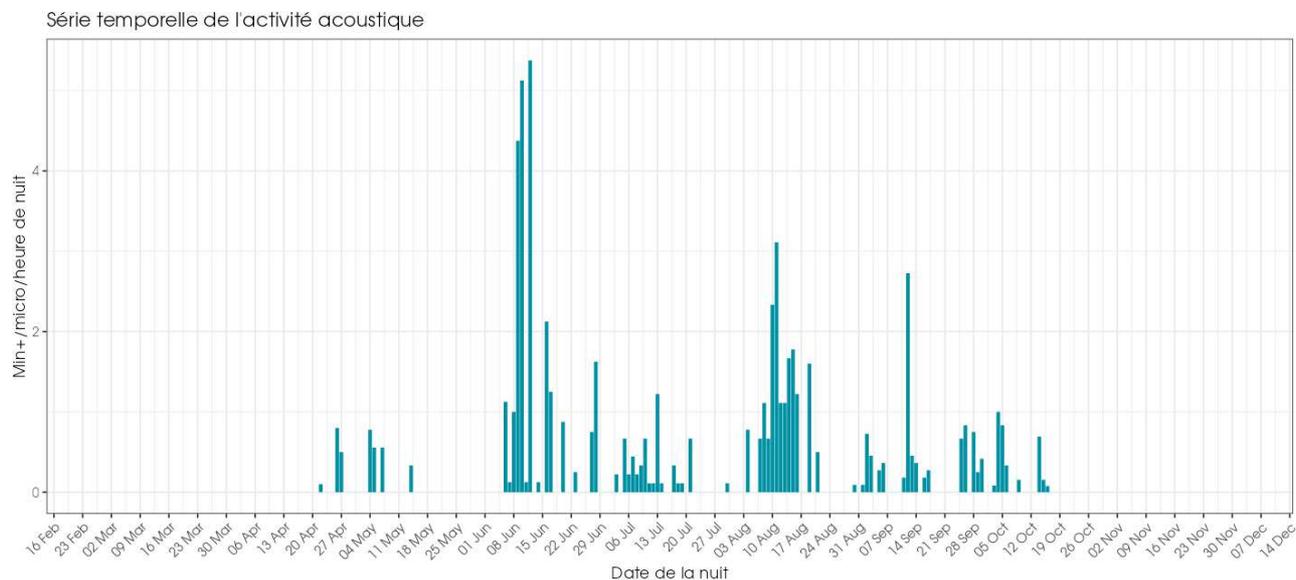


Figure 39 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.

2 Synthèse et analyse des résultats

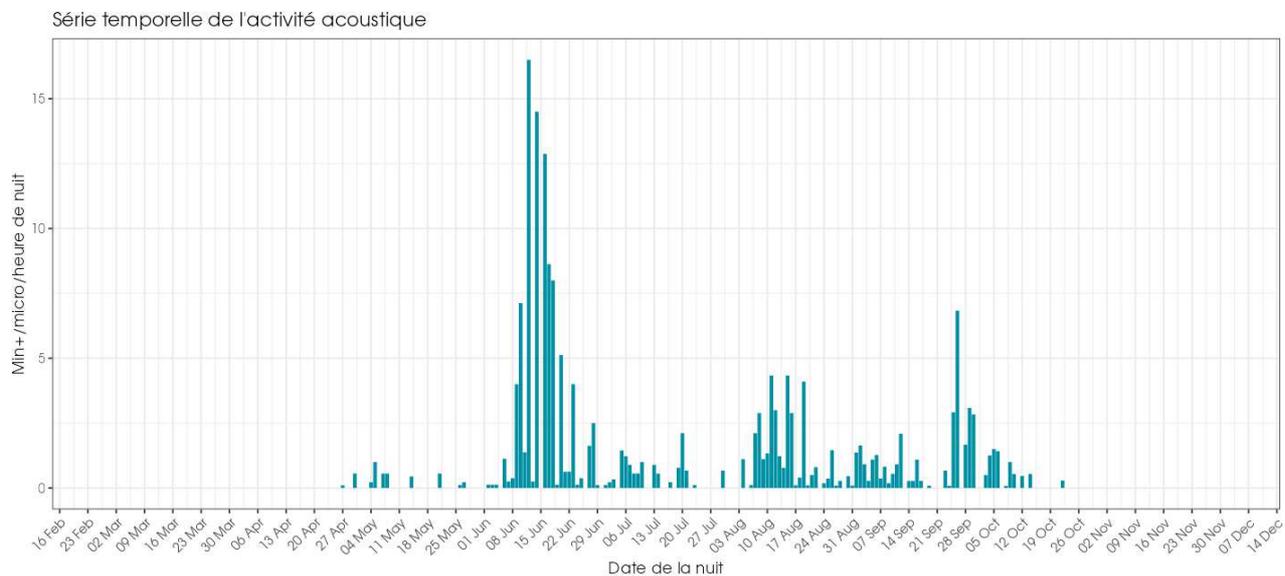


Figure 40 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.

2.3.2 Activité mensuelle

Toutes espèces confondues :

Toutes espèces confondues, on observe une variation de l'activité au cours de la période de suivi.

1) En 2022 :

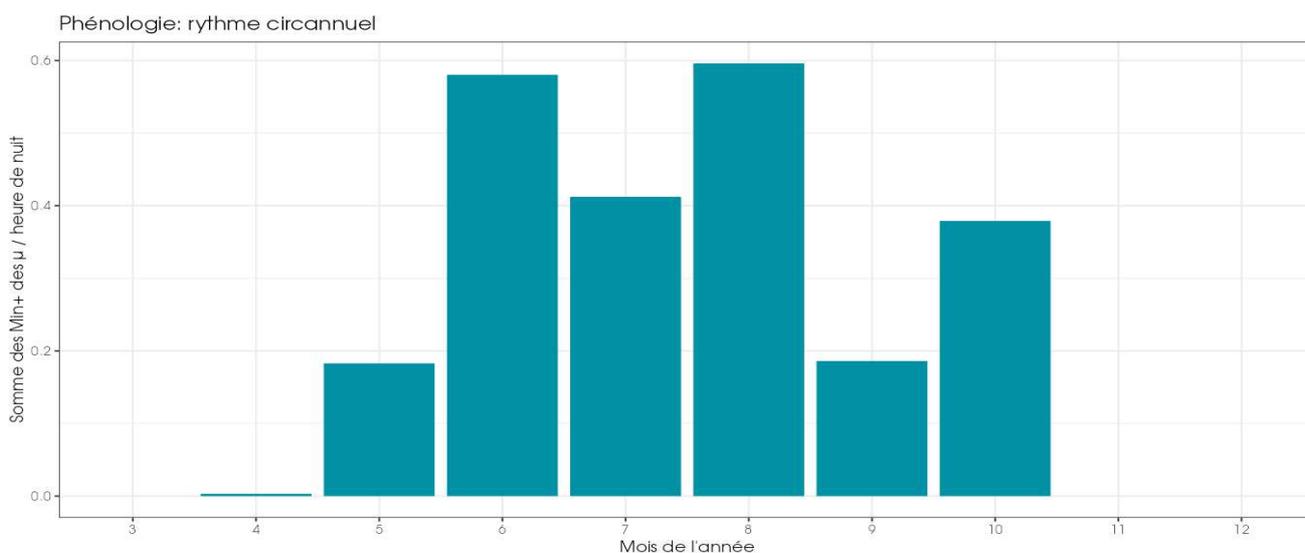


Figure 41 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.

2 Synthèse et analyse des résultats

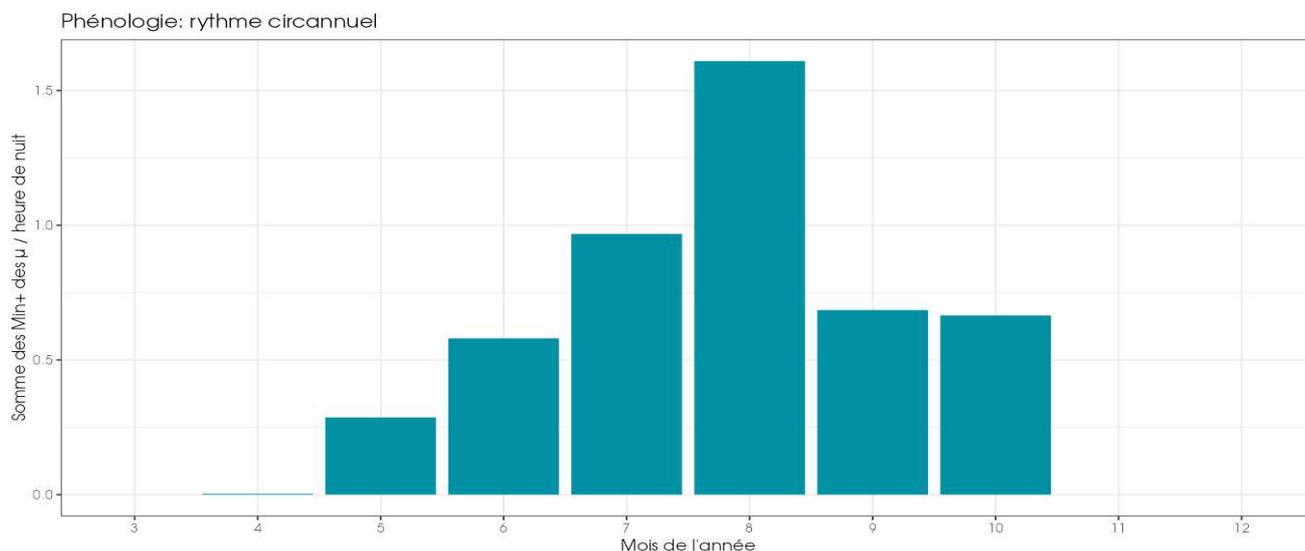


Figure 42 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.

L'activité la plus importante est observée sur la période estivale. Au niveau de l'éolienne E11, elle augmente régulièrement et est à son maximum au mois d'août. Au niveau de l'éolienne E3, l'activité est également marquée au mois d'août. On observe néanmoins également une activité importante au mois de juin.

Quelle que soit l'éolienne, on observe une activité des chauves-souris en altitude entre mai et octobre. L'activité sur les mois de mars-avril et novembre apparaît nulle à très faible en 2022.

2) En 2023 :

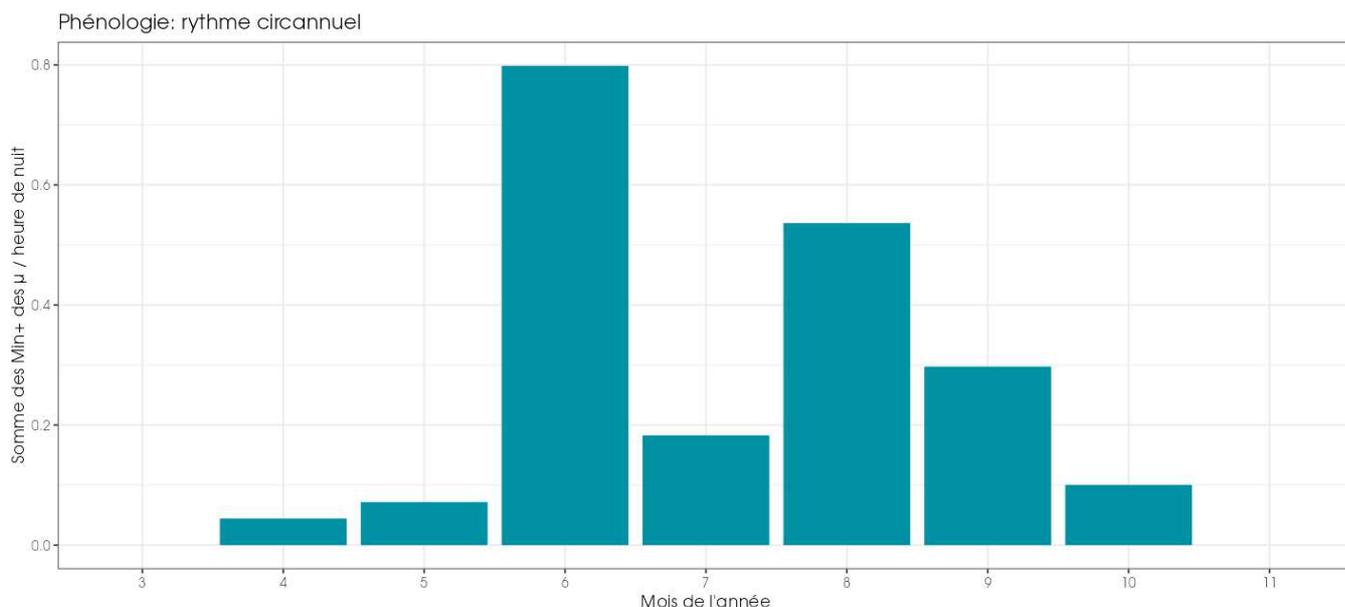


Figure 43 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.

2 Synthèse et analyse des résultats

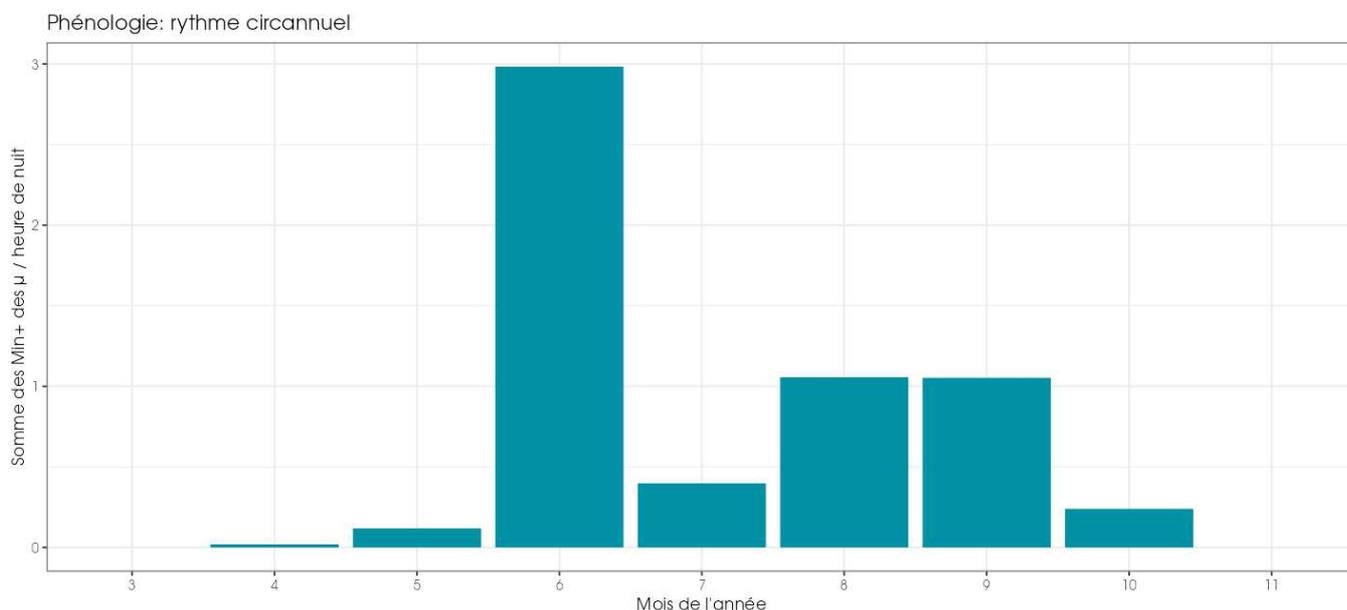


Figure 44 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.

En 2023, l'activité la plus importante est observée sur la période estivale, au cours du mois de juin. Elle est probablement due à une activité de chasse en lien avec des émergences d'insectes en période estivale. Au cours des mois d'août et de septembre, on observe également une activité des chauves-souris notable comme en 2022.

Quelle que soit l'éolienne, on observe une activité des chauves-souris en altitude entre mai et octobre. L'activité sur les mois de mars-avril et novembre apparaît nulle à très faible également en 2023, comme en 2022.

Quelle que soit l'année, on observe au niveau des deux éoliennes une activité des chauves-souris en altitude en période de mise-bas des chauves-souris (juin-juillet) et également en période de migration entre août et octobre.

Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune

1) En 2022

La **Noctule de Leisler** est particulièrement bien présente sur le site. Pour rappel, elle représente plus de 35 à 36 % des minutes positives enregistrées, quelle que soit l'éolienne. La Noctule de Leisler apparaît présente en altitude tout au long de la période d'activité des chauves-souris en altitude. Elle est présente sur le site dès le mois de mai jusqu'à octobre. L'activité reste globalement constante tout au long des mois.

La **Noctule commune** est un moins fréquente que la Noctule de Leisler, mais représente tout de même 19 à 21 % des minutes positives. Contrairement à la Noctule de Leisler, l'activité de la Noctule commune semble être plus importante au mois d'août (période de migration de l'espèce). Elle est moins fréquente avant et après. Ceci est visible sur les deux éoliennes suivies.

L'évolution du groupe des sérotines et noctules (correspondant aux sons non différenciables) montre des niveaux d'activité plus difficiles à interpréter. L'évolution des contacts enregistrés est influencée par les comportements des Noctule de Leisler et Noctule commune. On observe à la

2 Synthèse et analyse des résultats

fois une activité qui semble relativement constante sur la période d'activité et un pic en août traduisant les comportements des deux noctules sur ce site.

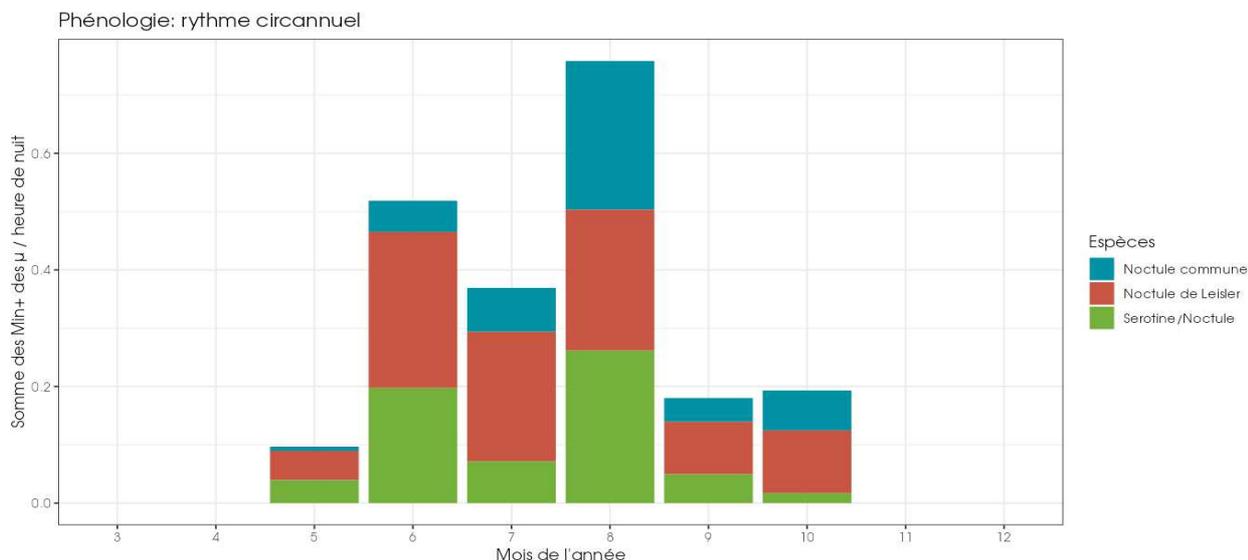


Figure 45 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotones en 2022.

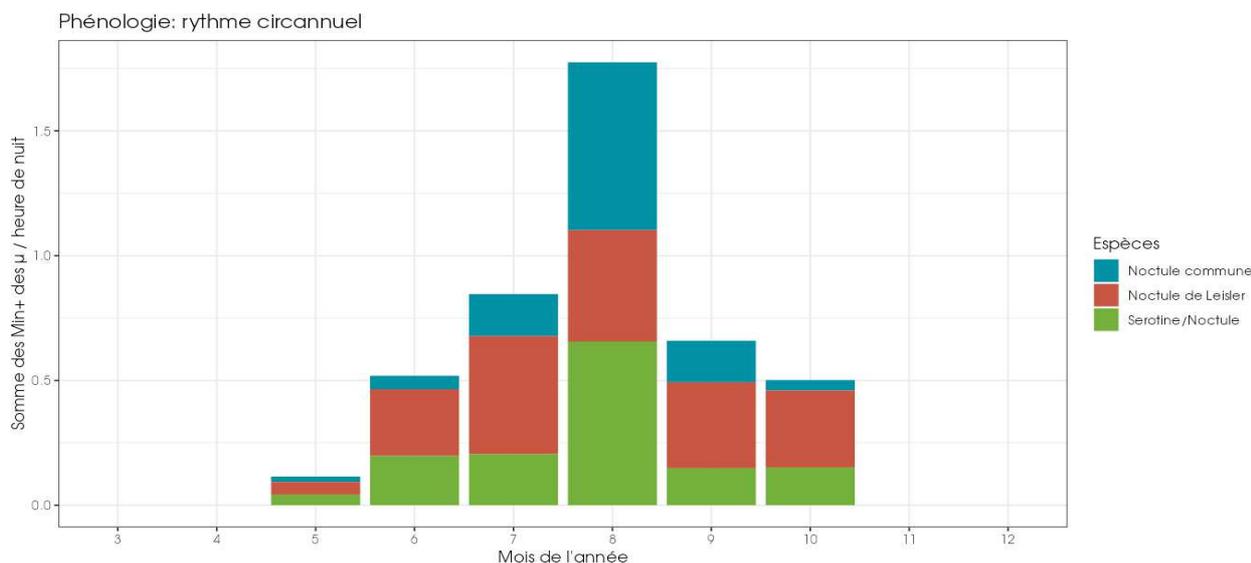


Figure 46 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotones en 2022.

2) En 2023

Comme en 2022, la **Noctule de Leisler** est particulièrement bien présente sur le site également en 2023. Pour rappel, elle représente plus de 25 à 30 % des minutes positives enregistrées, quelle que soit l'éolienne et montre des niveaux d'activité ponctuellement forte à très forte en période estivale ou de migration automnale. Comme en 2022, l'espèce est présente en altitude tous au long de la période d'activité des chauves-souris.

2 Synthèse et analyse des résultats

Comme en 2022, la **Noctule commune** est un moins fréquente que la Noctule de Leisler. Elle est essentiellement présente sur site en période migration de l'espèce au cours du mois d'août. Elle est moins fréquente avant et après. Ceci est visible sur les deux éoliennes suivies.

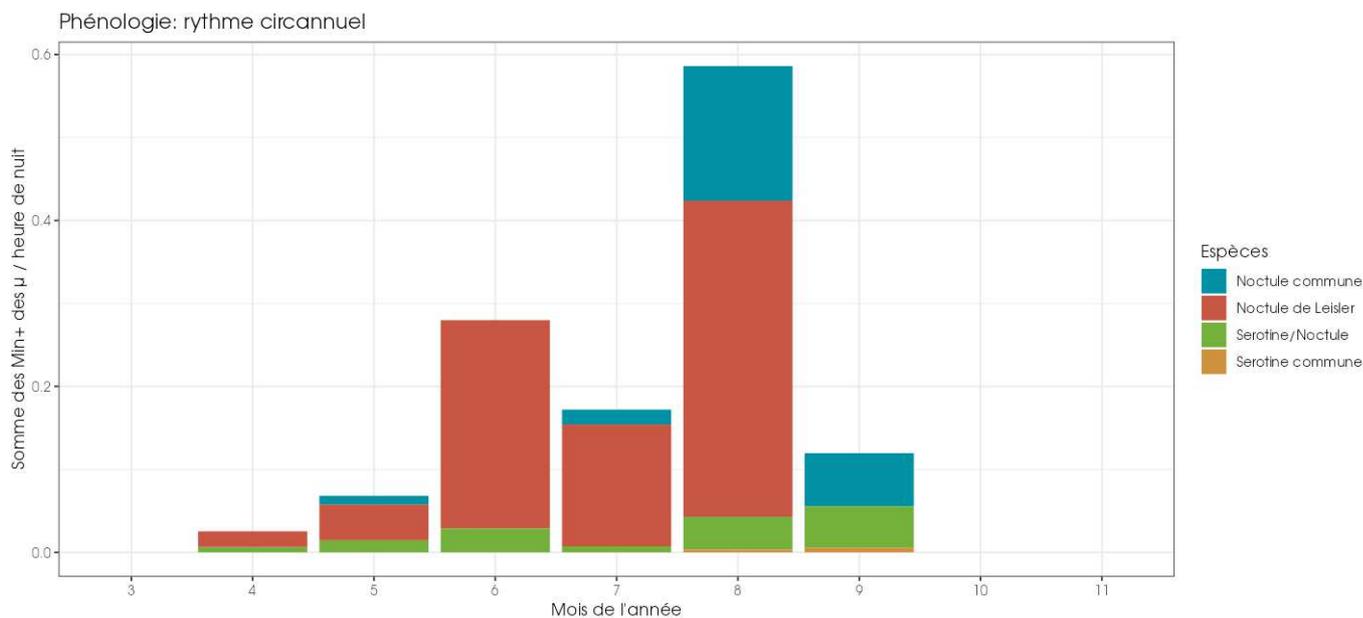


Figure 47 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2023.

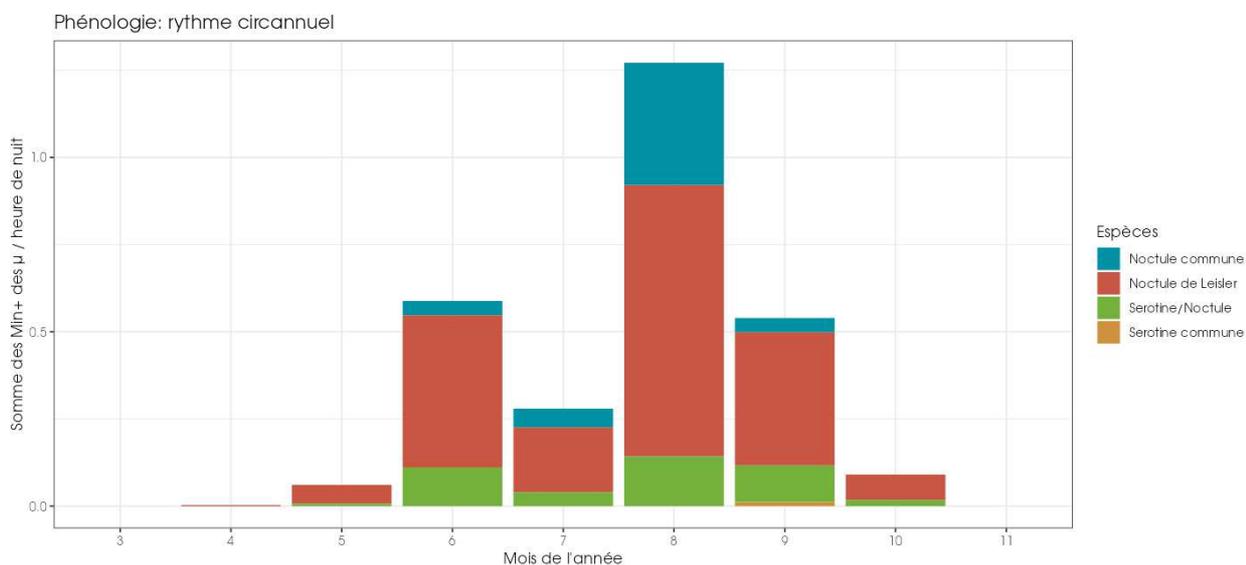


Figure 48 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotines en 2023.

2 Synthèse et analyse des résultats

Les espèces de haut vol sont présentes de manière quasi continu durant les mois et d'avril à octobre en 2022 et de mai à octobre en 2023.

En altitude, la distribution d'activité est classiquement plus marquée en fin de période estivale (migration automnale). Au niveau des plaines agricoles de la région Centre-Val-de-Loire, l'activité des noctules est souvent plus importante au mois d'août. Ce qui est également le cas sur le site des Pierrots, quelle que soit l'année. Ceci est particulièrement vrai pour la Noctule commune. La Noctule de Leisler montre des niveaux d'activité plus constants.

Groupe Pipistrelle commune / Pipistrelle de Kuhl / Pipistrelle de Nathusius

1) En 2022

La **Pipistrelle commune** représente un peu plus de 10 % des contacts en altitude sur le site en 2022, quelles que soient les éoliennes. L'espèce a été observée sur la grande majorité de la période d'observation, à l'exception du mois d'août au niveau de l'éolienne E3.

Le **groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius** représente 13 % des observations au niveau de l'éolienne E3 et 6 % au niveau de l'éolienne E11. Comme pour la Pipistrelle commune, les observations sont réparties sur l'ensemble des mois suivis, à l'exception des mois de mars-avril et du mois de novembre.

La Pipistrelle pygmée a été observée à une seule reprise au mois de mai. Cela peut correspondre à un individu en transit.

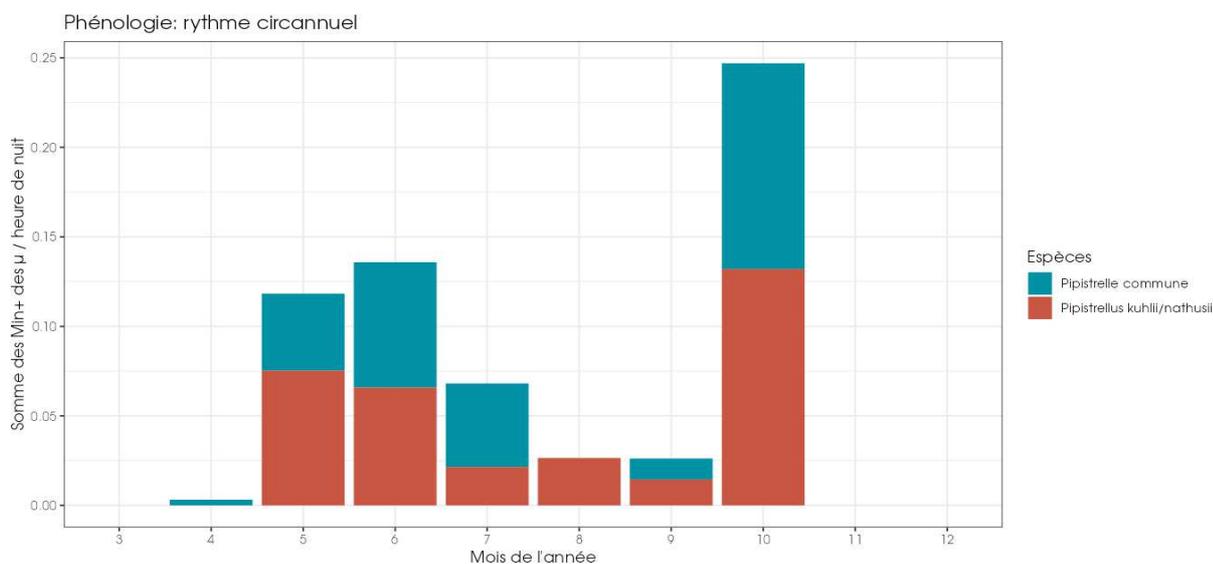


Figure 49 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2022.

2 Synthèse et analyse des résultats

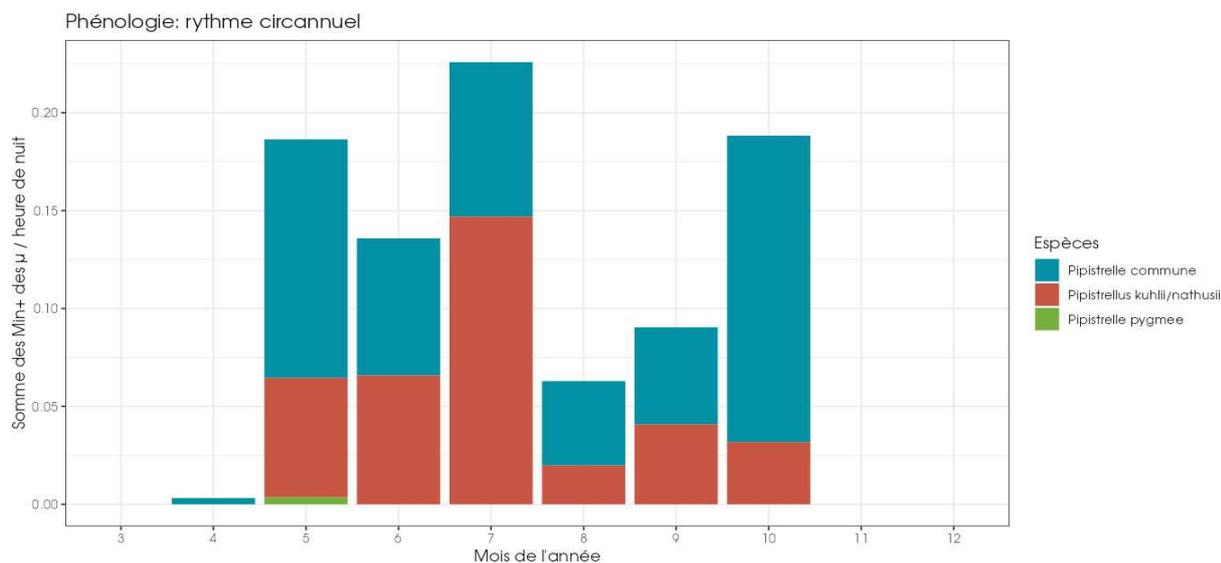
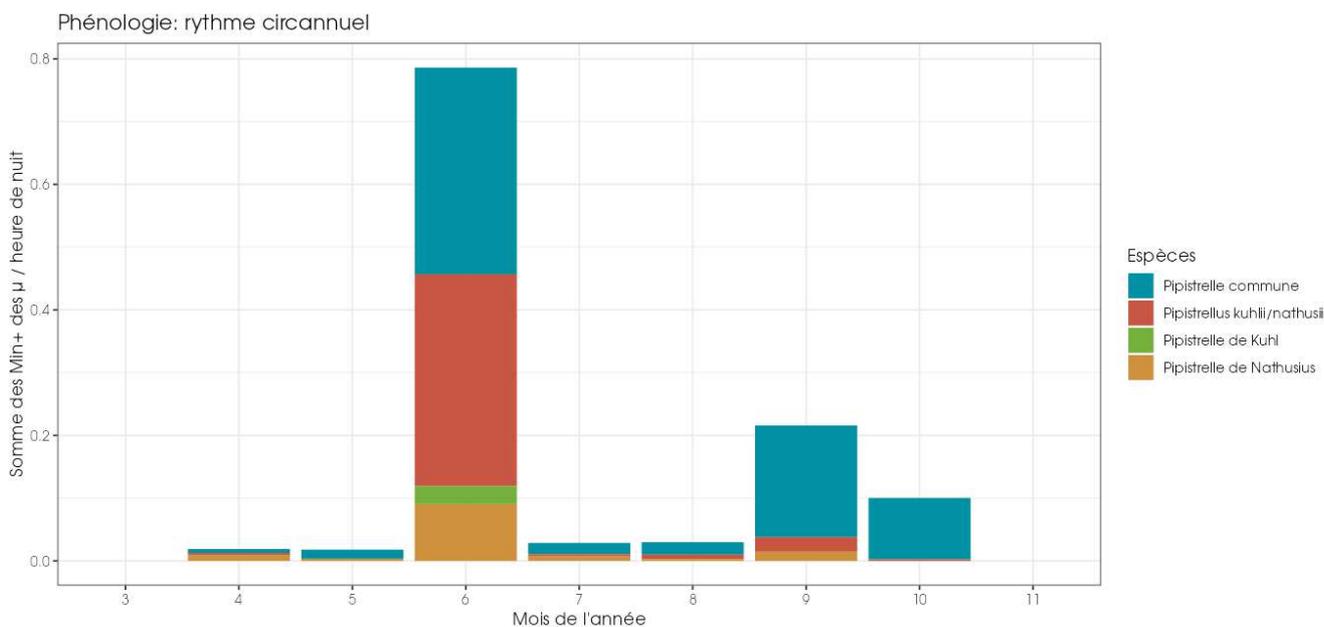


Figure 50 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2022.

2) En 2023

La **Pipistrelle commune** est plus fréquente en 2023. Elle représente 31 à 36 % des contacts suivant l'éolienne. Elle a essentiellement été contactée au mois de juin. Quelle que soit l'éolienne, on observe un pic de présence de l'espèce au mois de juin.

L'ensemble des **Pipistrelles de Kuhl** et **Pipistrelles de Nathusius** sont également bien fréquentes. Elle représente globalement 23 à 26 %, suivant l'éolienne en 2023, en prenant en compte les contacts identifiés à l'espèce et le groupe. Comme pour la Pipistrelle commune, les observations sont réparties sur l'ensemble des mois suivis avec un pic notable d'activité au cours du mois de juin.



2 Synthèse et analyse des résultats

Figure 51 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2023.

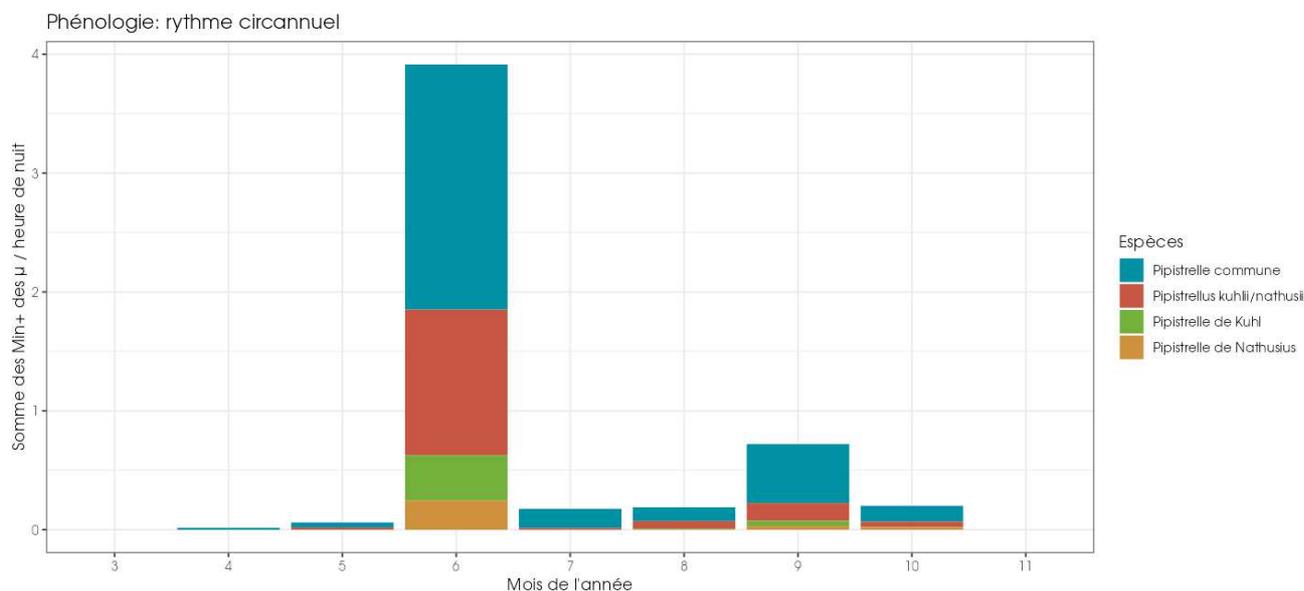


Figure 52 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2023.

Les pipistrelles sont présentes sur le site tout au long de la période d'activité. Il semble y avoir une activité plus importante au cours des mois de mai à juillet et octobre en 2022. En 2023, elle est surtout visible durant le mois de juin, avec la présence d'un pic d'activité bien marqué. Cela correspond à une activité des populations locales en période de mise-bas et élevage de jeunes.

En 2022, on observe un regain de l'activité en septembre et surtout octobre. Ceci est moins visible en 2023, mais on observe également un regain au cours du mois de septembre.

2.4 Analyse de l'activité des chiroptères en fonction de l'heure

Dans le cadre de cette analyse, l'unité de mesure retenue pour calculer l'activité en fonction de l'heure par classe est la minute positive (nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris).

2 Synthèse et analyse des résultats

En 2022 :

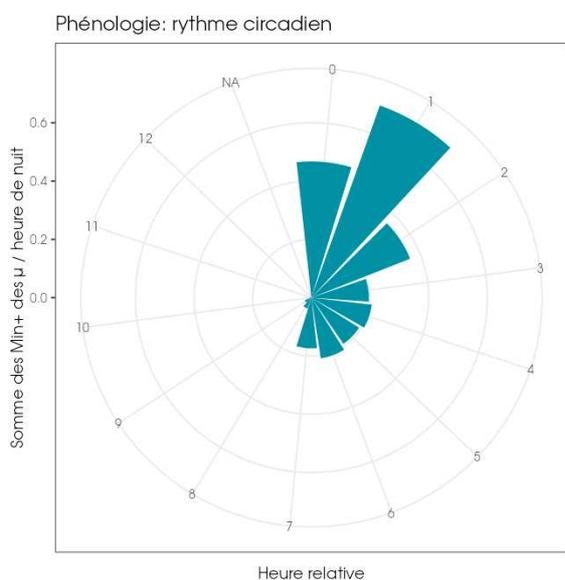


Figure 53 : Eolienne E3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues en 2022.

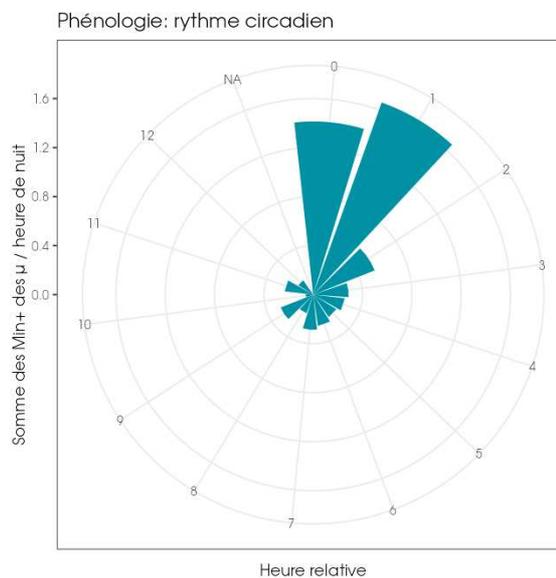


Figure 54 : Eolienne E11 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues en 2022.

En 2023 :

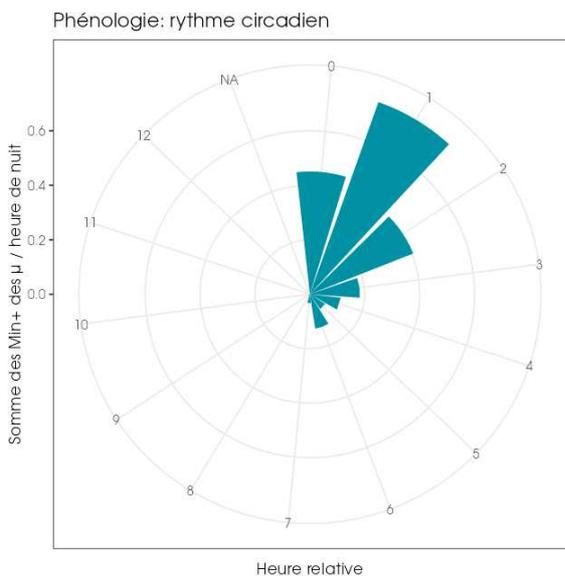


Figure 55 : Eolienne E3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues en 2023.

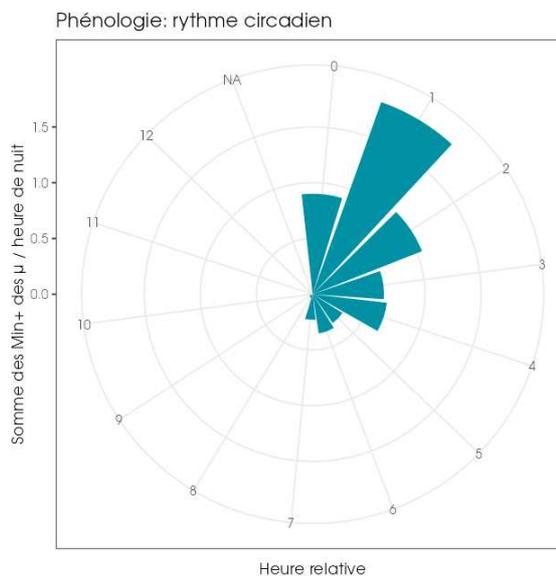


Figure 56 : Eolienne E11 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues en 2023.

L'heure relative indique le nombre d'heure écoulées depuis le dernier coucher du soleil. Cette variable a été ramenée à une échelle de valeurs discrètes utilisant la partie entière.

2 Synthèse et analyse des résultats

Que ce soit en 2022 ou en 2023, l'analyse sur la totalité de la période d'enregistrement montre que l'activité des chauves-souris est visible sur l'ensemble de la nuit. Elle est généralement plus importante durant les trois premières heures de la nuit et diminue ensuite. Néanmoins, l'activité ne disparaît pas totalement sur l'ensemble de la nuit.

En période de migration, d'août à octobre, l'activité est plus marquée en début de nuit mais montre également des pics d'activités en fin de nuit (cf Figure 57, Figure 58, Figure 59 & Figure 60).

En 2022 :

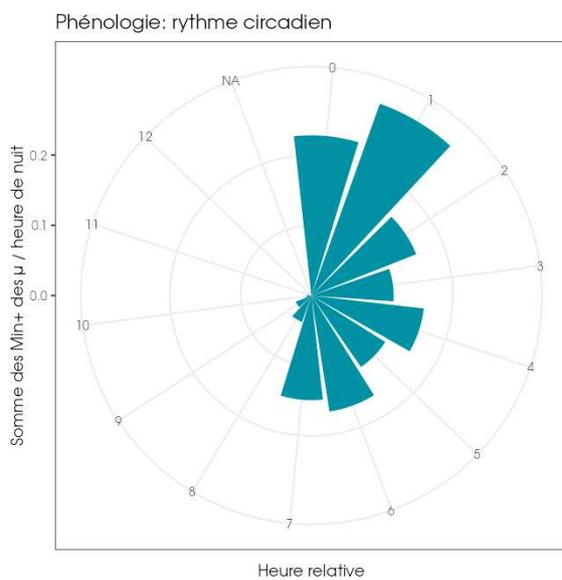


Figure 57 : Eolienne E3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période des mois d'août à octobre.

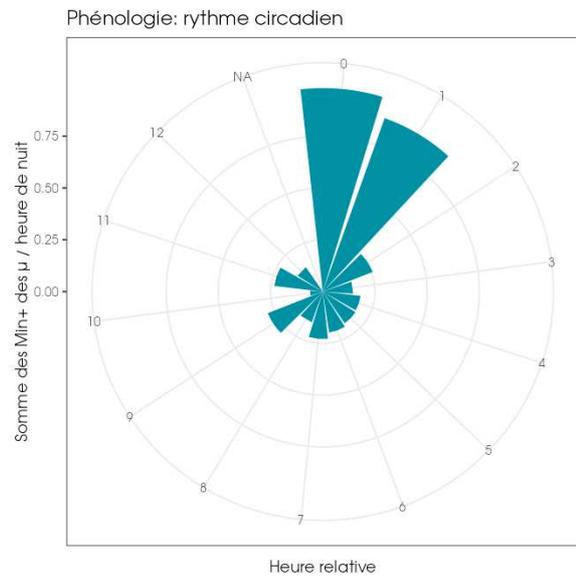
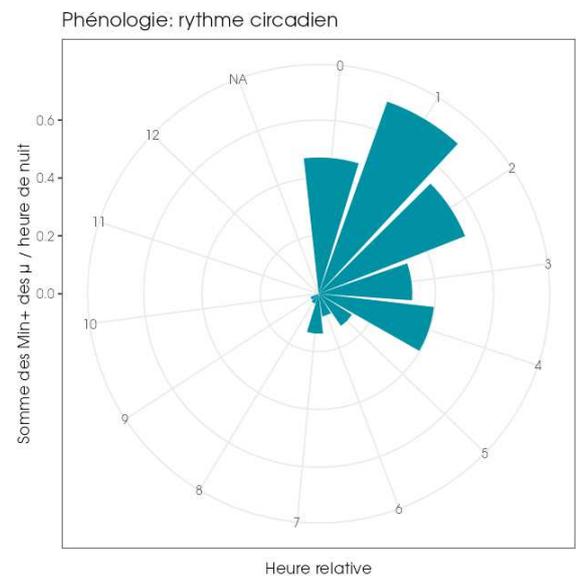
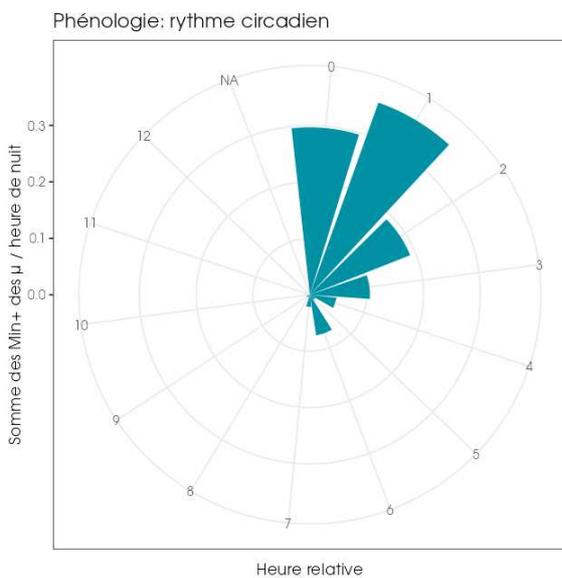


Figure 58 : Eolienne E11 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période des mois d'août à octobre.

En 2023 :



2 Synthèse et analyse des résultats

Figure 59 : Eolienne E3 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période des mois d'août à octobre en 2023.

Figure 60 : Eolienne E11 - Nombre de minutes positives par tranche horaire, après le coucher du soleil, toutes espèces confondues sur la période des mois d'août à octobre en 2023.

L'heure relative indique le nombre d'heure écoulées depuis le dernier coucher du soleil. Cette variable a été ramenée à une échelle de valeurs discrètes utilisant la partie entière.

Le regain d'activité des chauves-souris durant la nuit à partir du mois d'août est également bien visible sur les actogrammes suivants, quelle que soit l'année.

Les deux actogrammes représentant l'activité en 2023, montrent également bien le pic d'activité des pipistrelles au cours du mois de juin. Lors de ce pic, l'activité a lieu sur l'ensemble de la nuit.

En 2022 :

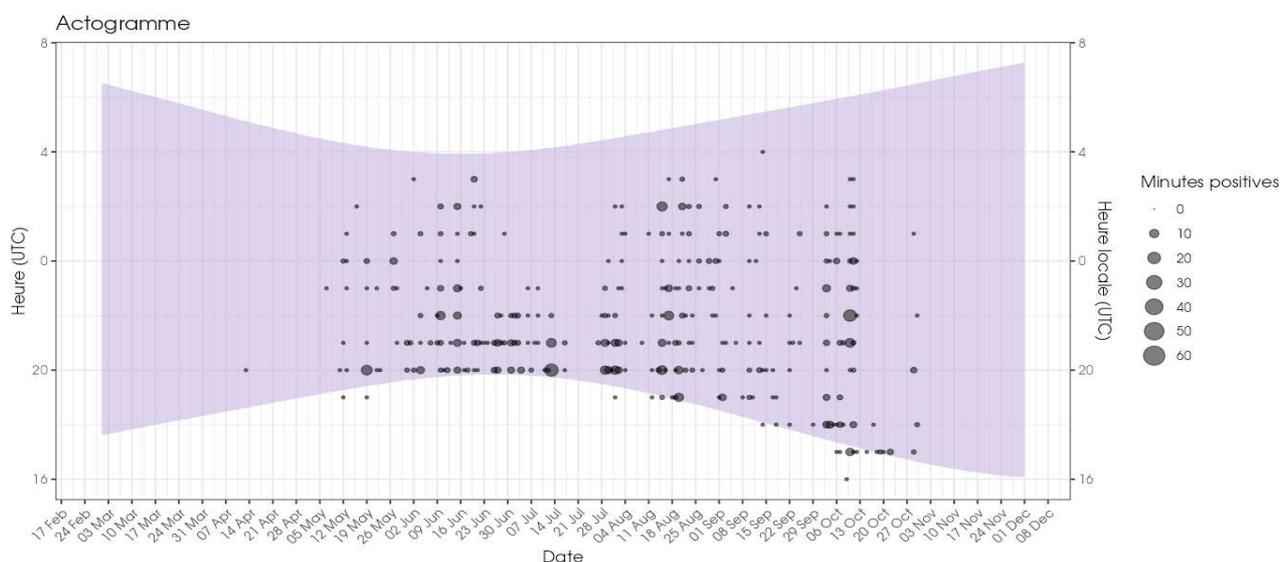


Figure 61 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E3 du parc des Pierrots en 2022.

Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.

2 Synthèse et analyse des résultats

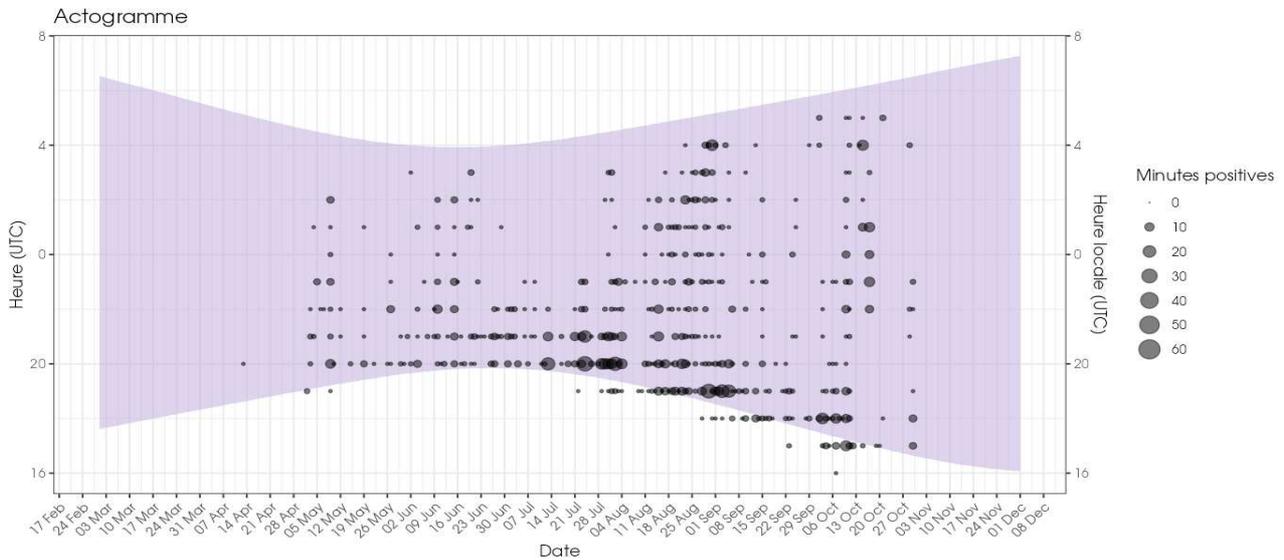


Figure 62 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E11 du parc des Pierrots en 2022.

Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.

En 2023 :

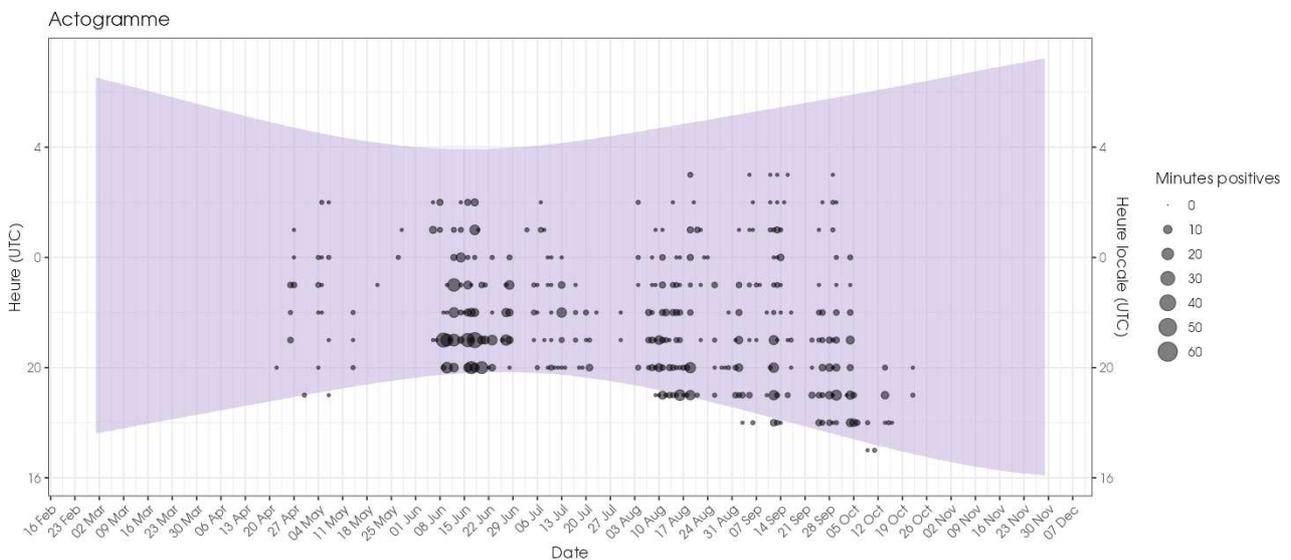


Figure 63 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E3 du parc des Pierrots en 2023.

Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.

2 Synthèse et analyse des résultats

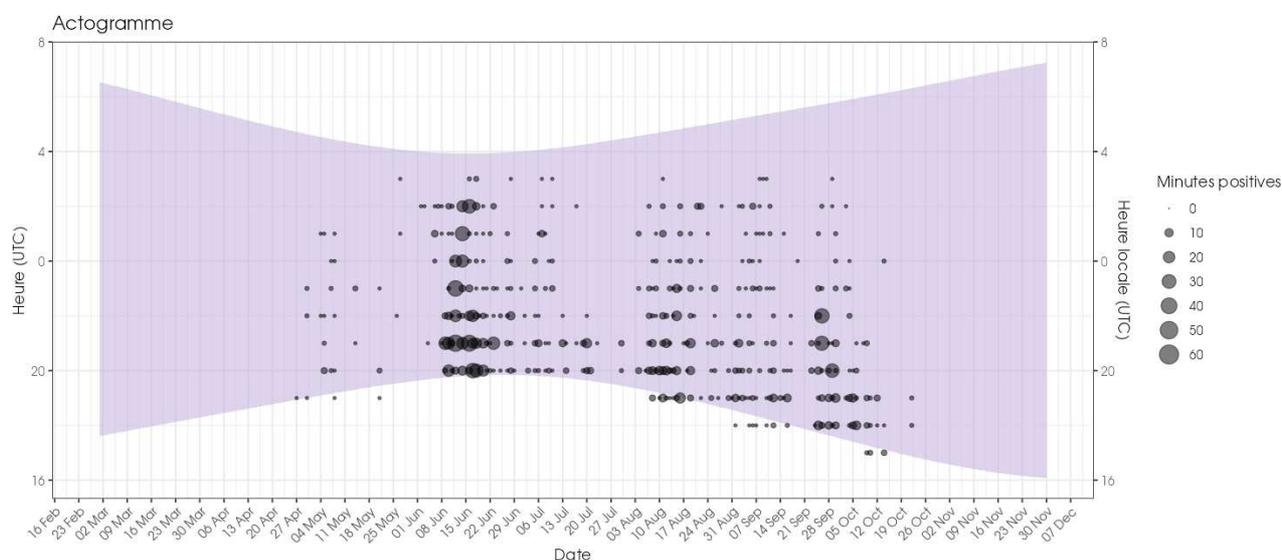


Figure 64 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E11 du parc des Pierrots en 2023.

Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.

Quelle que soit l'année, l'activité en altitude est fluctuante mais ne disparaît pas totalement au cours de la nuit. Si on examine dans le détail cette activité sur l'ensemble des nuits, on constate qu'elle se concentre généralement en début de nuit. Mais ponctuellement, des pics d'activités en milieu de nuit, toutes espèces confondues, sont constatés – essentiellement concentrés en période intense de migration (août et septembre 2022 et 2023) ou au mois de juin (uniquement en 2023).

2.5 Analyse de l'activité des chiroptères en hauteur en fonction des paramètres météorologiques

Les chapitres suivants présentent des analyses des activités notées en altitude en fonction de différents paramètres météorologiques : vitesse du vent et température.

Dans le cadre de cette analyse, l'unité de mesure retenue pour calculer l'activité en fonction de la température et de la vitesse de vent par classe reste la minute positive (nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris).

Il est à noter qu'en 2022 les capteurs météo n'ont pas pu faire remonter des données pour l'ensemble des observations de chauves-souris réalisées sur les deux éoliennes. Pour l'analyse des paramètres météorologiques, le nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles est de 2 456 (E3 : 828 et E11 : 1630) au lieu de 2 472 (E3 : 833 et E11 : 1 639). Ceci n'est pas le cas en 2023, le nombre total de minutes positives pour en 2023 est donc de 3 886 (E3 : 1 629 et E11 : 2 257).

2.5.1 Activité en fonction de la vitesse du vent (m/s) mesurée à 98 m.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction de la vitesse du vent sur le site, obtenus au niveau de la nacelle (98 m).

2 Synthèse et analyse des résultats

Les résultats sont présentés sous deux graphiques différents montrant soit la densité des valeurs par classe de vitesse de vent (fonction de densité – pdf) soit la répartition des valeurs inférieures ou égales à chaque classe de vitesse de vent (fonction de répartition – cdf).

Eolienne E3 :

En 2022 :

Au cours du suivi, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne E3 ont collecté la nuit toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de vent allant de 0 à plus de 19 m/s. La moyenne des vents observée est de 5,03 m/s et la médiane est à 4,7 m/s.

L'échantillonnage est significatif pour les vitesses de vent comprises entre 2 et 9 m/s. Au-delà de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

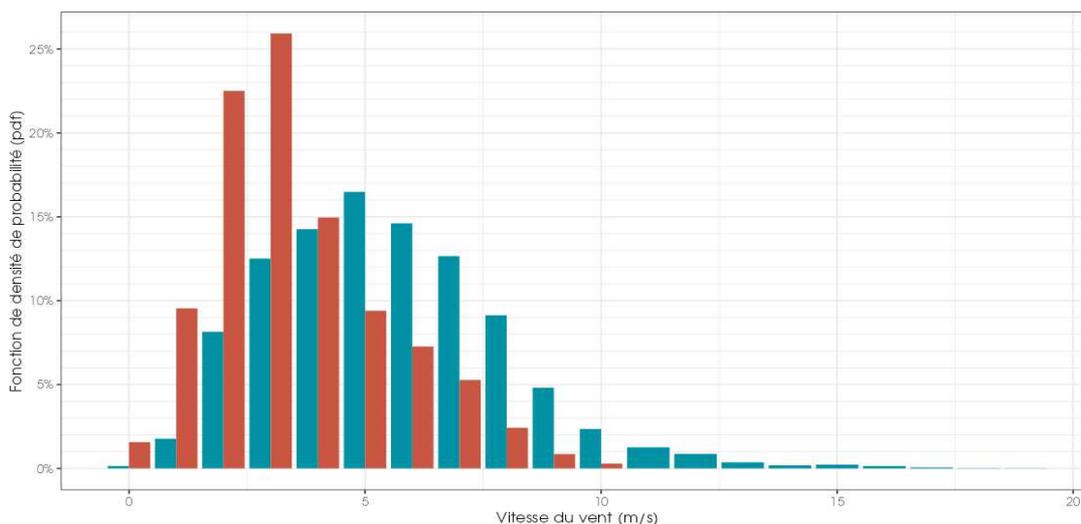


Figure 65 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne E3 des Pierrots 2 en 2022.

pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des vitesses de vent enregistrées - pdf (conditions utilisées) – fonction de densité des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

2 Synthèse et analyse des résultats

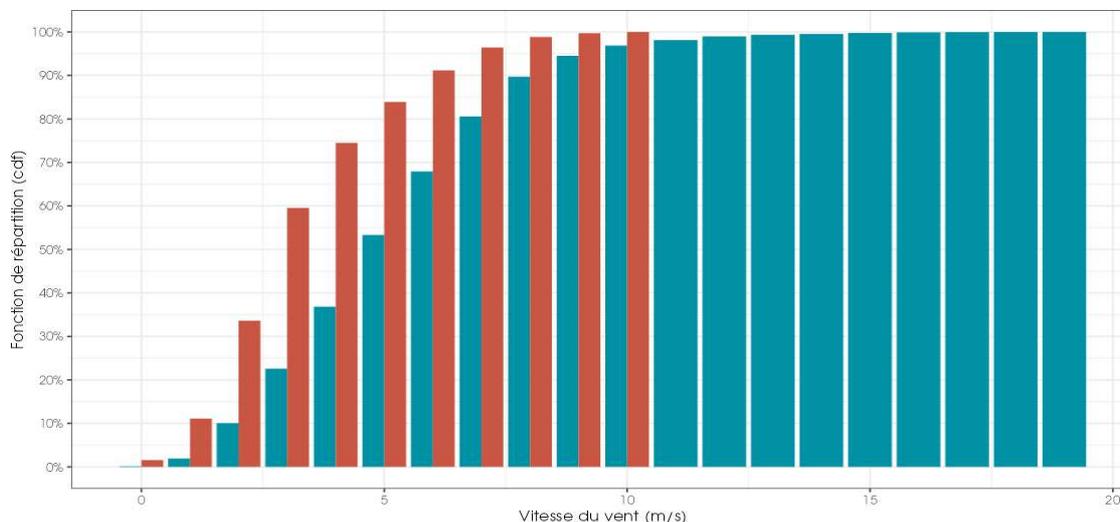


Figure 66 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022 (pourcentage d'observation cumulée).

cdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des vitesses de vent enregistrées

cdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

En 2023

Au cours du suivi en 2023, les instruments de mesure installés sur la nacelle de l'éolienne E3 ont collecté la nuit toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de vent allant de 0 à plus de 20 m/s. La moyenne des vents observée est de 5,8 m/s et la médiane est à 5,4 m/s.

L'échantillonnage est significatif pour les vitesses de vent comprises entre 2 et 10 m/s. Au-delà de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

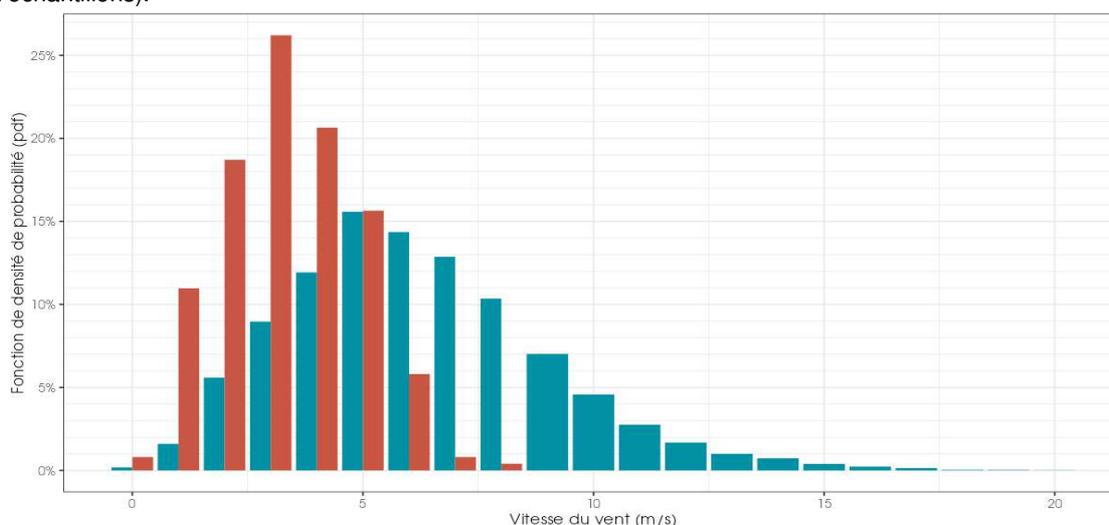


Figure 67 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.

pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des vitesses de vent enregistrées - **pdf (conditions utilisées)** – fonction de densité des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

2 Synthèse et analyse des résultats

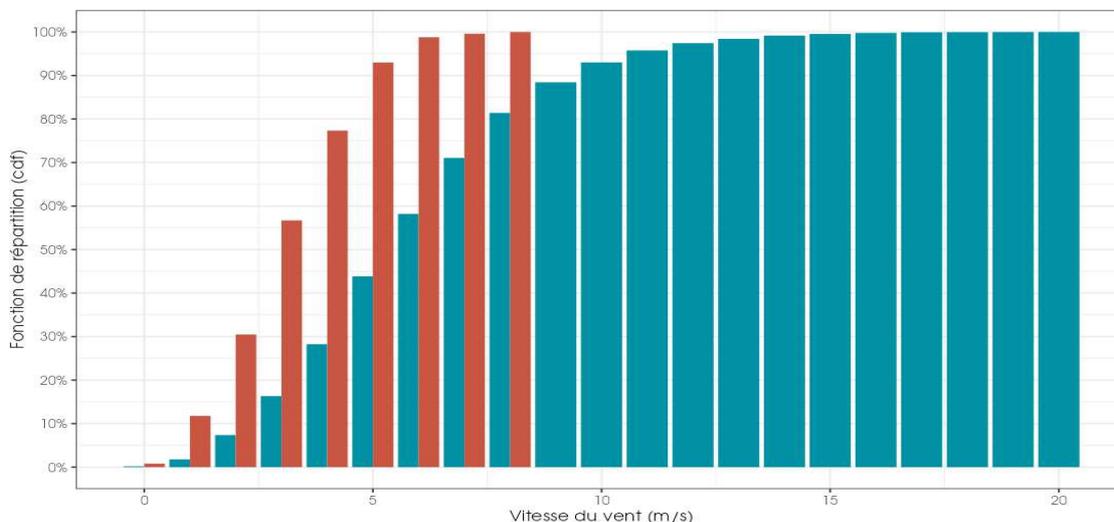


Figure 68 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023 (pourcentage d'observation cumulée).

cdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des vitesses de vent enregistrées - **cdf (conditions utilisées)** – fonction de répartition des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

Eolienne E11 :

En 2022

Au niveau de cette éolienne, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté la nuit toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de vent allant de 0 à 19 m/s. La moyenne des vents observée est de 5,2 m/s et la médiane est à 5,07 m/s. L'échantillonnage est significatif pour les vitesses de vent comprises entre 2 et 9 m/s. Au-delà de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

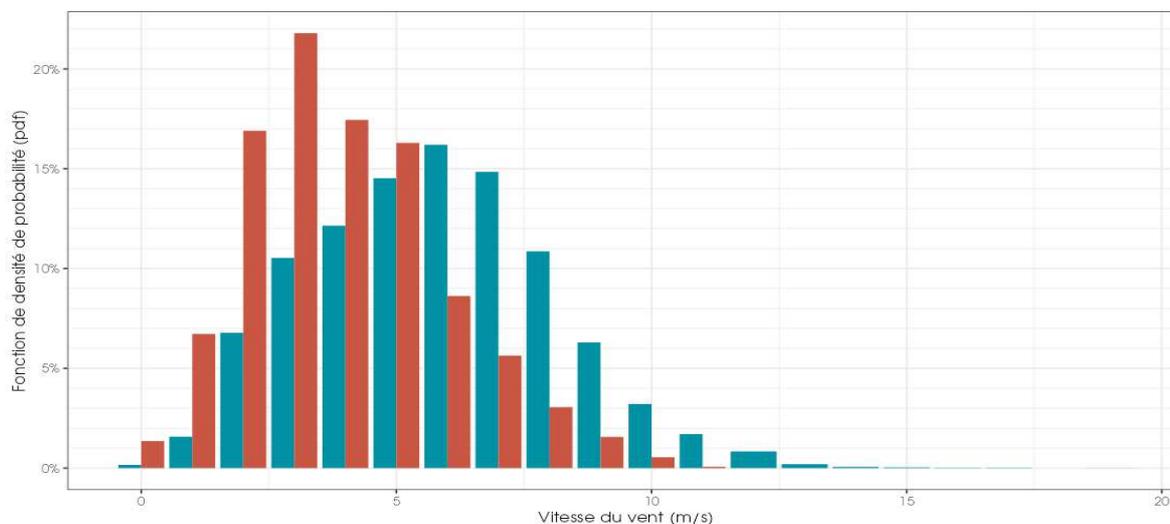


Figure 69 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.

2 Synthèse et analyse des résultats

pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des vitesses de vent enregistrées - pdf (conditions utilisées) – fonction de densité des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

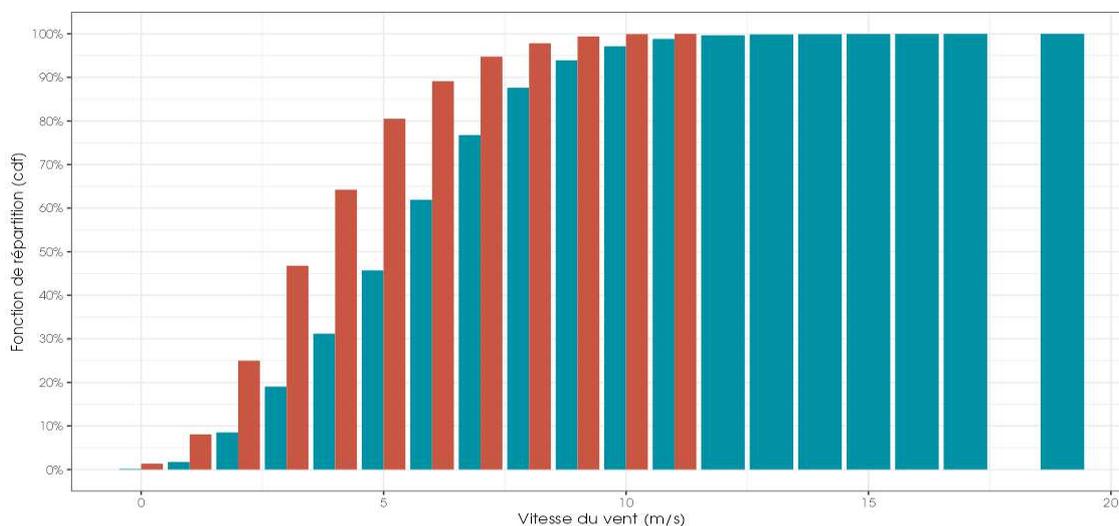


Figure 70 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022 (pourcentage d'observation cumulée).

pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des vitesses de vent enregistrées - pdf (conditions utilisées) – fonction de densité des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

En 2023

Au niveau de cette éolienne en 2023, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté la nuit toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de vent allant de 0 à 20 m/s. La moyenne des vents observée est de 6 m/s et la médiane est à 5,8 m/s. L'échantillonnage est significatif pour les vitesses de vent comprises entre 2 et 10 m/s. Au-delà de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

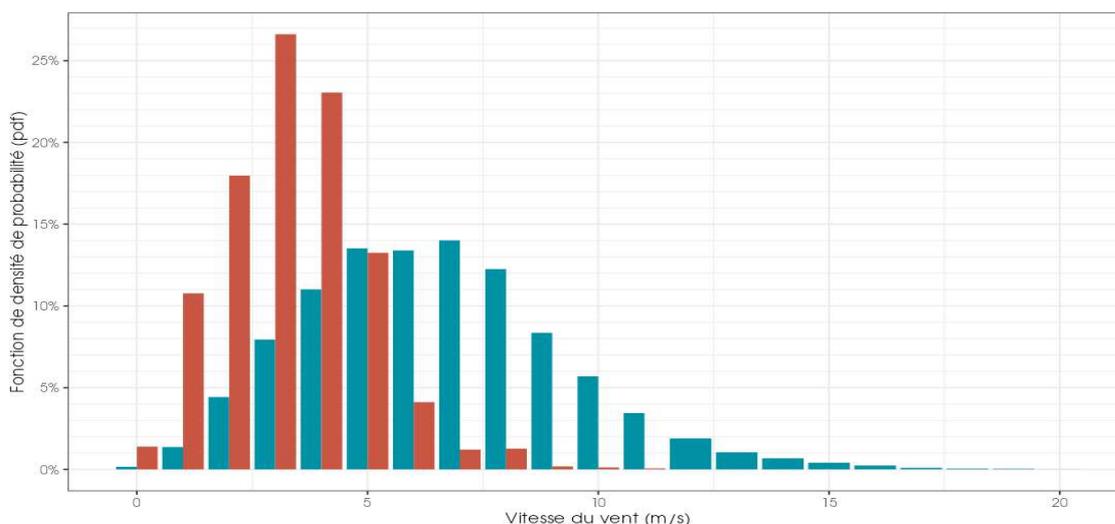


Figure 71 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de vent (m/s) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.

2 Synthèse et analyse des résultats

pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des vitesses de vent enregistrées - pdf (conditions utilisées) – fonction de densité des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

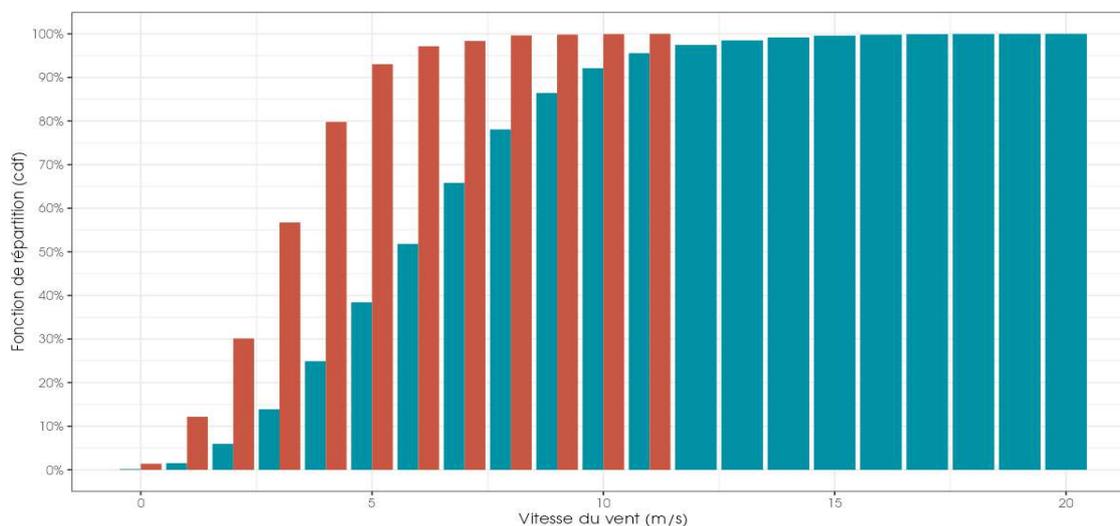


Figure 72 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction du vent (m/s) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023 (pourcentage d'observation cumulée).

cdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des vitesses de vent enregistrées - cdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des vitesses de vent utilisées par les chauves-souris

Toutes espèces confondues et quelle que soit l'éolienne et l'année, la proportion d'observations des chauves-souris en fonction du vent diminue sur le site à partir de 4 m/s.

Proportion des activités en fonction de la vitesse du vent

Le tableau ci-dessous liste les vitesses de vent au-dessous desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues à hauteur des nacelles en 2022 et en 2023.

Tableau 33 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction des vitesses de vent en altitude sur les éoliennes du parc des Pierrots suivies en 2022 et 2023.

	Vitesse de vent (en m/s à 93 m) en-dessous de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts cibles					
	50 %	75 %	85 %	90 %	95 %	99 %
En 2022						
Limite de vent au niveau de E3	2,9 m/s	4,5 m/s	5,6 m/s	6,3 m/s	6,9 m/s	9 m/s
Limite de vent au niveau de E11	3,6 m/s	5 m/s	6 m/s	6,8 m/s	7,5 m/s	9,7 m/s
En 2023						
Limite de vent au niveau de E3	3 m/s	4,2 m/s	5 m/s	5,3m/s	5,7 m/s	6,6 m/s
Limite de vent au niveau de E11	3,2 m/s	4,2 m/s	4,8 m/s	5,1 m/s	5,7 m/s	7,6 m/s

2 Synthèse et analyse des résultats

L'analyse de l'affinité nous permet de décrire le comportement de sélection des conditions environnementales par les chiroptères en s'affranchissant dans une large mesure des biais liés au hasard de l'échantillonnage des conditions disponibles. L'affinité correspond au ratio entre « densité des conditions utilisées » et « densité des conditions disponibles ». Une affinité égale à 1 indique qu'il n'y a pas de préférence. Une affinité inférieure à 1 indique que les chiroptères semblent éviter ces conditions (en bleu dans le graphique ci-dessous). Une affinité supérieure à 1 indique que les chiroptères semblent préférer ces conditions météorologiques pour être actifs (rouge).

En 2022

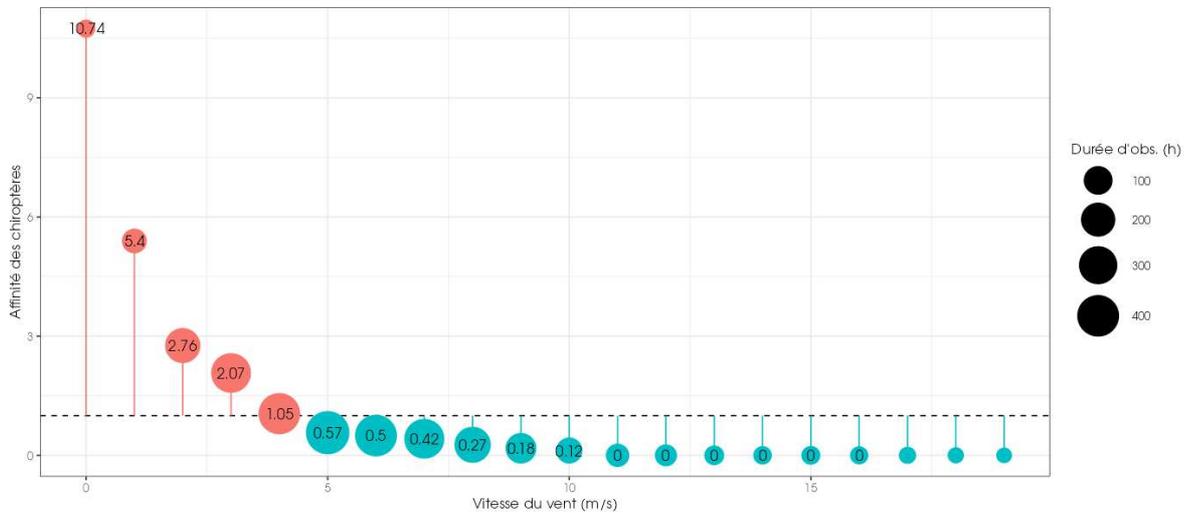


Figure 73 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.

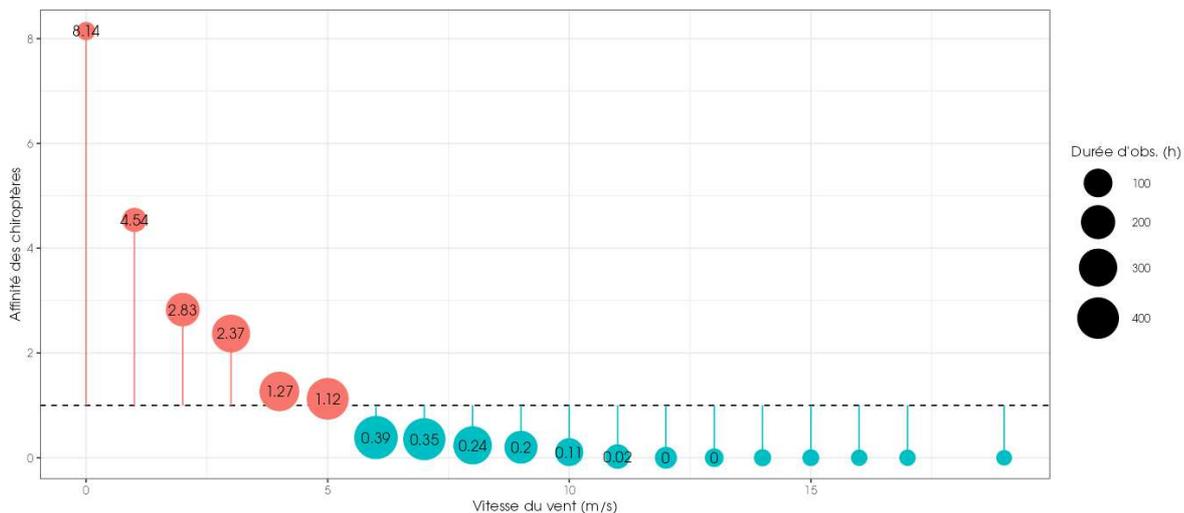


Figure 74 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.

2 Synthèse et analyse des résultats

En 2023

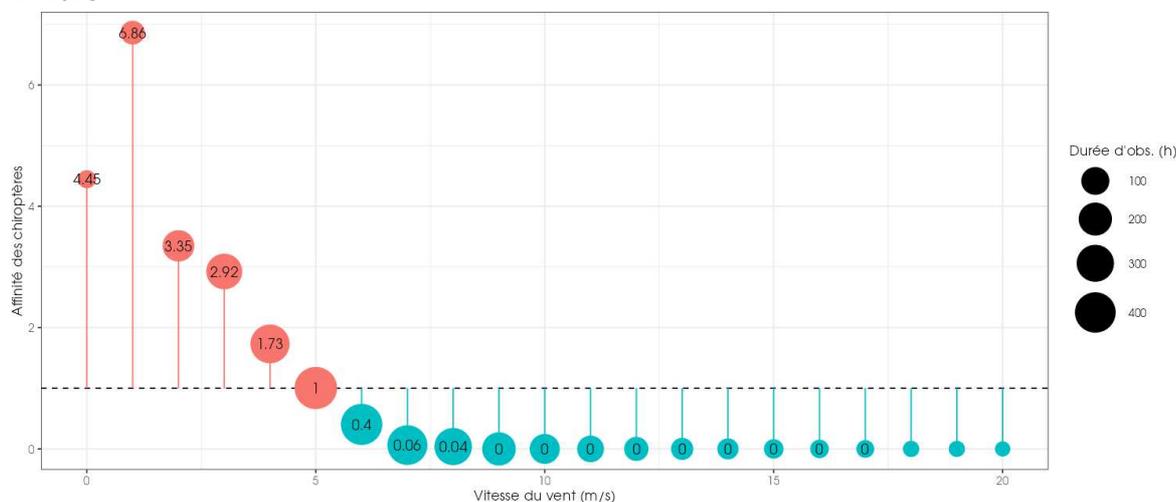


Figure 75 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.

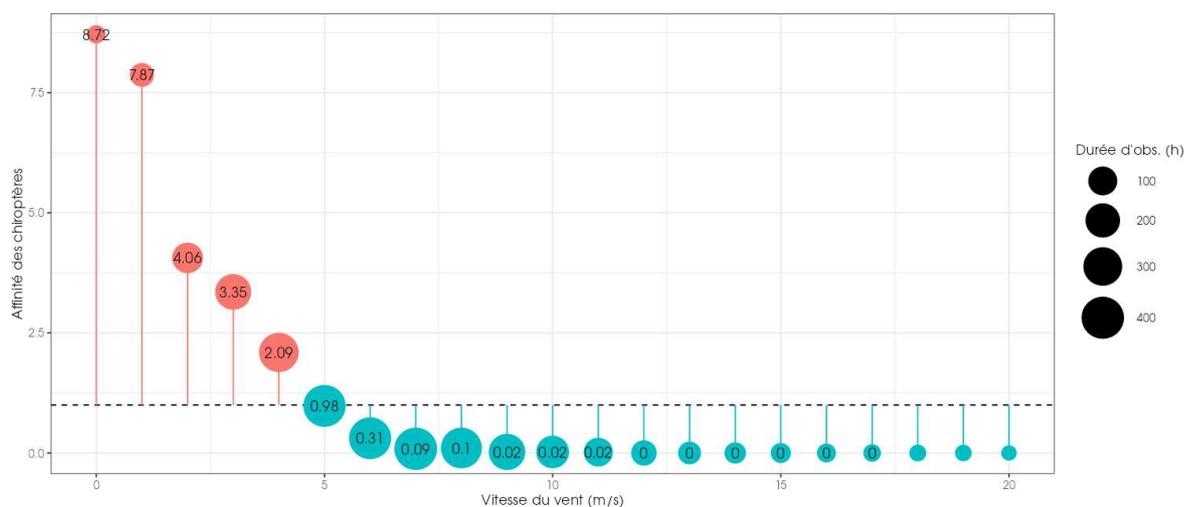


Figure 76 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de vitesse de vent nocturne sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.

Dans le cadre du suivi, l'analyse des résultats montre que 90 % de l'activité des chauves-souris a lieu à des vitesses de vent inférieure à 6,3 ou 6,8 m/s en 2022 et 5,1 à 5,3 m/s en 2023. On observe une nette préférence des chauves-souris pour des vents nocturnes inférieurs 6 m/s, sauf pour l'éolienne E3 en 2022 où on observe une préférence pour des vents inférieure à 5 m/s.

Bilan de l'activité en altitude en fonction de la vitesse du vent

En 2022 et en 2023, on observe une activité en altitude en fonction de la vitesse du vent relativement semblable sur l'ensemble des deux éoliennes suivies, E3 et E11. L'analyse des seuils de vent utilisés par les chauves-souris permet de ressortir les principales informations suivantes :

2 Synthèse et analyse des résultats

- 90 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures entre 6,3 m/s (E3) à 6,8 m/s (E11) en 2022, et entre 5,1 m/s à 5,3 m/s en 2023 ;

- 75 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures entre 4,5 m/s (E3) à 5 m/s (E11) en 2022 et 4,2 m/s (E3 et E11) en 2023 ;

- 50 % de l'activité a été mesurée à des vitesses de vent inférieures entre 2,9 m/s (E3) à 3,6 m/s (E11) en 2022 et entre 3 m/s (E3) à 3,2 m/s (E11) en 2023 ;

Dans le cadre de cette étude, l'analyse des résultats montre une préférence des chauves-souris pour des vitesses de vent principalement inférieures 6 m/s, sauf pour l'éolienne E3 en 2022 où elle est inférieure à 5 m/s.

2.5.2 Activité en fonction de la température mesurée à 98 m.

Les graphiques suivants présentent la répartition des contacts de chiroptères, toutes espèces confondues, en fonction de la température sur le site, obtenue au niveau de la nacelle (98 m). Les résultats sont présentés sous deux graphiques différents montrant soit la densité des valeurs par classe de température (fonction de densité – pdf) soit la répartition des valeurs inférieures ou égales à chaque classe de température (fonction de répartition – cdf).

Eolienne E3 :

En 2022

Au cours du suivi, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de température allant de 0,3 à 39,8°C, la médiane des températures observées est à 16,4°C.

L'échantillonnage est globalement significatif pour les températures supérieures à 8°C et inférieures à 26°C. Au-delà de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

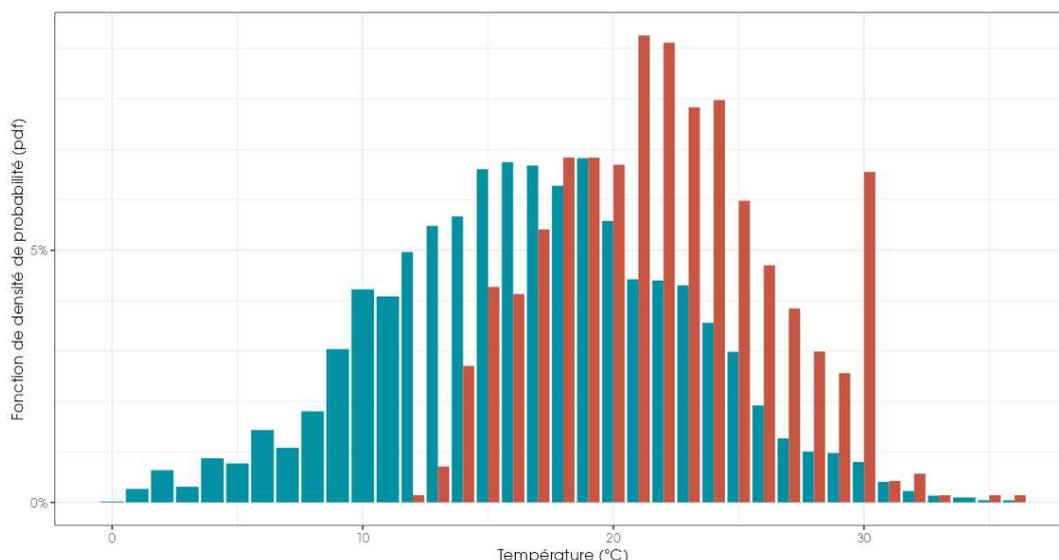


Figure 77 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.

2 Synthèse et analyse des résultats

pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des températures enregistrées - pdf (conditions utilisées) – fonction de densité des températures utilisées par les chauves-souris

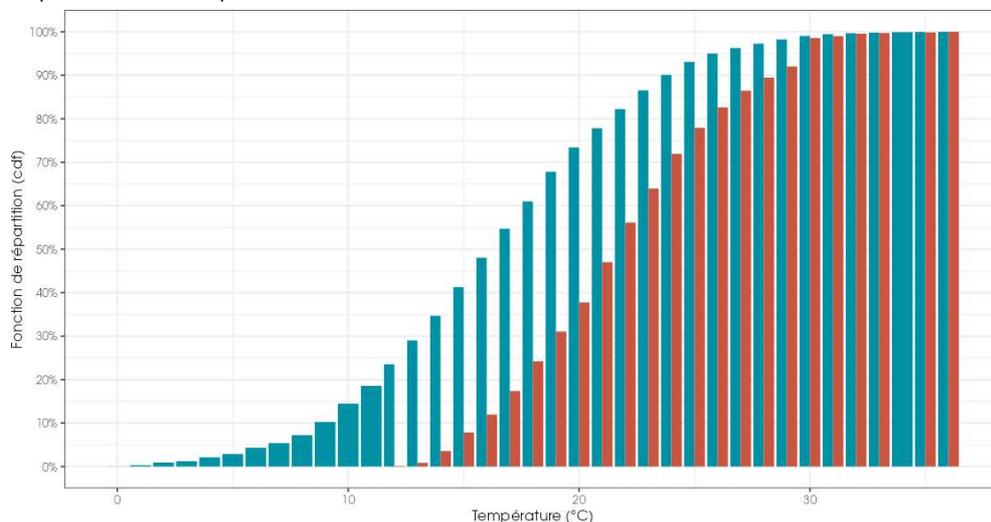
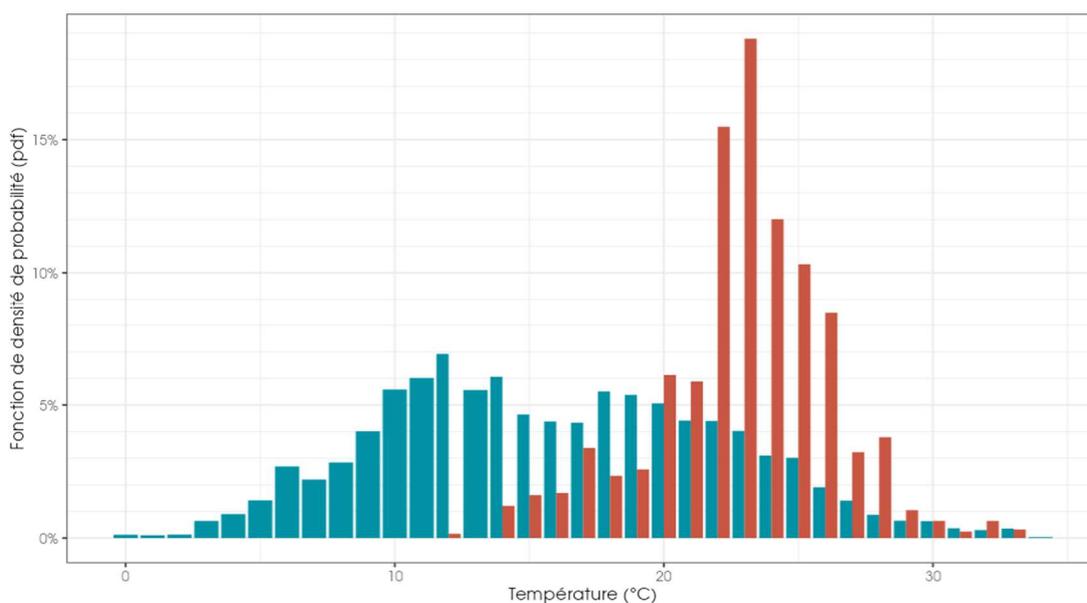


Figure 78 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022 (pourcentage d'observation cumulée).

cdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des températures enregistrées - cdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des températures utilisées par les chauves-souris

En 2023

Au cours du suivi, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de température allant de -1,7 à 38,6°C, la médiane des températures observées est à 16,8°C. L'échantillonnage est globalement significatif pour les températures supérieures à 6°C et inférieures à 25°C. Au-delà de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).



2 Synthèse et analyse des résultats

Figure 79 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.

pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des températures enregistrées - pdf (conditions utilisées) – fonction de densité des températures utilisées par les chauves-souris

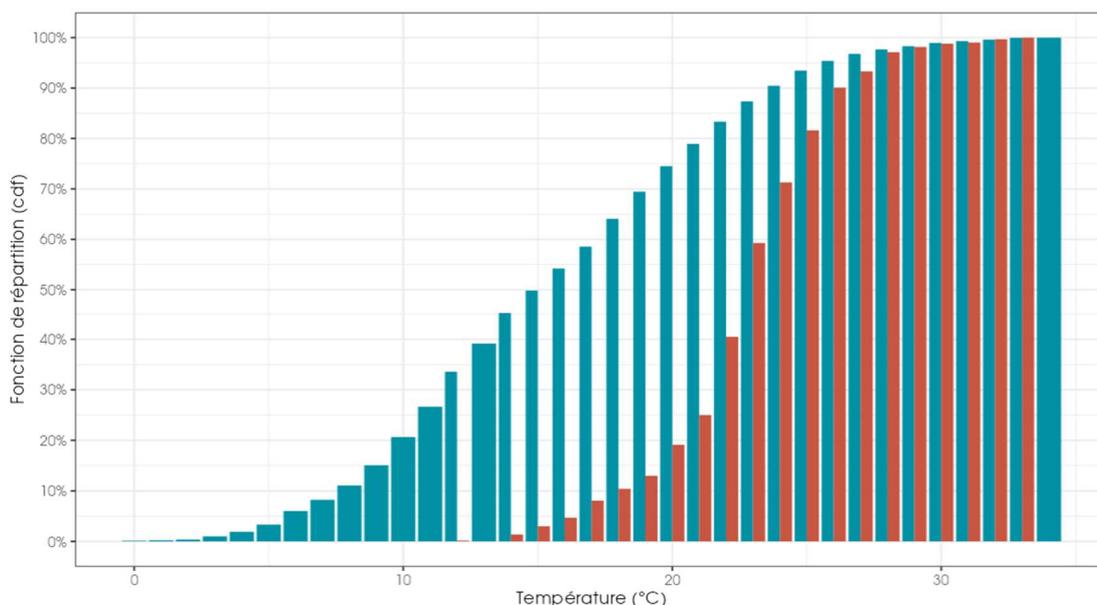


Figure 80 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023 (pourcentage d'observation cumulée).

cdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des températures enregistrées - cdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des températures utilisées par les chauves-souris

Eolienne E11 :

En 2022 :

Au cours du suivi, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de température allant de 0,2 à 40°C, avec une médiane à 17°C. L'échantillonnage est globalement significatif pour les températures supérieures à 8°C et inférieures à 24°C. Au-delà de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

2 Synthèse et analyse des résultats

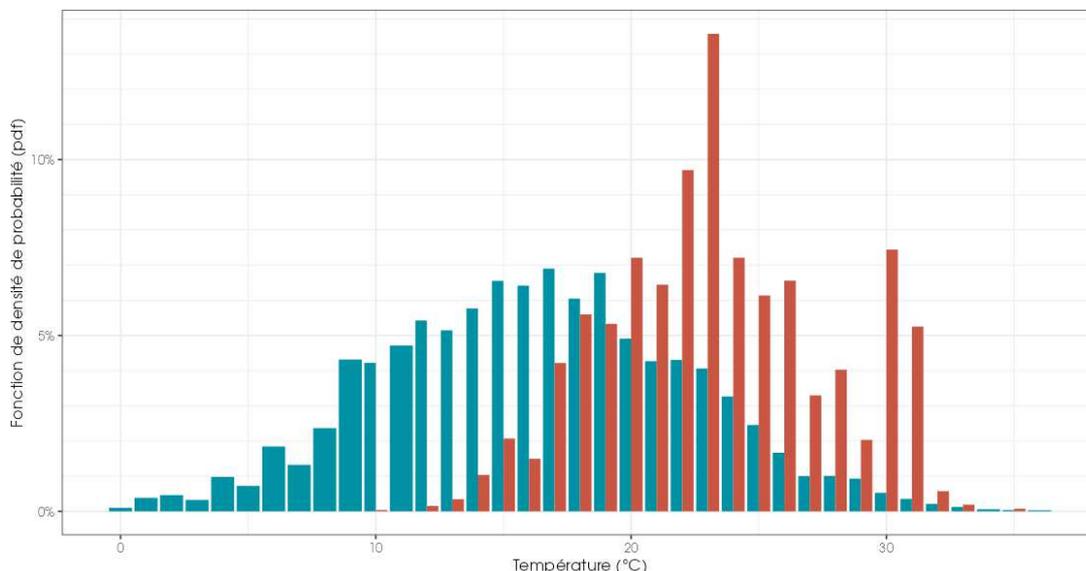


Figure 81 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.

[pdf \(conditions disponibles\)](#) – fonction de densité des températures enregistrées - [pdf \(conditions utilisées\)](#) – fonction de densité des températures utilisées par les chauves-souris

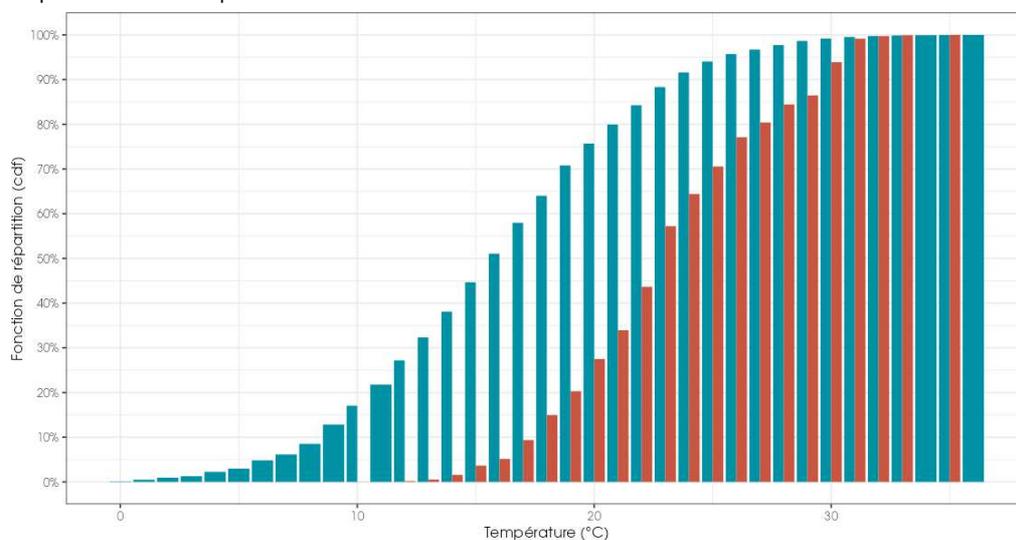


Figure 82 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022 (pourcentage d'observation cumulée).

[cdf \(conditions disponibles\)](#) – fonction de répartition des températures enregistrées - [cdf \(conditions utilisées\)](#) – fonction de répartition des températures utilisées par les chauves-souris

En 2023 :

Au cours du suivi, les instruments de mesure installés sur la nacelle ont collecté toutes les 10 minutes des données correspondant à des plages moyennes de température allant de -2 à 39°C, avec une médiane à 16,4°C. L'échantillonnage est globalement significatif pour les températures supérieures à 6°C et inférieures à 26°C. Au-delà de ces bornes, les enregistrements concernent moins de données, affaiblissant la fiabilité des analyses pour ces classes (marge d'erreur plus importante du fait du faible nombre d'échantillons).

2 Synthèse et analyse des résultats

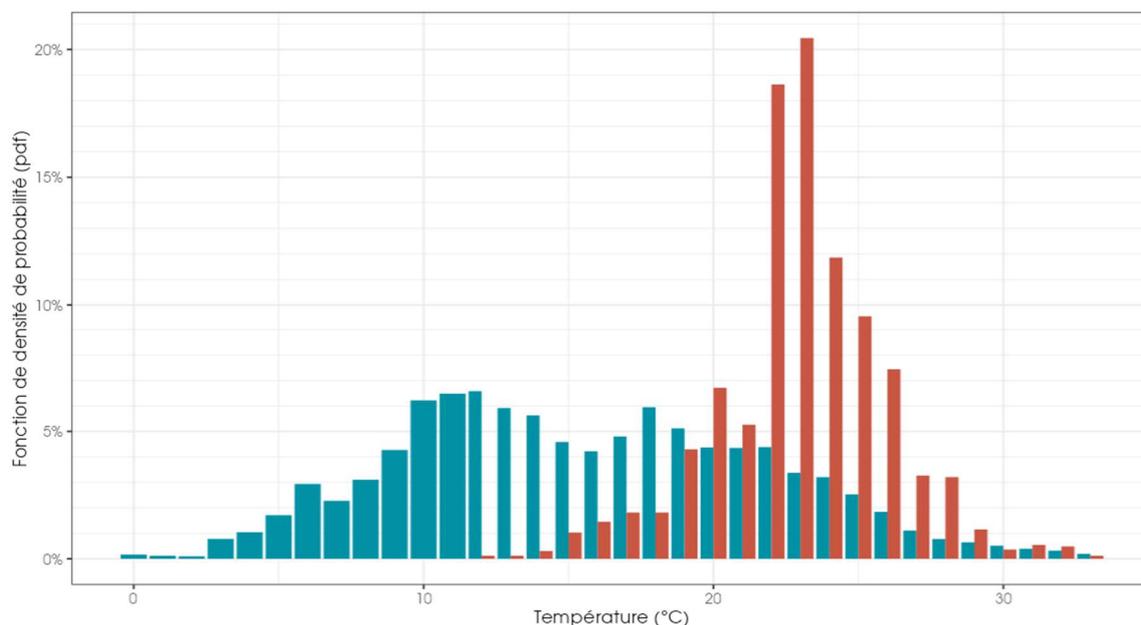


Figure 83 : Densité des observations de chauves-souris par classe de valeur de température (°C) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.

pdf (conditions disponibles) – fonction de densité des températures enregistrées - pdf (conditions utilisées) – fonction de densité des températures utilisées par les chauves-souris

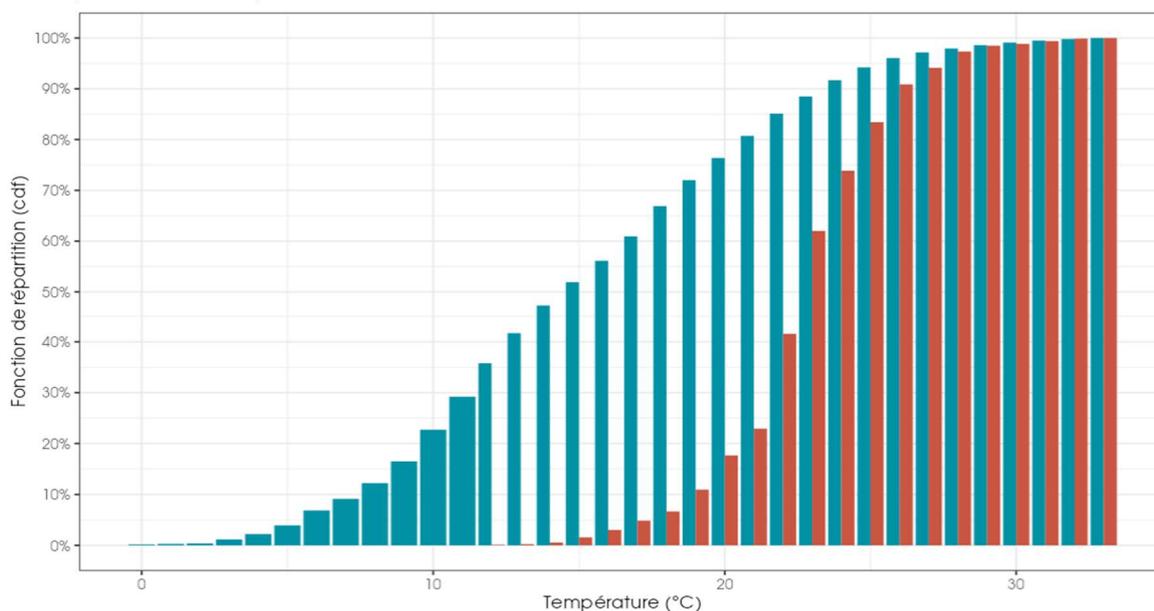


Figure 84 : Répartition des observations de contacts de chauves-souris, en fonction des températures (°C) sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023 (pourcentage d'observation cumulée).

cdf (conditions disponibles) – fonction de répartition des températures enregistrées - cdf (conditions utilisées) – fonction de répartition des températures utilisées par les chauves-souris

2 Synthèse et analyse des résultats

Suivant l'éolienne et quelle que soit l'année, les chauves-souris utilisent les plages disponibles au-delà de 10 à 12°C. Sous cette température et malgré l'importance de la disponibilité en plages temporelles, l'activité est nulle. L'activité en altitude des chauves-souris sur le site est optimale entre 15 et 30°C.

Proportion des activités en fonction de la température

Le tableau ci-dessous liste les températures au-dessus desquelles des proportions ciblées des contacts (toutes espèces confondues) ont été obtenues, pour l'ensemble des données.

Tableau 34 : Quartiles et percentiles de l'activité des chauves-souris en fonction de la température en altitude sur les deux éoliennes suivies sur le parc des Pierrots en 2022 et 2023.

	Température (en °C à 98 m) au-dessus de laquelle ont été enregistrés les percentiles et quartiles de contacts ciblés					
	50 %	75 %	85 %	90 %	95 %	99 %
En 2022						
Limite de température au niveau de E3	21,1 °C	18,1 °C	17,1 °C	15,7 °C	14,7 °C	13,4 °C
Limite de température au niveau de E11	22,7 °C	19,5 °C	17,9 °C	17 °C	15,4 °C	13,5 °C
En 2023						
Limite de température au niveau de E3	22,9 °C	21,5 °C	20 °C	19,3 °C	16,7 °C	14,3 °C
Limite de température au niveau de E11	22,9 °C	21,7 °C	20 °C	19,5 °C	18,3 °C	15,4 °C

L'analyse de l'affinité nous permet de décrire le comportement de sélection des conditions environnementales par les chiroptères en s'affranchissant dans une large mesure des biais liés au hasard de l'échantillonnage des conditions disponibles. L'affinité correspond au ratio entre « densité des conditions utilisées » et « densité des conditions disponibles ». Une affinité égale à 1 indique qu'il n'y a pas de préférence. Une affinité inférieure à 1 indique que les chiroptères semblent éviter ces conditions (en bleu dans le graphique ci-dessous). Une affinité supérieure à 1 indique que les chiroptères semblent préférer ces conditions météorologiques pour être actifs (rouge).

2 Synthèse et analyse des résultats

Au niveau des graphiques suivants : Il peut apparaître comme une affinité inférieure à 1, donc sélectionné par les chauves-souris, pour certaines températures extrêmes. Ceci est dû que pour ces données extrêmes il y a à la fois peu d'observations de chauves-souris et peu de données températures associées. Ainsi, pour les températures au-dessus de 30 °C, les variations du ratio sont très importantes. Cela ne signifie pas que les chauves-souris sélectionnent ces températures extrêmes de manière préférentielle.

En 2022 :

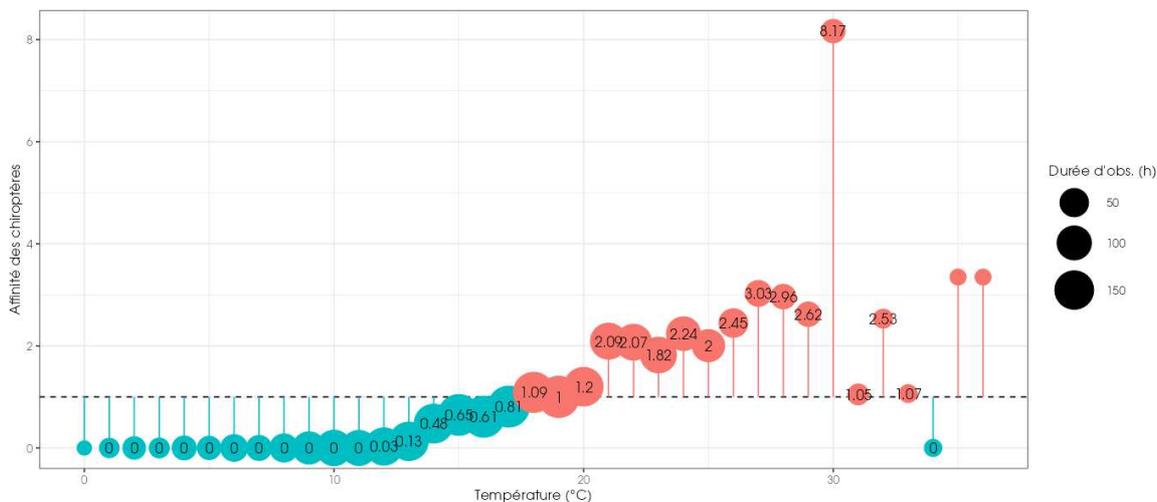


Figure 85 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2022.

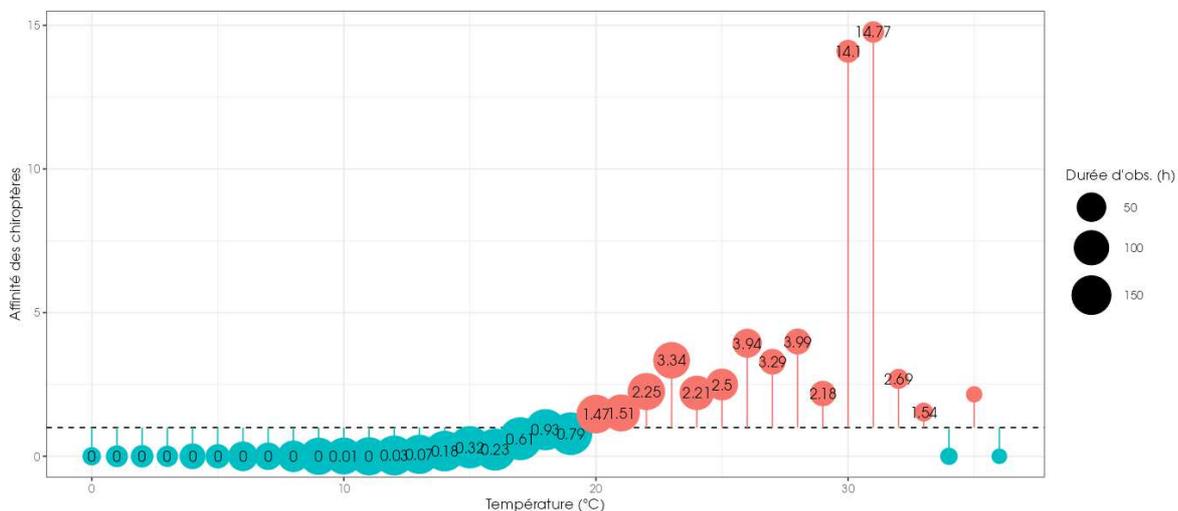


Figure 86 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2022.

En 2023 :

Dans le cadre du suivi, l'analyse des résultats montrent une nette préférence des chauves-souris pour des températures nocturnes supérieures à 20°C.

2 Synthèse et analyse des résultats

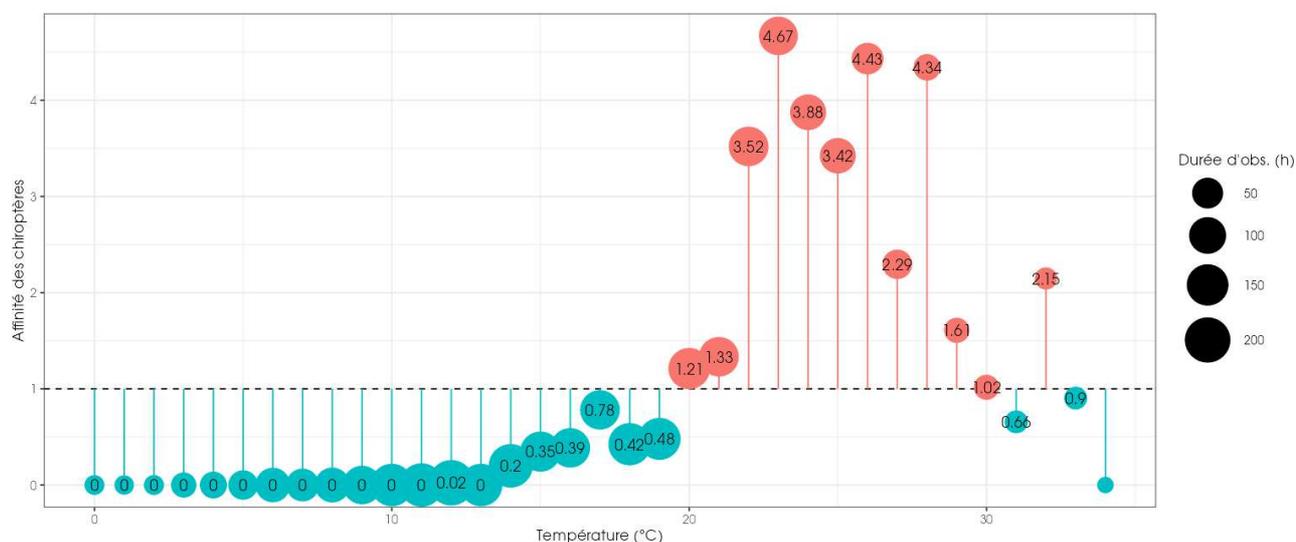


Figure 87 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne E3 des Pierrots en 2023.

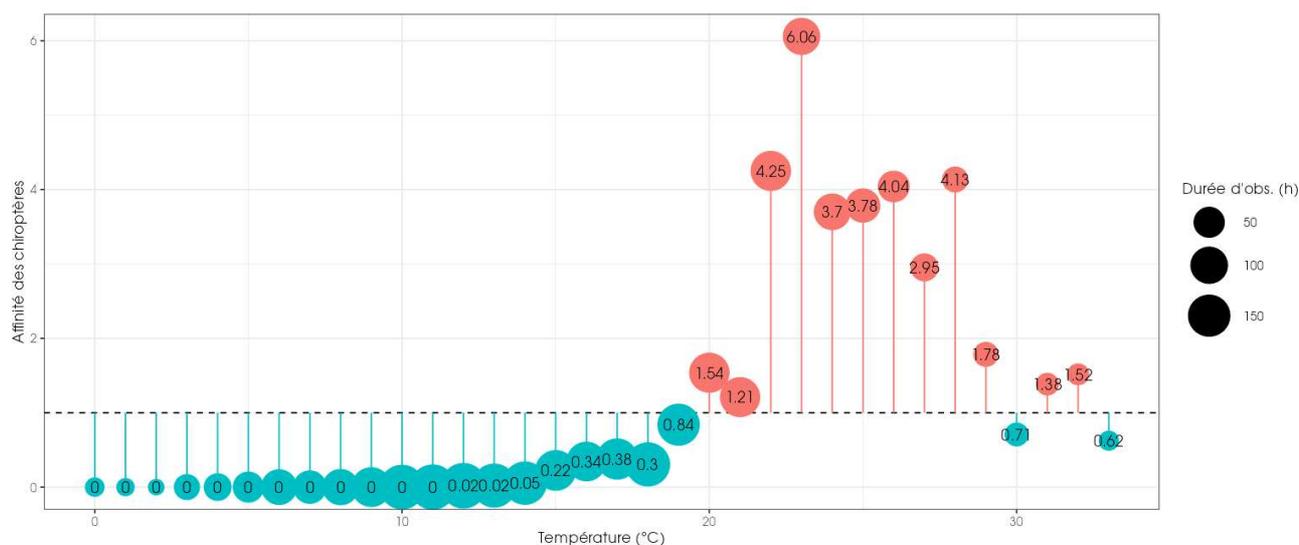


Figure 88 : Affinité des chiroptères pour les différentes classes de température nocturne sur l'éolienne E11 des Pierrots en 2023.

Bilan de l'activité en altitude en fonction de la température

Sur le parc éolien des Pierrots, durant les écoutes réalisées en 2022 et en 2023, l'activité en altitude recensée pour chaque espèce en fonction de la température (mesurée à 98 m), permet de ressortir les principales informations suivantes :

- 90 % de l'activité a été enregistrée entre des températures supérieures à 15,7°C (E3) ou 17°C (E11) en 2022. En 2023, 90% de l'activité a eu lieu au-dessus de 19,3°C (E3) à 19,5°C (E11) ;

- 75 % de l'activité a été enregistrée entre des températures supérieures à 18,1°C (E3) ou 19,5°C (E11). En 2023, 75% de l'activité a eu lieu au-dessus de 21°C ;

2 Synthèse et analyse des résultats

- 50 % de l'activité a été enregistrée entre des températures supérieures à 21,1°C (E3) ou 22,7 °C (E11). En 2023, 50% de l'activité a eu lieu au-dessus de 22,9°C ;

En 2022, l'analyse des résultats montre une préférence des chauves-souris pour des températures supérieures à 18°C (éolienne E3) ou 20°C (éolienne E11), si on prend en compte uniquement l'affinité. En 2023, elle est de 20°C pour les deux éoliennes suivies (éolienne E3 et E11).

2.5.3 Combinaison des facteurs température et vitesse de vent

L'analyse bidimensionnelle de l'activité, en fonction de la vitesse du vent et de la température à la fois, permet de tester si l'une ou l'autre de ces deux variables météorologiques est prédominante et influe donc plus fortement sur le niveau d'activité des chiroptères.

Au niveau des graphiques représentant l'affinité bidimensionnelle, à la fois pour la température et la vitesse de vent, la couleur blanche indique l'absence de préférence par les chiroptères, le rouge indique une sélection des conditions 10 fois moins fréquente qu'en absence de préférence, et le bleu indique une sélection 10 fois plus fréquente qu'en absence de préférence.

Eolienne E3

En 2022

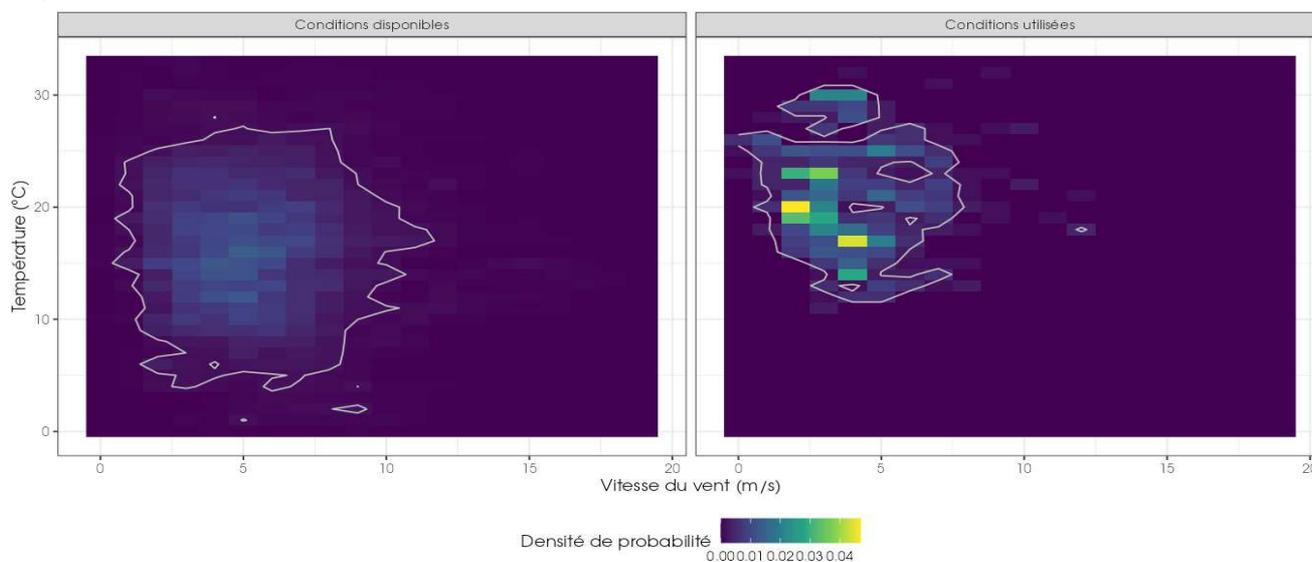


Figure 89 : Eolienne E3 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2022 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions).

2 Synthèse et analyse des résultats

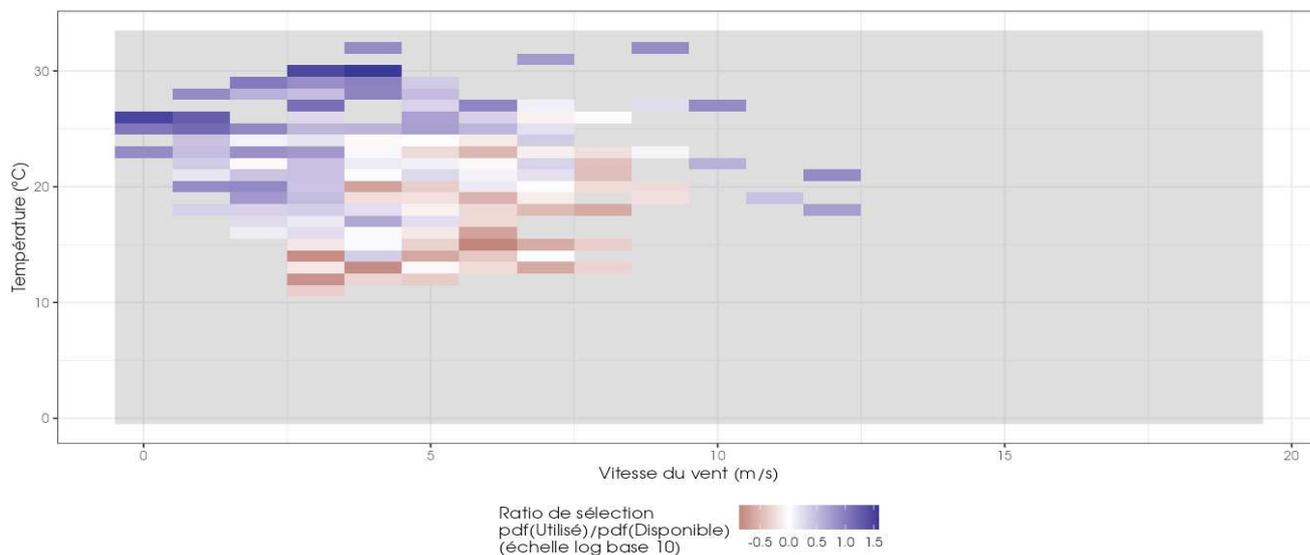


Figure 90 : Eolienne E3 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2022 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris.

En 2023

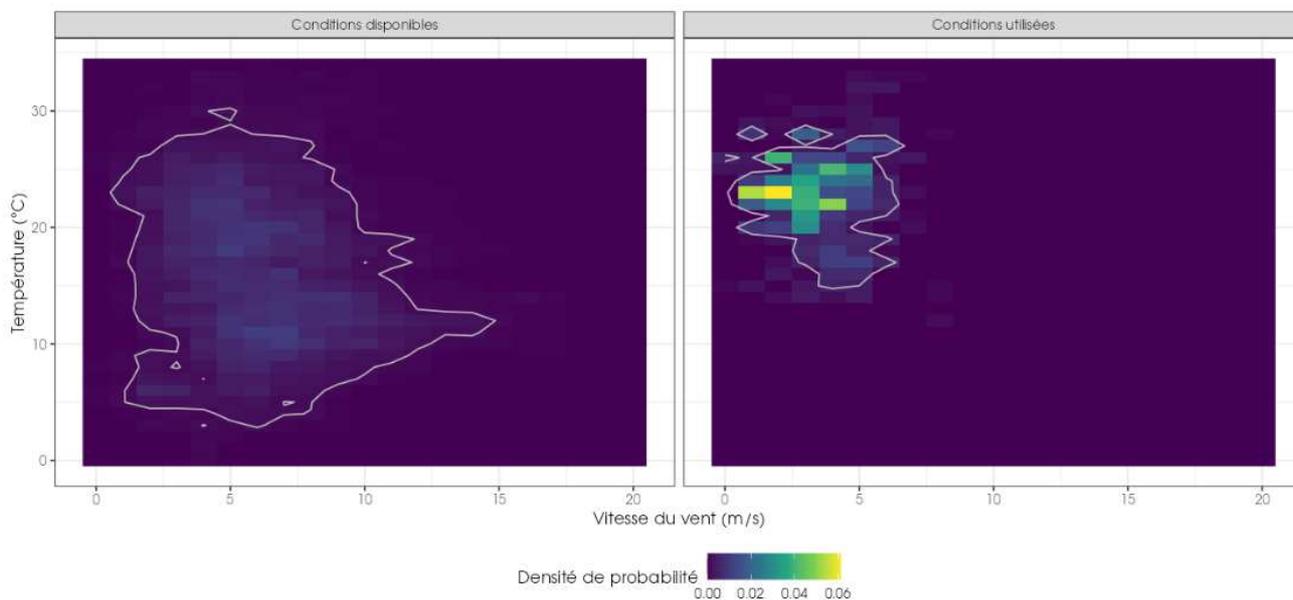


Figure 91 : Eolienne E3 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2023 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions).

2 Synthèse et analyse des résultats

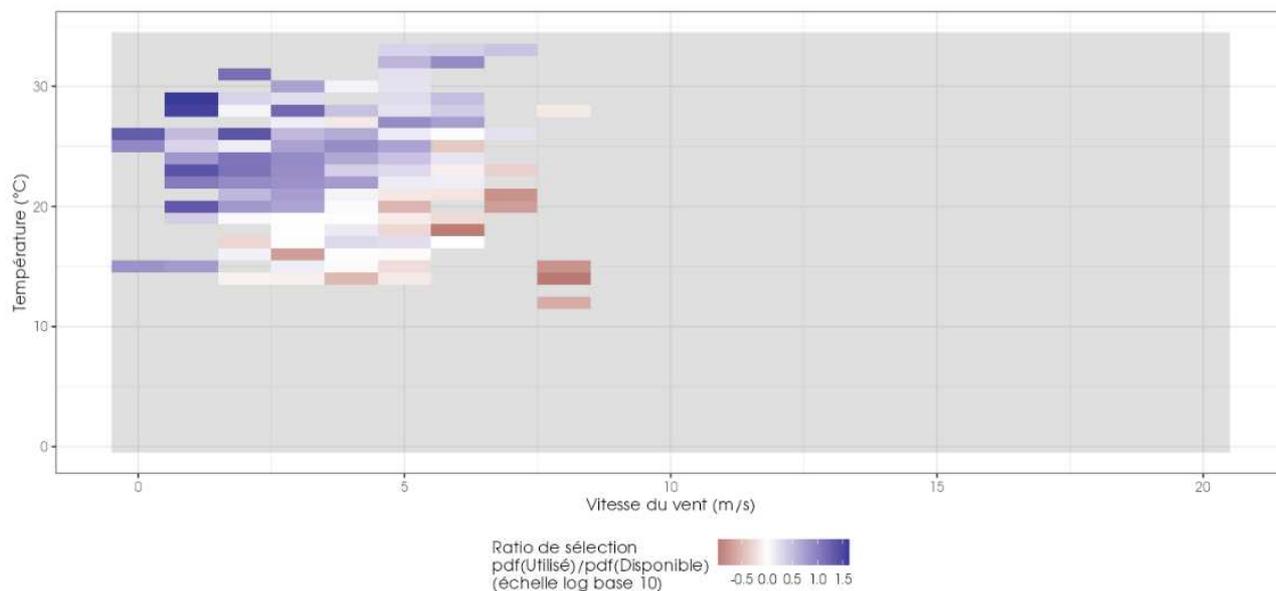


Figure 92 : Eolienne E3 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2023 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris.

Eolienne E11 :

En 2022 :

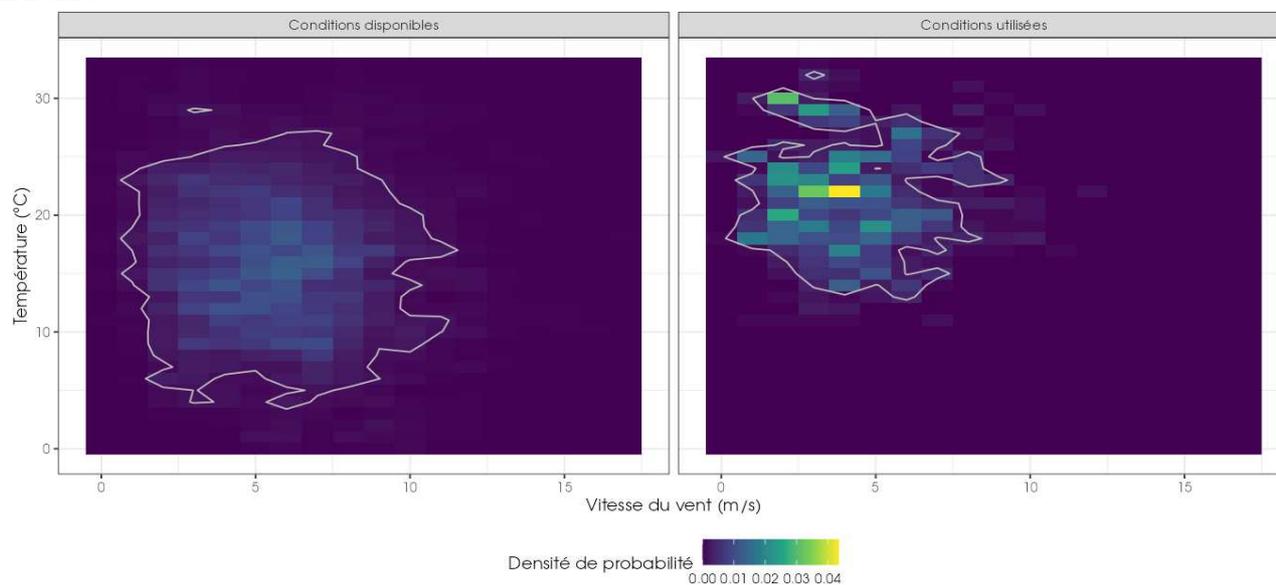


Figure 93 : Eolienne E11 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2022 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions).

2 Synthèse et analyse des résultats

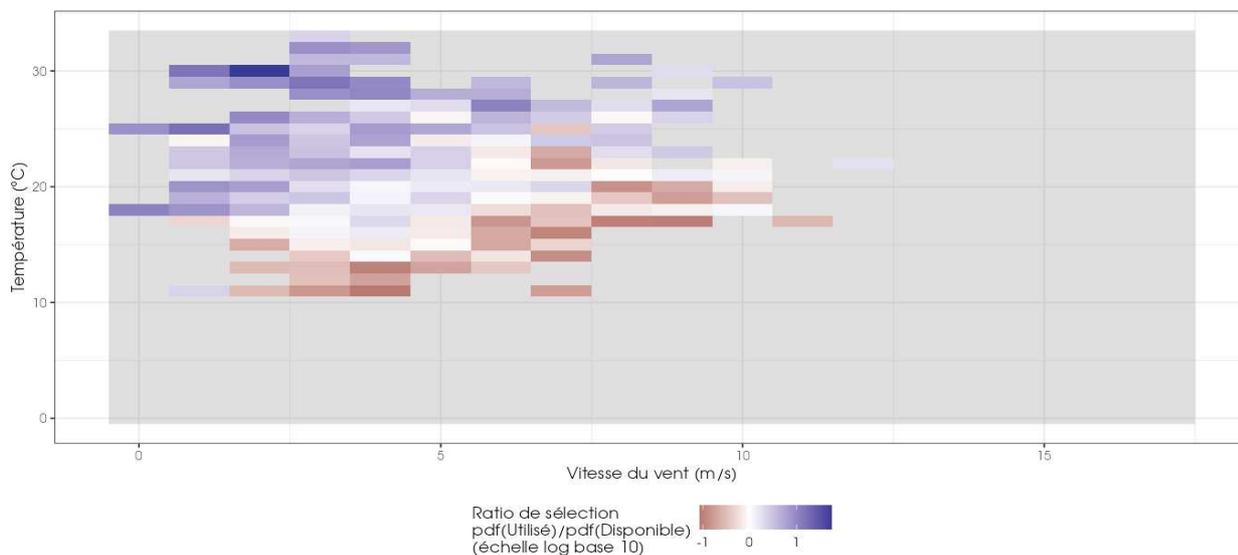


Figure 94 : Eolienne E11 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2022 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris.

En 2023 :

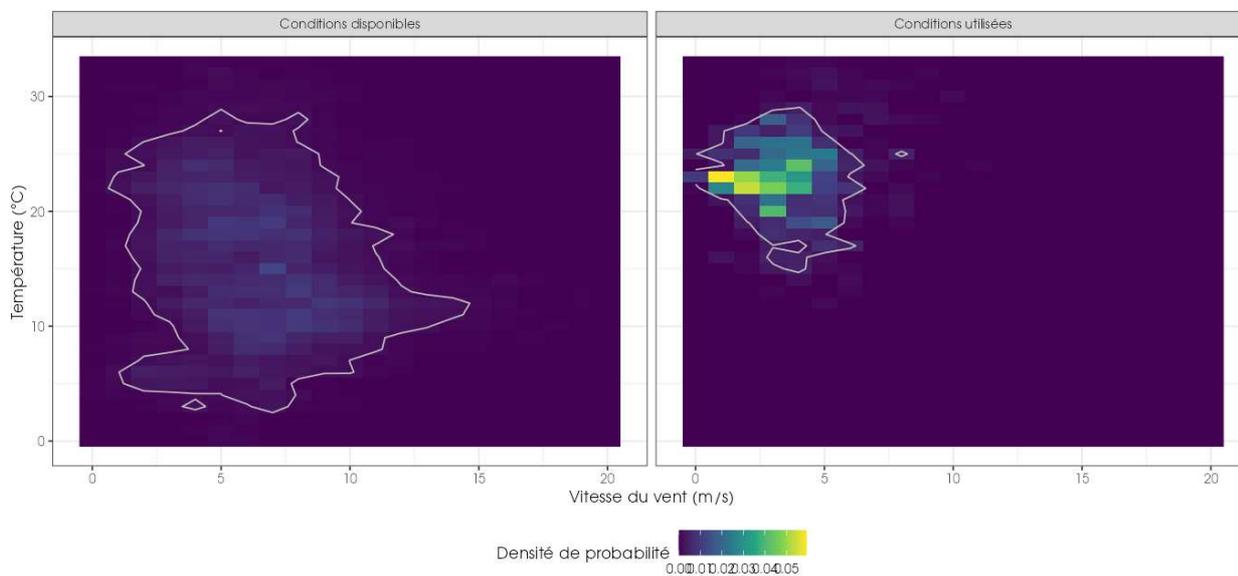


Figure 95 : Eolienne E11 - Météorologie enregistrée sur les capteurs à gauche et conditions météorologiques utilisées par les chauves-souris à droite en 2023 (l'enveloppe délimite une proportion de 90% des conditions).

2 Synthèse et analyse des résultats

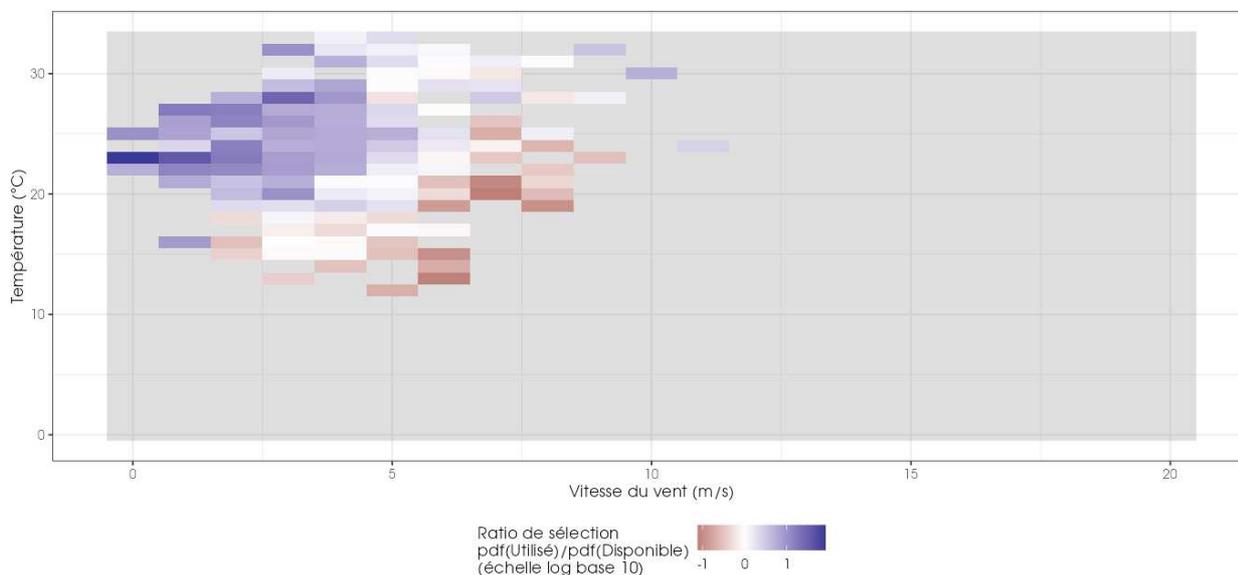


Figure 96 : Eolienne E11 - Bilan des conditions météorologiques sélectionnées par les chauves-souris sur le site en 2023 (2 variables : température et vitesse du vent) : les conditions en bleu sont celles sélectionnées par les chauves-souris.

Au regard des éléments météorologiques enregistrés sur le parc des Pierrots et de l'activité des chiroptères associée en 2022 et 2023, il en ressort que l'utilisation du site (en bleu) a lieu dans des gammes de vitesse de vent comprises entre 0 et 9 m/s, voire 6 m/s en 2023. En ce qui concerne la température, l'activité est comprise entre 15°C à un peu plus de 30°C. Quelle que soit l'année, le front de séparation entre les ratios de sélection préférentiel (bleu) et les combinaisons des paramètres de vents et températures moins favorables (rouge) est globalement oblique. Cela montre que les deux variables influencent l'activité des chauves-souris en altitude.

Il convient de noter que pour des conditions météorologiques rares (températures supérieures à 25°C), les chauves-souris montrent un ratio de sélection positif et ce malgré des vitesses de vent plus fortes.

2.6 Synthèse de l'écoute de l'activité des chiroptères

Cette étude a permis de définir l'activité des chauves-souris en altitude et d'évaluer plus précisément les conditions favorables à leur activité.

En 2022, deux dispositifs d'enregistrement automatique (SM3Bat et SMART) équipés d'un micro ont été placés à 98 m au sein des nacelles des éoliennes E3 et E11 du parc éolien des Pierrots dans l'Indre (36). En 2023, les mêmes éoliennes ont été équipées de deux dispositifs identiques, soit deux SMART.

Que ce soit en 2022 ou en 2023, aucun dysfonctionnement du dispositif installé au niveau des nacelles n'a été observé. Il a permis d'enregistrer l'activité des chauves-souris entre le 1^{er} mars et le 30 novembre soit durant 275 nuits, pour chacune des éoliennes et pour chacune des années.

Au cours de ces deux ans de suivi, les enregistrements ont permis l'identification de 7 espèces différentes avec certitude (4 espèces en 2022 et 6 espèces en 2023). Ce qui représente un peu plus de 25 % des 25 espèces répertoriées en région Centre-Val-de-Loire. Il s'agit d'une diversité

2 Synthèse et analyse des résultats

faible. Néanmoins, **il s'agit d'une composition d'espèces typiquement contactées dans ce type d'étude.**

Sur les périodes d'enregistrement de l'activité des chauves-souris en 2022 et en 2023, les niveaux d'activité toutes espèces confondues sont variables en fonction de l'année, de la période et des éoliennes. Elle passe ainsi de très faible à très forte. Néanmoins, l'analyse des niveaux d'activité en comparaison avec le référentiel d'activité des chauves-souris en altitudes montre globalement :

- Une activité plus faible des chauves-souris en période de transit printanier.
- Qu'en 2022 et toutes espèces confondues, l'activité en période estivale est moyenne à forte. En période de migration automnale, elle apparaît très faible à forte suivant les éoliennes.
- Qu'en 2023 et toutes espèces confondues, l'activité enregistrée est « très forte » en période estivale au niveau des deux éoliennes et faible à moyenne en période de migration automnale.

Le suivi en altitude montre que :

- La **Noctule de Leisler** est une espèce bien présente en altitude en termes de nombre d'observation. Elle représente suivant l'année et l'éolienne entre **25 à 36 % des minutes positives enregistrées.**
- La **Noctule commune** est également particulièrement bien présente en altitude. Les proportions (en pourcentage) de minutes sont toutefois variables suivant l'année et l'éolienne. **Elle varie ainsi de 6 à 21 % des minutes positives** obtenues. Cette espèce fait partie des espèces typiques de haut vol et est bien présente en altitude.
- La **Pipistrelle commune** apparaît nettement plus fréquente en 2023 en comparaison à 2022 quelle que soit l'éolienne. Elle représente 31 à 36 % des minutes positives en 2023, contre environ 10 à 11% en 2022, suivant l'éolienne.
- Les **Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle de Nathusius** sont moins fréquents en altitude que la Pipistrelle commune. Néanmoins, comme pour la Pipistrelle commune, le nombre de minutes de présence de ces espèces apparaît plus important en 2023, que ce soit en prenant uniquement les identifications certaines ou le groupe d'espèces.
- Plusieurs espèces ont été observées uniquement à une ou deux reprises. Ceci est le cas de la Pipistrelle pygmée qui a été observée à une seule reprise dans le cadre de cette étude au niveau de l'éolienne E11, en 2022. En 2023, ceci est également le cas pour le groupe des oreillardards (1 contact au niveau de l'éolienne E3) et le groupe des murins (2 contacts au niveau de la E11).

En 2022 et 2023, la phénologie des observations montre une activité des chauves-souris principalement sur les mois de mai à octobre. **On observe également une activité plus importante sur le mois d'août correspondant à la phase de migration des Noctules.** Ceci est particulièrement le cas pour la Noctule commune. La Noctule de Leisler semble relativement constante sur l'ensemble des mois où on observe la présence de chauves-souris.

Les pipistrelles sont également bien présentes en altitude, mais semblent plus fréquentes durant les mois de juin-juillet et octobre. En 2022, l'activité plus importante en octobre peut correspondre à une activité de migration, notamment de la Pipistrelle de Nathusius. En 2023, on observe un pic d'activité important des pipistrelles en juin, correspondant probablement à des individus en chasse sur des émergences d'insectes au-dessus des cultures.

Que ce soit en 2022 ou en 2023, l'activité en altitude est généralement concentrée en début de nuit avec ponctuellement des regains en milieu de nuit en période intense de migration (août et septembre). En 2023, lors des pics d'activité en juin des pipistrelles, on observe également que l'activité a eu lieu sur l'ensemble de la nuit.

Une relation marquée entre l'activité des chauves-souris en altitude, les vitesses de vent et la température a été mise en évidence.

2 Synthèse et analyse des résultats

En 2022, on observe que :

- 90 % de l'activité totale a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures à 6,3 à 6,8 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistrée à des températures supérieures à 15,7 à 17 °C.

En 2023, on observe que :

- 90 % de l'activité totale a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures à 5,1 à 5,3 m/s ;
- 90 % de l'activité totale a été enregistrée à des températures supérieures à 19,3 à 19,5 °C.

3 Facteurs d'impact et mesures correctives

3.1 Analyse croisée avec l'étude d'impact

Le tableau ci-dessous fait le bilan des espèces identifiées dans l'étude d'impact comme étant susceptibles d'être impactées par le projet ainsi que des espèces découvertes durant la réalisation du suivi mortalité de 2023.

Tableau 35 : Croisement des informations issues de l'état initial de l'étude d'impact et du suivi mortalité

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité	Analyse comparative
Oiseaux			
Alouette des champs	Espèce présente sur 100 % des points d'écoute STOC-EPS	10 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. L'espèce est considérée comme nicheuse sur l'ensemble du site. Les mortalités ont été observées en période de migration (3 cas sur la période mars-avril, 1 cas en août et 1 cas en novembre) sous 3 éoliennes différentes.
Buse variable	Effectif : information non disponible	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle est considérée comme nicheuse dans les milieux environnants et chasse dans les cultures du site. Aucun effectif n'est précisé dans l'étude d'impact.
Bruant proyer	Espèce présente sur 88,89 % des points d'écoute STOC-EPS	3 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. L'espèce est considérée comme nicheuse sur l'ensemble du site.
Faucon crécerelle	Effectif : information non disponible	7 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle est considérée comme nicheuse dans les milieux environnants et chasse dans les cultures du site. Aucun effectif n'est précisé dans l'étude d'impact.
Grive mauvis	Effectif : information non disponible	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle est présente en période de migration sur le site.
Grive musicienne	Effectif : information non disponible	2 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle est présente en période de migration sur le site.
Linotte mélodieuse	Espèce présente sur	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude

2 Synthèse et analyse des résultats

Espèces	Niveau d'impact / effectifs quantifié dans l'état initial	Nombre de cas de mortalité	Analyse comparative
	44,44 % des points d'écoute STOC-EPS		d'impact. Elle est présente en période de migration sur le site.
Martinet noir	Effectif : information non disponible	1 individu	Espèce non contactée lors des expertises pour l'étude d'impact et donc non évaluée.
Mésange charbonnière	Espèce présente sur 11,11 % des points d'écoute STOC-EPS	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact.
Pigeon ramier	Espèce présente sur 11 % des points d'écoute STOC-EPS	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle est considérée comme nicheuse dans les milieux environnants et s'alimente dans les cultures du site.
Pinson des arbres	Espèce présente sur 39 % des points d'écoute STOC-EPS	2 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle est considérée comme nicheuse dans les milieux environnants et chasse dans les cultures du site. Aucun effectif n'est précisé dans l'étude d'impact.
Roitelet à triple bandeau	Espèce non Contactée	3 individus	Espèce non contactée lors des expertises pour l'étude d'impact et donc non évaluée.
Chiroptères			
Grand Murin	Effectif : information non disponible	1 individu	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle a été observée lors des écoutes au sol.
Noctule commune	Effectif : information non disponible	2 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle a été observée au sein de l'aire rapprochée notamment en activité de chasse le long de l'ancienne voie de chemin de fer et en altitude.
Noctule de Leisler	Effectif : information non disponible	1 individu	Espèce non contactée au sein de l'aire d'étude rapprochée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle a été observée en altitude au niveau d'une éolienne du parc éolien de Barbe d'Or au nord du parc des Pierrots.
Pipistrelle de Kuhl	Effectif : information non disponible	2 individus	Espèce contactée lors des expertises pour l'étude d'impact. Elle a été observée lors des écoutes au sol.

De manière générale, l'étude d'impact de 2014 n'avait pas relevé de sensibilité particulière au risque de collision aussi bien pour les oiseaux que pour les chiroptères.

Pour les oiseaux, l'étude d'impact mentionne que « les oiseaux en stationnement migratoire sur le site sont peu nombreux. La majorité des passereaux (Geais, Mésanges), qui représente l'essentiel des populations migratrices transitant par le plateau de Saint-Georges-sur-Arnon, vole en général à une altitude inférieure à la base des pales. Ils sont en principe peu sensibles aux éoliennes et se posent rapidement lorsque les conditions météorologiques se dégradent. Cependant, le passage des pales à une altitude de 32,50 m pourrait être de nature à générer des risques de mortalité supérieurs à ceux connus par les éoliennes actuellement en place dont

2 Synthèse et analyse des résultats

les pales descendent à 55 m ». Pour les grands voiliers (grands échassiers et rapaces), il est mentionné qu'ils « migrent sur le plateau à une altitude sensible au regard des éoliennes, entre 100 et 300 m. Ce sont surtout les vols d'espèces grégaires (Grue cendrée, Vanneau huppé, Pluvier doré, Pigeon ramier, ...) qui pourraient être les plus perturbés par le projet de parc ». Au regard de ces éléments, l'impact potentiel du parc Les Pierrots sur l'avifaune migratrice a été considéré comme négligeable à mineur dans l'étude d'impact.

Lors des suivis de mortalités réalisés en 2023 en période de migration des oiseaux pré et postnuptial, les résultats montrent une mortalité des oiseaux non négligeable en période de migration, avec la présence de différentes espèces de passereaux et de rapaces.

Pour les chauves-souris, l'étude d'impact mentionne que l'implantation des éoliennes est globalement éloignée des éléments naturels favorables aux chauves-souris. Toutefois, il est précisé que « l'éolienne E9 de la ligne nord proche de la ferme des Pierrots est positionnée dans l'alignement d'une petite haie fraîchement plantée par le propriétaire » et peut donc constituer un risque pour les chauves-souris. L'étude précise également que « bien que la totalité de la zone ne connaisse pas de déplacements et de colonies de chiroptères importants, la présence de l'ancienne ligne de chemin de fer correspond à un habitat et à un axe de circulation Ouest-Est privilégié ».

L'impact potentiel du parc Les Pierrots sur les chiroptères a été considéré comme modéré dans l'étude d'impact. L'étude ne détaille pas de mesure de bridage spécifique sur ce parc. Il est mentionné dans la mesure « Suivi post-implantatoire des chiroptères » que les résultats des écoutes en altitude au niveau des éoliennes du parc pourront « en cas de recherche de cadavre simultanée au suivi » permettre de « corrélérer la mortalité avec l'activité enregistrée avec le détecteur et préciser le besoin éventuel de régulation ».

Lors du suivi mortalité réalisé en 2023, les résultats des observations de chauves-souris montrent une mortalité des chauves-souris plus faible avec la présence de plusieurs espèces dont une montrant un statut de conservation nécessitant la rédaction de fiche d'incidence (2 cas de Noctule commune).

3.2 Analyse croisée entre les suivis mortalités de 2022 et 2023

Le suivi réalisé en 2023 correspond à la deuxième année de suivi du parc éolien des Pierrots.

Le tableau ci-dessous fait le bilan des espèces découvertes durant la réalisation des suivis mortalités de 2022 et 2023.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 36 : Croisement des informations sur les espèces impactées issues des 2 années de suivis mortalités (2022 à 2023).

	En 2022	En 2023
Oiseaux impactés		
Alouette des champs	5 individus	10 individus
Buse variable	4 individus	1 individu
Corneille noire	1 individu	-
Milan noir	1 individu	-
Bruant proyer	-	3 individus
Etourneau sansonnet	3 individus	-
Faucon crécerelle	4 individus	7 individus
Grive mauvis	-	1 individu
Grive musicienne	-	2 individus
Hirondelle rustique	1 individu	-
Linotte mélodieuse	-	1 individu
Martinet noir	-	1 individu
Mésange charbonnière	-	1 individu
Pigeon ramier	4 individus	1 individu
Pinson des arbres	1 individu	2 individus
Pipit rousseline	1 individu	-
Roitelet à triple bandeau	10 individus	3 individus
Rougegorge familier	1 individu	-
TOTAL	36	33
Chiroptères impactés		
Grand Murin	-	1 individu
Noctule commune	9 individus	2 individus
Noctule de Leisler	3 individus	1 individu
Pipistrelle commune	4 individus	-
Pipistrelle de Kuhl	-	2 individus
Pipistrelle de Nathusius	3 individus	-
TOTAL	19	6
En bleu, les espèces retrouvées lors des 2 années de suivi de la mortalité sur le parc des Pierrots		

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 37 : Croisement des informations sur l'estimation de la mortalité issues des deux années de suivi mortalité (2022 à 2023).

	En 2022		En 2023	
	Période suivi	Ainsi, 53 passages ont été réalisés, à raison de deux passages par semaine. Les passages ont été répartis sur deux périodes comme défini dans l'arrêté d'exploitation du parc éolien des Pierrots : - Période n°1 : du 3 mars 2022 au 28 avril 2022 - Période n°2 : du 1 ^{er} août au 1 ^{er} décembre.		Ainsi 53 passages ont été réalisés, du 2 mars 2023 au 30 novembre 2023. - 1 passage par semaine entre les passages n°1 à 22 (semaine 9 à semaine 30) ; - 2 passages par semaine entre les passages n°23 à 48 (semaine 31 à semaine 44) ; - 1 passage par semaine entre les passages n°49 à 53 (semaine 45 à semaine 48).
Nombre total d'individus impactés (Toutes espèces confondues - sans prendre en compte le premier passage du suivi mortalité)	Oiseaux	Chauves-souris	Oiseaux	Chauves-souris
	33	18	25	6
Huso (2010)	130 (53 + 77)	74 (0 + 74)	308	55
ERICKSON et al. (2000)	126 (52 + 74)	72 (0 + 72)	317	53
KORNER-NIEVERGELT et al. (2011)	280 (119 + 161)	182 (0 + 182)	636	106
Mesure de bridage en cours lors du suivi	<p>Oui :</p> <p>A partir du 9 septembre 2022 jusqu'au 30 novembre 2022 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vent : ≤ 6m/s ; • Température : ≥ 10°C ; • Du coucher au lever du soleil ; • En l'absence de précipitations inférieures à 0,2 mm/h. 		<p>Oui :</p> <p>Du 1^{er} mai au 24 mai 2023 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vent : ≤ 6m/s ; • Température : ≥ 10°C ; • Du coucher au lever du soleil ; • En l'absence de précipitations inférieures à 0,2 mm/h. <p>Du 25 mai au 31 octobre 2023 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vent : ≤ 6m/s ; • Température : ≥ 13°C ; • Du coucher au lever du soleil ; • En l'absence de précipitations inférieures à 0,2 mm/h. 	

En 2023, le seuil de température a pu être augmenté à 13°C à la suite des résultats du suivi de 2022. Ce nouveau paramètre n'a pas été mis à jour au début de la période de bridage de 2023 : nous pouvons donc voir que la correction a été apportée le 25 mai.

Pour rappel, l'analyse des estimations de mortalité pour les deux années a été faite sur la période commune aux deux années (S09 à S17 puis S31 à S48) et ne prend pas en compte les observations réalisées lors du premier passage de chaque année de suivi (correspondant à l'état zéro du suivi), soit 7 individus en 2023 et 3 en 2022.

Entre 2022 et 2023, on constate que le nombre d'oiseaux impactés par les éoliennes sur le parc des Pierrots reste important, avec une mortalité brute de 36 en 2022 et 33 en 2023. En revanche, pour les chiroptères, on remarque une diminution importante de la mortalité brute, 19 en 2022 et 6 en 2023. La météo, le vent, la hauteur de vol en migration, la modification des secteurs de

2 Synthèse et analyse des résultats

migration... sont autant d'hypothèses pouvant expliquer cette disparité. Néanmoins, le bridage mis en place entre le 1^{er} mai 2023 et le 31 octobre 2023 explique en grande partie cette baisse de mortalité brute observée pour les chauves-souris. En ce qui concerne le bridage, il est à noter qu'en 2023, le seuil de température a pu être augmenté à 13°C à la suite des résultats du suivi de 2022. Ce nouveau paramètre n'a pas été mis à jour au début de la période de bridage de 2023. La correction a été apportée le 25 mai.

Pour les oiseaux, 12 espèces sont impactées en 2022 et 12 en 2023. Le Roitelet à triple bandeau est l'espèce la plus impactée par les éoliennes en 2022 (10 individus) alors qu'en 2023, c'est l'Alouette des champs qui est l'espèce la plus impactée avec 10 individus également. Au cumul des deux années de suivi, l'Alouette des champs est l'espèce la plus impactée avec un total de 15 individus.

Pour les chiroptères, 4 espèces sont impactées en 2022 et de nouveau 4 espèces en 2023. On remarque que chaque année, des individus de Noctule commune sont trouvés ; il s'agit de l'espèce la plus impactée au cumul des deux années de suivi avec 11 individus (9 en 2022 et 2 en 2023, soit une mortalité divisée par 4 notamment grâce au bridage mis en œuvre).

On peut également noter une variation importante des résultats des estimations de mortalité quelle que soit la formule. Ceci peut être une conséquence des variations de périodes prospectées et d'effets sur certains coefficients, comme le correcteur de surface. Le nombre de passages est resté le même (53). Mais en 2023, les mois de mai, juin et juillet ont été prospectés contrairement à 2022.

3.3 Comparaison interannuelle des effets du parc sur la faune volante et évaluation de la mesure de bridage

Le protocole national préconise un suivi entre les semaines 20 à 43 afin d'englober les principales périodes à risque pour l'avifaune et les chiroptères. Le suivi 2022 avait respecté ces préconisations (du 3 mars au 29 avril puis du 1^{er} août au 2 décembre). Pour l'année 2023, le suivi mortalité a été effectué sur une période plus large, du 2 mars au 30 novembre. Afin de pouvoir comparer les estimations de mortalité entre les années 2022 et 2023, nous avons sélectionné les données d'occupation des sols et de mortalité correspondant uniquement à la période commune aux deux années soit des semaines 9 à 17 puis 31 à 48 ; l'objectif étant d'avoir une méthodologie comparable entre chaque année permettant ainsi d'apporter des conclusions plus fiables. Par ailleurs, pour simplifier la lecture et pouvoir mieux comparer les résultats, seul le test d'Huso a été conservé.

3.3.1 Comparaison des résultats bruts de la mortalité pour les chiroptères et les oiseaux entre 2022 et 2023

Pour le suivi 2023, nous avons comparé les données de la mortalité brute de 2023 avec celles du suivi de 2022 sur la même période de suivi, c'est-à-dire des semaines 9 à 17 puis 31 à 48. Huit individus d'oiseaux trouvés lors du suivi 2023 avant cette semaine S09 ont donc été retirés soit 25 individus, plus 13 individus trouvés entre la semaine 17 et 31 ce qui donne finalement 12 individus au lieu de 33. Enfin, un chiroptère a été également trouvé sur cette période lors du suivi 2023. On constate une diminution globale du nombre de cadavre d'une année sur l'autre.

2 Synthèse et analyse des résultats



Figure 97 : Evolution de la mortalité observée au cours des 2 années de suivi 2022 et 2023 (sur les périodes communes aux deux années S9 à S17 et S31 à S48).

On constate que la mortalité brute a tendance à décroître au fil des années concernant les deux groupes suivis. Néanmoins, ces résultats ne se basent que sur deux années de suivis, il convient de les relativiser.

3.3.2 Comparaison des estimations de mortalité pour les chiroptères sur la période commune de suivi (mars - avril / août - décembre)

Pour rappel, l'analyse des estimations de mortalité pour les deux années a été faite sur la période commune aux deux années (S09 à S17 puis S31 à S48) et ne prend pas en compte les observations réalisées lors du premier passage de chaque année de suivi (correspondant à l'état zéro du suivi). Une Pipistrelle commune a été observée lors du premier passage de la deuxième période suivie en 2022 et donc non prise en compte.

➤ 2022

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est d'environ 74 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 27 individus au minimum et de 223 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 38 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi 2022.

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	0	0	2	5	0	2	0	2	0	4	3	18
Huso (2010) [IC 95 %]	0 [0 ; 6]	0 [0 ; 8]	12 [3 ; 36]	19 [9 ; 40]	0 [0 ; 13]	10 [2 ; 30]	0 [0 ; 11]	7 [2 ; 21]	0 [0 ; 8]	20 [8 ; 45]	6 [3 ; 13]	74

> **2023**

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des chiroptères est d'environ 55 individus sur la durée du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 11 individus au minimum et de 466 individus au maximum pour l'ensemble du parc ce qui correspond à une incertitude assez importante.

Tableau 39 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) de chiroptères au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi 2023.

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	1	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	6
Huso (2010) [IC 95 %]	6 [1 ; 27]	0 [0 ; 22]	0 [0 ; 42]	0 [0 ; 31]	0 [0 ; 30]	0 [0 ; 49]	17 [3 ; 53]	25 [6 ; 74]	7 [1 ; 40]	0 [0 ; 86]	0 [0 ; 12]	55

> **Comparaison entre les estimations 2022 et 2023**

2 Synthèse et analyse des résultats

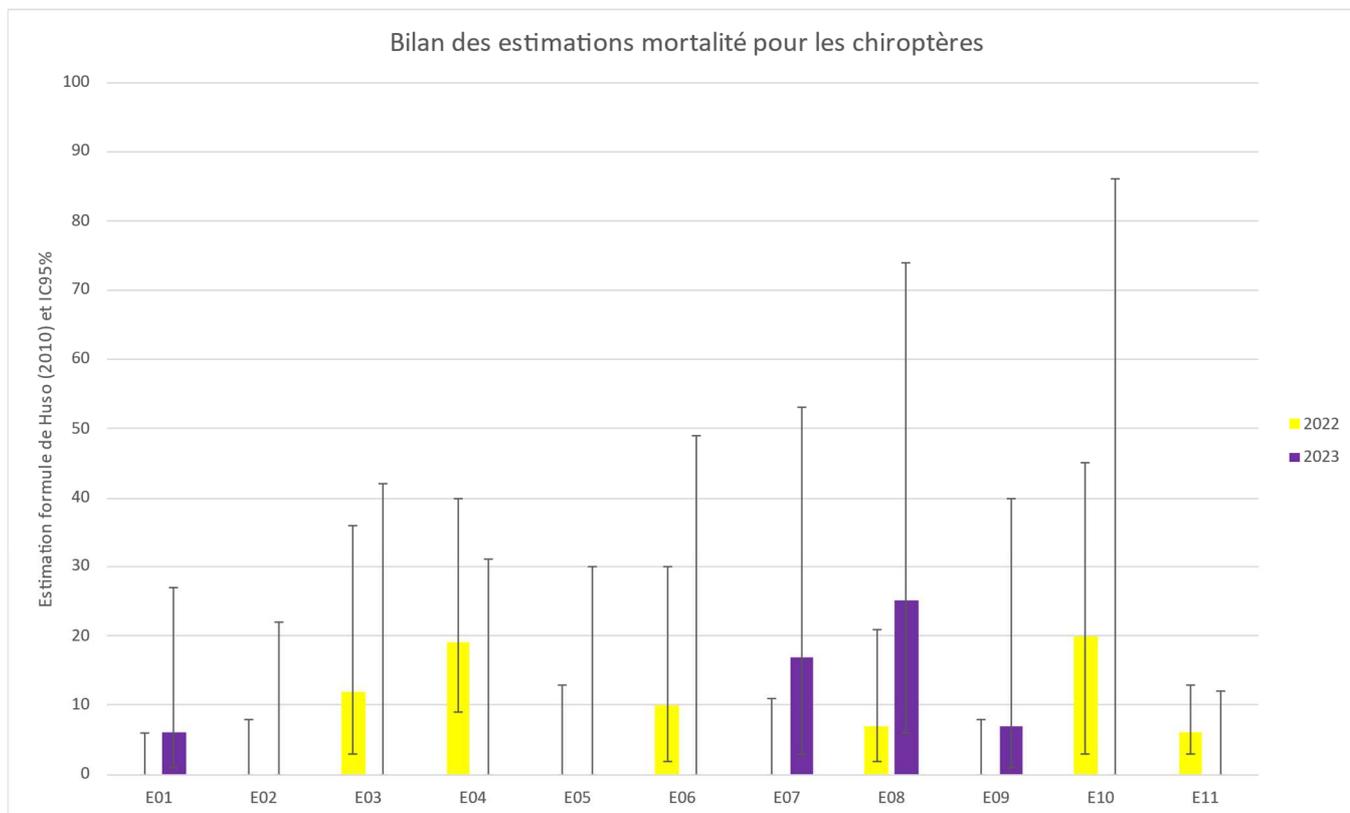


Figure 98 : Evolution de la mortalité la plus probable (suivant la méthode d'HUSO) sur le parc des Pierrots pour 2022 et 2023 pour les chiroptères.

En considérant l'évolution des probabilités globales de détection dans le temps (probabilités de détection stables de 2022 à 2023), les variations observées entre 2022 et 2023 ne semblent pas significatives.

Cette analyse ne se basant que sur deux années de suivi, il est difficile d'évaluer précisément l'évolution de la mortalité des chiroptères sur le parc, de nombreux facteurs pouvant être pris en compte tels que la météo ou l'activité des éoliennes. On peut toutefois noter une baisse significative de l'estimation de la mortalité des chiroptères entre 2022 et 2023 au niveau de toutes les éoliennes du parc.

3.3.3 Comparaison des estimations de mortalité pour les oiseaux sur la période commune de suivi (mars - avril / août – décembre)

Pour rappel, l'analyse des estimations de mortalité pour les deux années a été faite sur la période commune aux deux années (S09 à S17 puis S31 à S48) et ne prend pas en compte les observations réalisées lors du premier passage de chaque année de suivi (correspondant à l'état zéro du suivi), soit 7 individus en 2023 et 3 en 2022.

➤ 2022

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est d'environ 130 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 41 individus au minimum et de 480 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude importante.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 40 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi 2022.

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	Total parc
Mortalité observée des oiseaux	5	2	2	3	0	0	6	5	3	4	3	33
Huso (2010) [IC 95 %]	12 [5 ; 30]	14 [2 ; 64]	12 [2 ; 56]	13 [4 ; 48]	0 [0 ; 25]	0 [0 ; 36]	22 [9 ; 53]	18 [8 ; 55]	9 [4 ; 30]	23 [5 ; 72]	7 [3 ; 26]	130

➤ **2023**

Sur l'ensemble du parc, la mortalité estimée totale la plus probable des oiseaux est d'environ 308 individus sur l'ensemble du suivi. En prenant les incertitudes (IC 95 %), les effectifs impactés sont de 102 individus au minimum et de 843 individus au maximum pour l'ensemble du parc, ce qui correspond à une incertitude très importante.

Tableau 41 : Estimation de la mortalité la plus probable (et incertitudes entre crochets) des oiseaux au sein du parc des Pierrots sur la période du suivi 2023.

Estimateurs	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	Total parc
Mortalité observée des chiroptères	1	3	2	4	0	1	0	3	4	4	3	25
Huso (2010) [IC 95 %]	6 [1 ; 27]	21 [6 ; 57]	28 [6 ; 89]	42 [14 ; 98]	0 [0 ; 30]	18 [2 ; 80]	0 [0 ; 25]	32 [11 ; 92]	34 [12 ; 80]	115 [46 ; 233]	12 [4 ; 32]	308

2 Synthèse et analyse des résultats

➤ Comparaison entre les estimations 2022 et 2023

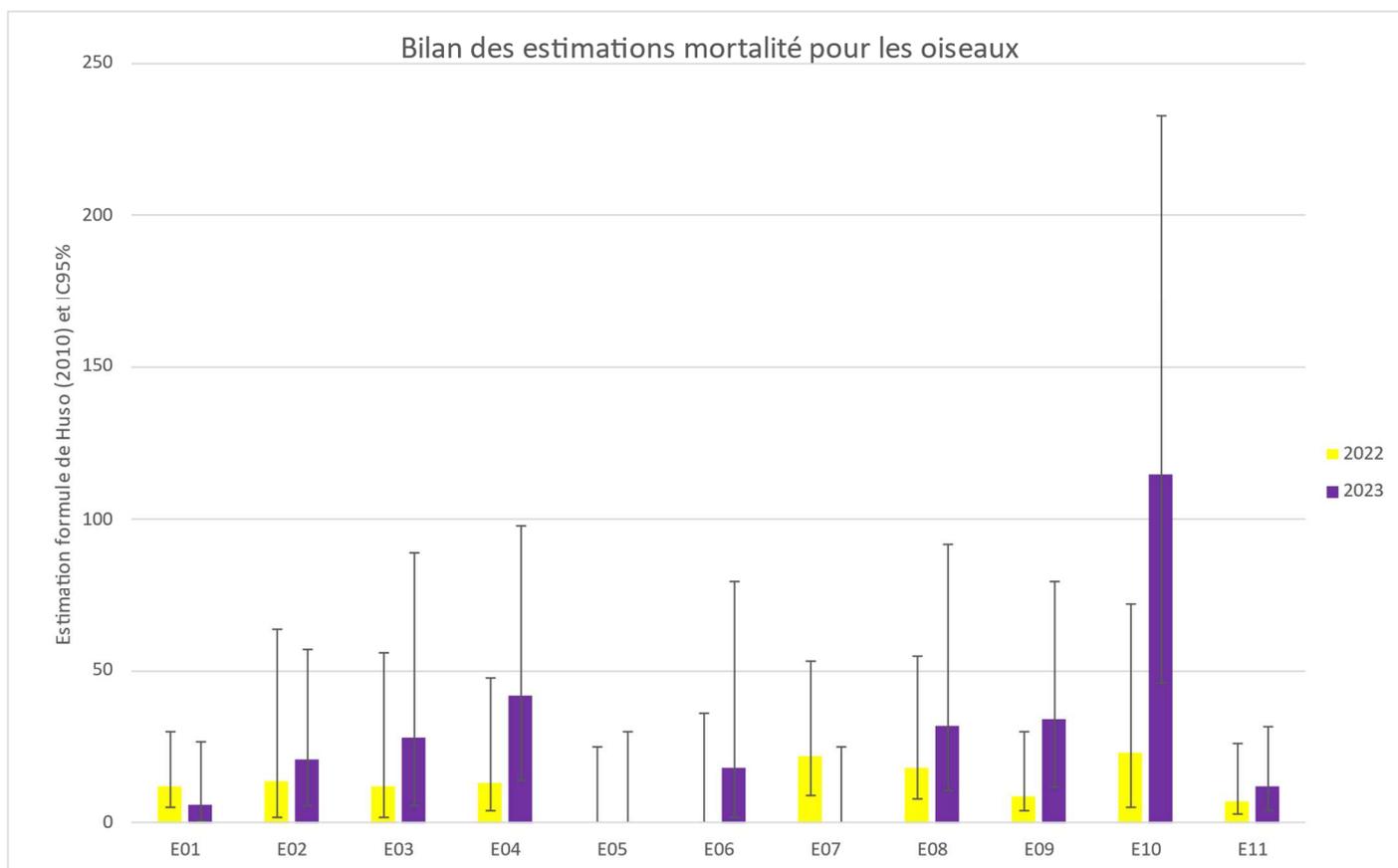


Figure 99 : Evolution de la mortalité la plus probable (suivant la méthode d'Huso) sur le parc des Pierrots de 2022 à 2023 pour les oiseaux.

En considérant l'évolution des probabilités globales de détection dans le temps (probabilités de détection stables de 2022 à 2023, les variations observées entre 2022 et 2023 ne semblent pas significatives.

Cette analyse ne se basant que sur deux années de suivi, il est difficile d'évaluer précisément l'évolution de la mortalité des oiseaux sur le parc, de nombreux facteurs pouvant être pris en compte tels que la météo ou l'activité des éoliennes. On peut toutefois noter une variation importante de l'évolution de la mortalité d'une éolienne à l'autre.

2 Synthèse et analyse des résultats

3.4 Analyse croisée de la phénologie de la mortalité et de l'activité acoustique en nacelle des chiroptères en 2023

En 2023, les enregistrements acoustiques en nacelle ont été réalisés au niveau des éoliennes E3 et E11, à 98 m d'altitude, entre le 1^{er} mars et le 30 novembre 2023, pour un total de 275 nuits d'écoutes complètes et consécutives pour chaque éolienne.

Un bridage a été mis en œuvre sur le parc en 2023. Il a été effectif entre le 1^{er} mai au 31 octobre avec les paramètres suivants :

Du 1^{er} mai au 24 mai 2023 : Vent : $\leq 6\text{m/s}$; Température : $\geq 10^{\circ}\text{C}$; Du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations inférieures à $0,2\text{ mm/h}$;

Du 25 mai au 31 octobre 2023 : Vent : $\leq 6\text{m/s}$; Température : $\geq 13^{\circ}\text{C}$; Du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations inférieures à $0,2\text{ mm/h}$.

3.4.1 Comparaison de la phénologie entre suivis mortalité et acoustique

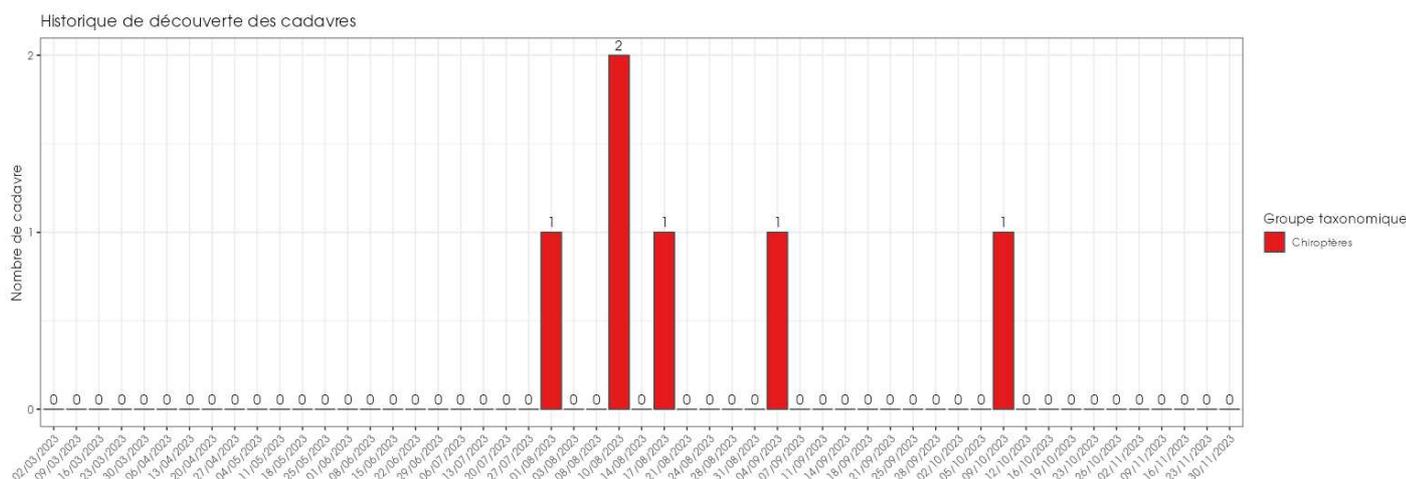


Figure 100 : Phénologie de découverte des cadavres de chiroptères à l'échelle du parc des Pierrots en 2023

Le suivi de mortalité mené sur le parc éolien des Pierrots entre 2 mars et le 30 novembre 2023 a conduit à l'observation de 6 cadavres de chauves-souris de 4 espèces différentes : Noctule commune (2 individus), Pipistrelle de Kuhl (2 individus), Grand Murin (1 individu) et Noctule de Leisler (1 individu).

L'ensemble des chauves-souris ont été recensées uniquement durant la deuxième période entre le 1^{er} août et le 9 octobre 2023.

2 Synthèse et analyse des résultats

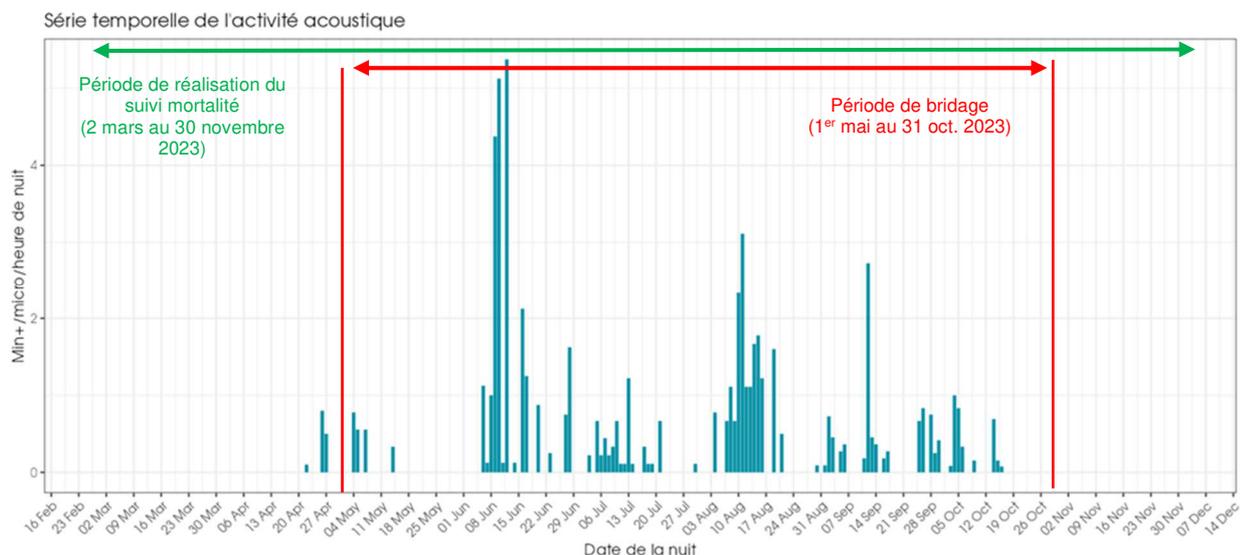


Figure 101 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2023.

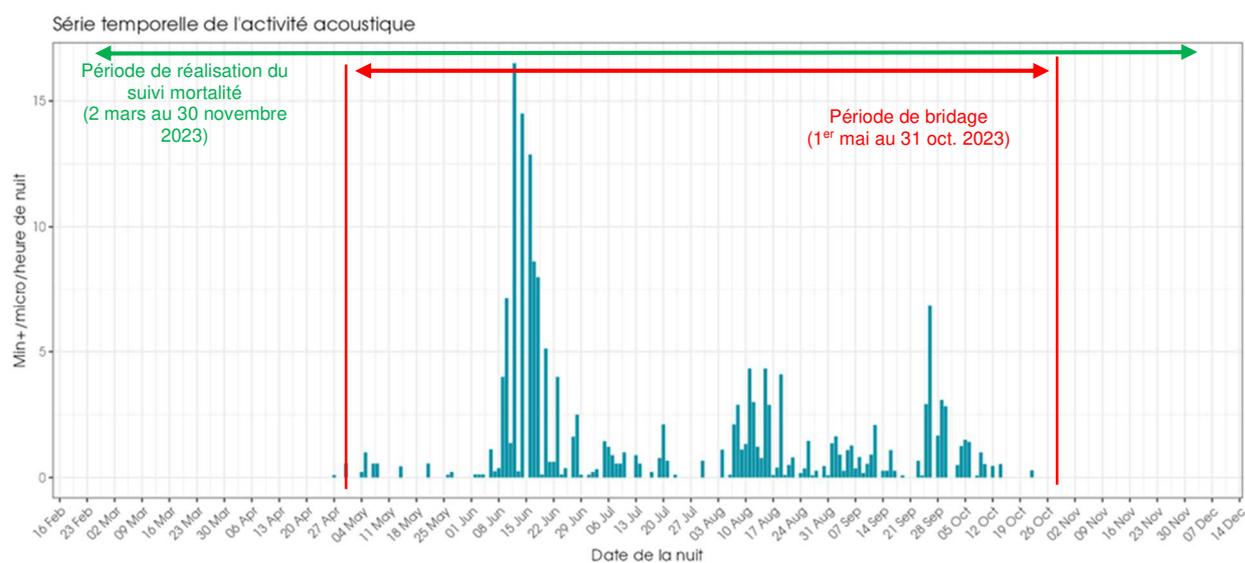


Figure 102 : Activité journalière moyenne par heure, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E11 des Pierrots sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2023.

2 Synthèse et analyse des résultats

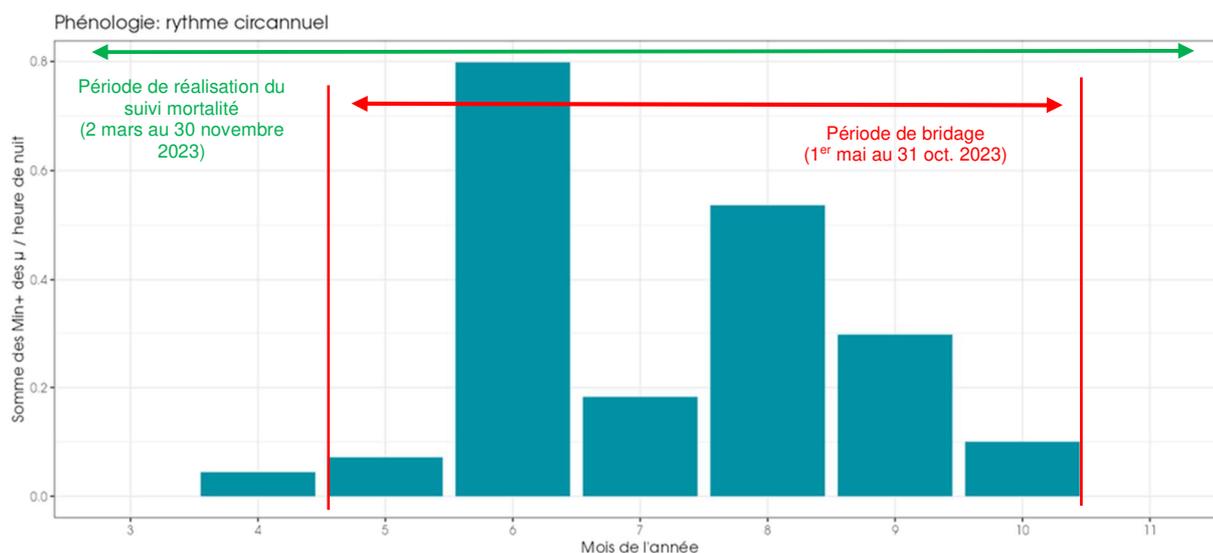


Figure 103 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E3 des Pierrots sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2023.

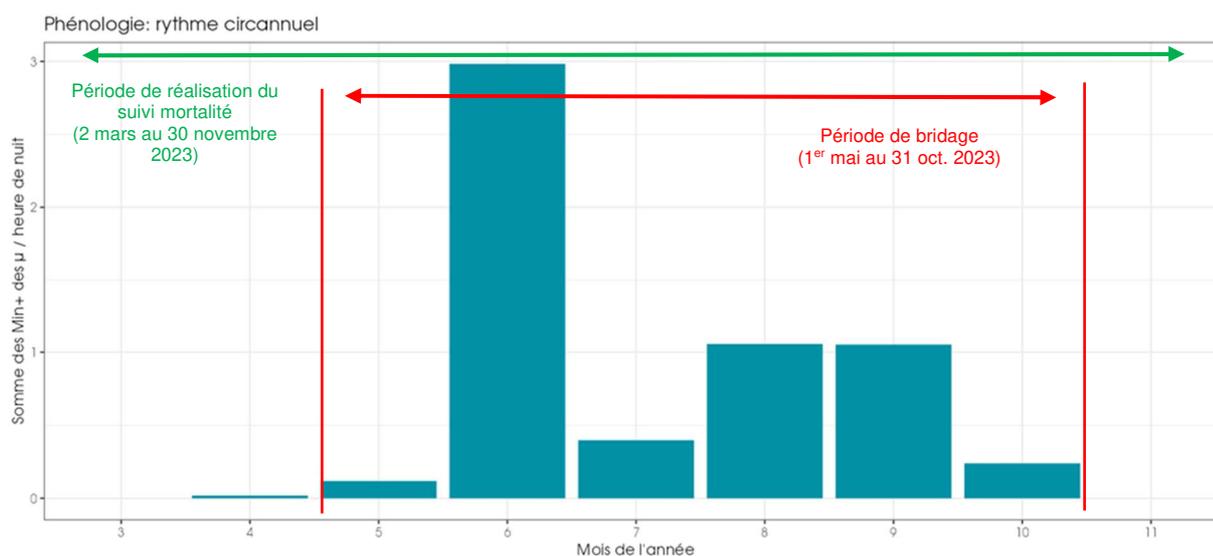


Figure 104 : Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, toutes espèces confondues, en altitude sur l'éolienne E1 des Pierrots sur la période de réalisation du suivi mortalité en 2023.

Quelle que soit l'éolienne, on observe une activité des chauves-souris en altitude entre mai et octobre. L'activité sur les mois de mars-avril et novembre apparaît nulle à très faible en 2023. L'activité la plus importante est observée sur la période estivale, au cours des mois de juin à septembre. Pour les deux éoliennes, on observe un pic d'activité en juin. On observe une activité plus importante sur les mois d'août et de septembre.

Au niveau des deux éoliennes, on observe donc une activité des chauves-souris en altitude en période de mise-bas des chauves-souris (juin) et également en période de migration (août et septembre).

La phénologie des découvertes de cadavres et celle de l'activité acoustique en altitude concordent relativement bien. En effet, l'ensemble des découvertes de cadavres de chauves-souris (6) ont bien été découverts au cours des mois d'août et début octobre. Ce qui correspond

2 Synthèse et analyse des résultats

à une des périodes avec une activité des chiroptères en altitude sur le site. On note lors du pic d'activité des chauves-souris enregistré en juin 2023 au niveau des deux éoliennes qu'aucune découverte de chauves-souris n'a été réalisée.

3.4.2 Comparaison des cortèges d'espèces détectées lors des suivis mortalité et acoustique

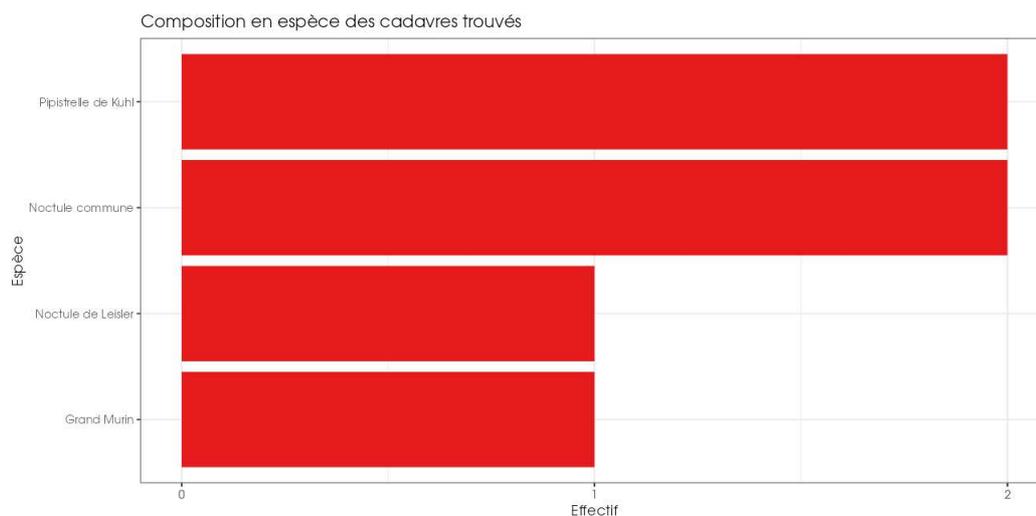


Figure 105 : Cortège d'espèces de chiroptères découvert lors du suivi de mortalité du parc éolien de Pierrots en 2023.

Pour le suivi de mortalité, les observations ont principalement concerné la Noctule commune (n=2), la Pipistrelle de Kuhl (n=2), la Noctule de Leisler (n=1) et le Grand Murin (n=1).

Tableau 42 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur les éoliennes E3 des Pierrots 2023.

Nom vernaculaire	Nombre de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Noctule de Leisler	1 612	20,94%	498	30,57%
Noctule commune	338	4,39%	144	8,84%
Sérotine commune	11	0,14%	7	0,43%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées	146	1,90%	101	6,20%
Pipistrelle commune	3 665	47,60%	508	31,18%
Pipistrelle de Kuhl	48	0,62%	24	1,47%
Pipistrelle de Nathusius	194	2,52%	85	5,22%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P.de Nathusius	1 685	21,88%	261	16,02%
Groupe des oreillards	1	0,01%	1	0,06%
Total	7 700	100,00%	1 629	100,00%

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 43 : Abondance relative des contacts de chiroptères en altitude sur les éoliennes E11 des Pierrots 2023.

Nom vernaculaire	Nombre de contacts de 5 sec.	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)	Nombre de minutes positives totales	Pourcentage par rapport à l'activité total (%)
Noctule de Leisler	1 921	17,12%	570	25,25%
Noctule commune	311	2,77%	145	6,42%
Sérotine commune	7	0,06%	5	0,22%
Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées	188	1,68%	127	5,63%
Pipistrelle commune	5 779	51,50%	822	36,42%
Pipistrelle de Kuhl	367	3,27%	110	4,87%
Pipistrelle de Nathusius	179	1,60%	81	3,59%
Groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius	2 466	21,98%	395	17,50%
Groupe des murins	3	0,03%	2	0,09%
Total	11 221	100,00%	2 257	100,00%

Pour le suivi acoustique et suivant les éoliennes, les espèces les plus fréquemment contactées sont la Pipistrelle commune (31 à 36%), la Noctule de Leisler (25 à 30%), le groupe des Pipistrelles de Kuhl / P. de Nathusius (16 à 17%) et la Noctule commune (6 à 8%).

Les principales espèces découvertes dans le cadre du suivi mortalité ont également été détectés lors du suivi acoustique (Noctule commune, Pipistrelle de Kuhl et Noctule de Leisler). Le Grand Murin découvert à une reprise durant le suivi mortalité n'a pas été observé lors du suivi au niveau des éoliennes E3 et E11. Le Grand Murin ne fait pas partie des espèces volant habituellement en altitude. Il a été découvert au niveau de l'éolienne E8.

3.4.3 Phénologie des contacts pour les espèces retrouvées lors du suivi mortalité

Sur la période de suivi de l'activité en altitude en 2023, l'activité des chauves-souris est généralement plus importante en début de nuit (0 à h+2) mais on observe quelques regains d'activité en milieu de nuit et fin de nuit en juin et en période de migration automnale (août notamment).

Groupe Sérotine commune / Noctule de Leisler / Noctule commune

La **Noctule de Leisler** est particulièrement bien présente sur le site. Pour rappel, elle représente plus de 25 à 30 % des minutes positives enregistrées, quelle que soit l'éolienne. La Noctule de Leisler apparaît présente en altitude tout au long de la présence d'activité des chauves-souris en altitude. Elle est présente sur le site dès le mois de mai jusqu'à octobre. L'activité reste globalement constante tout au long des mois. La **Noctule commune** est un peu moins fréquente que la Noctule de Leisler. En 2023 elle représente 6 à 8 % des minutes positives. Contrairement à la Noctule de Leisler, l'activité de la Noctule commune semble être plus importante au mois d'août (période de migration de l'espèce). Elle est moins fréquente avant et après. Ceci est visibles sur les deux éoliennes suivies.

2 Synthèse et analyse des résultats

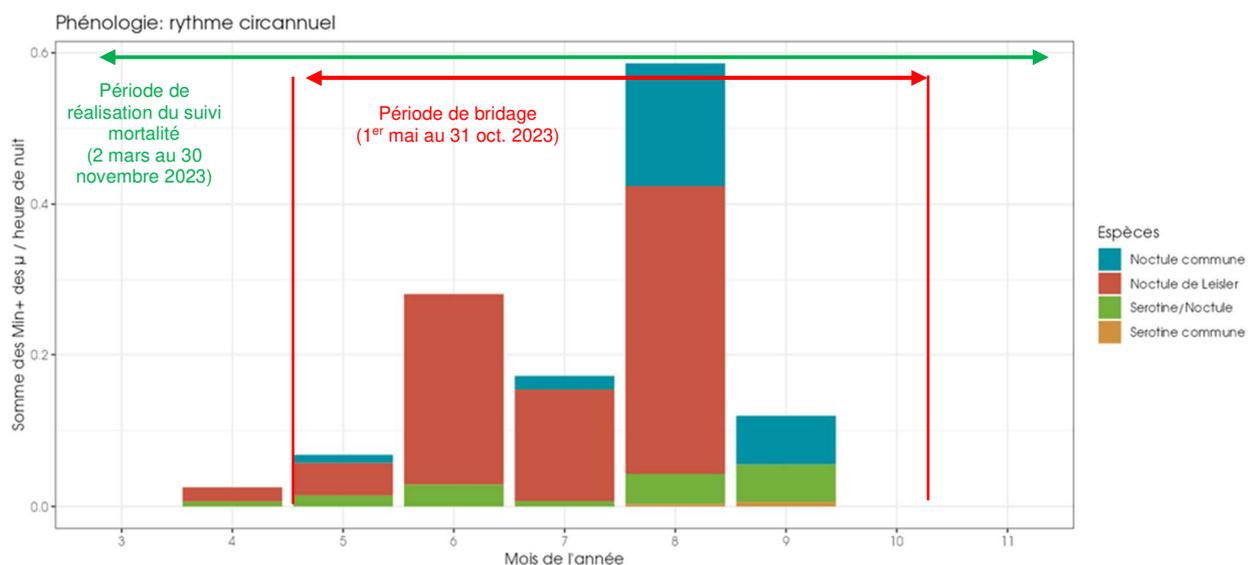


Figure 106 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotynes en 2023.

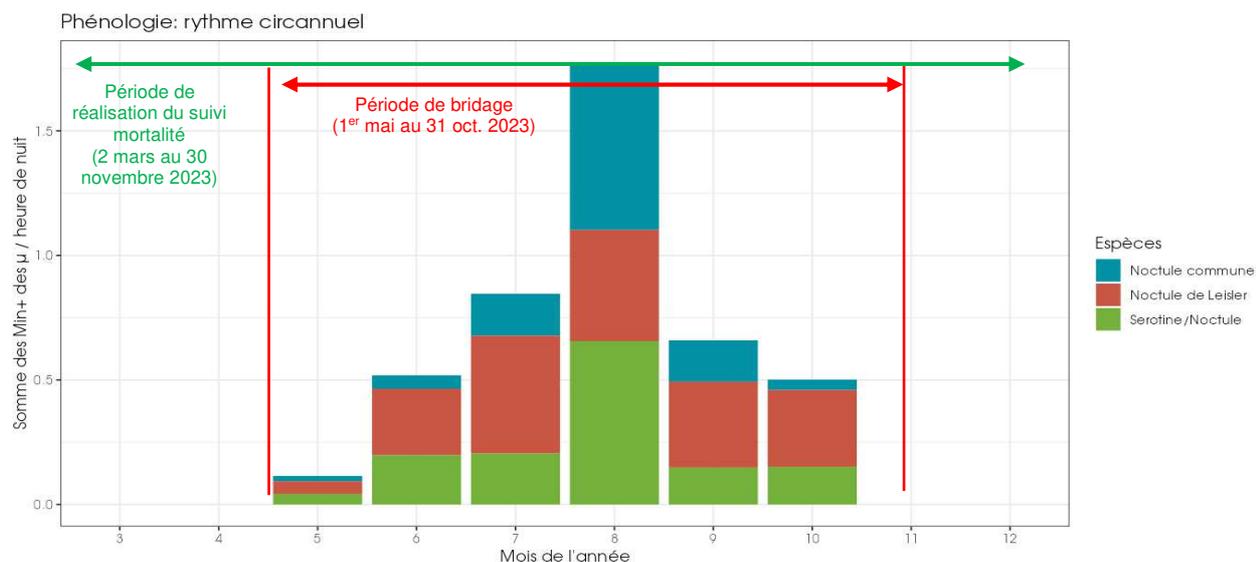


Figure 107 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Noctules et Sérotynes en 2023.

Groupe *Pipistrelle commune* / *Pipistrelle de Kuhl* / *Pipistrelle de Nathusius*

Les pipistrelles sont présentes sur le site tout au long de la période d'activité. Il semble y avoir une activité plus importante au cours du mois de juin, correspondant à une activité des populations locales en période de mise-bas et élevage de jeunes. On peut également noter au niveau des deux éoliennes une activité légèrement plus importante des pipistrelles au mois de septembre. Ce pic correspond probablement à de l'activité de migration ou de transit des pipistrelles.

2 Synthèse et analyse des résultats

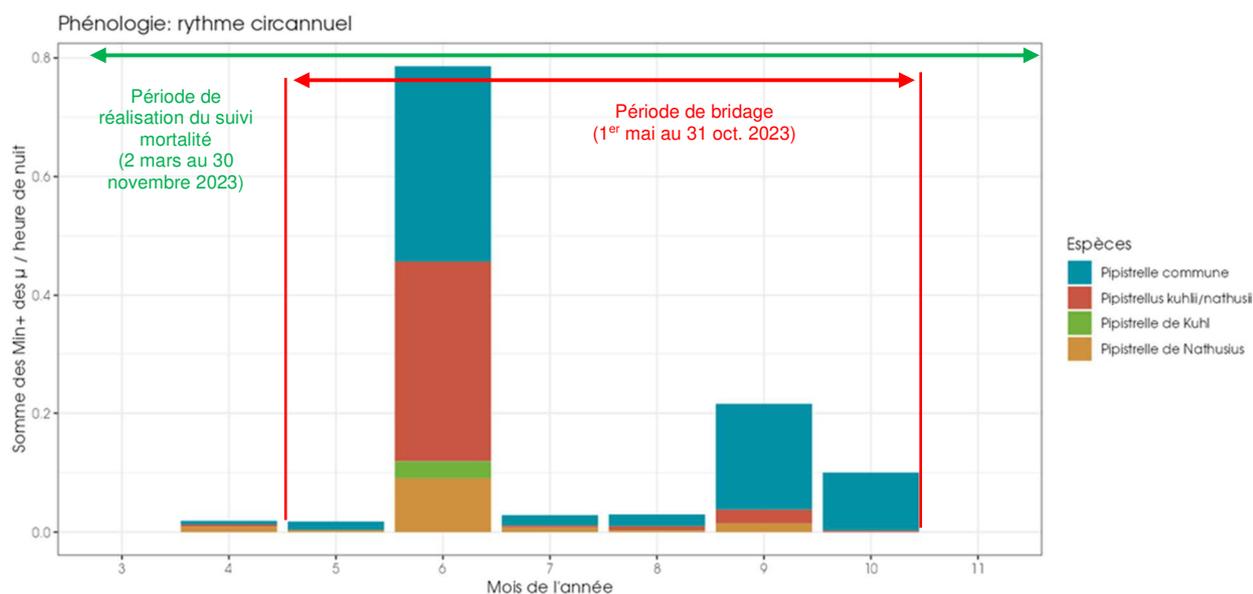


Figure 108 : Eolienne E3 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2023.

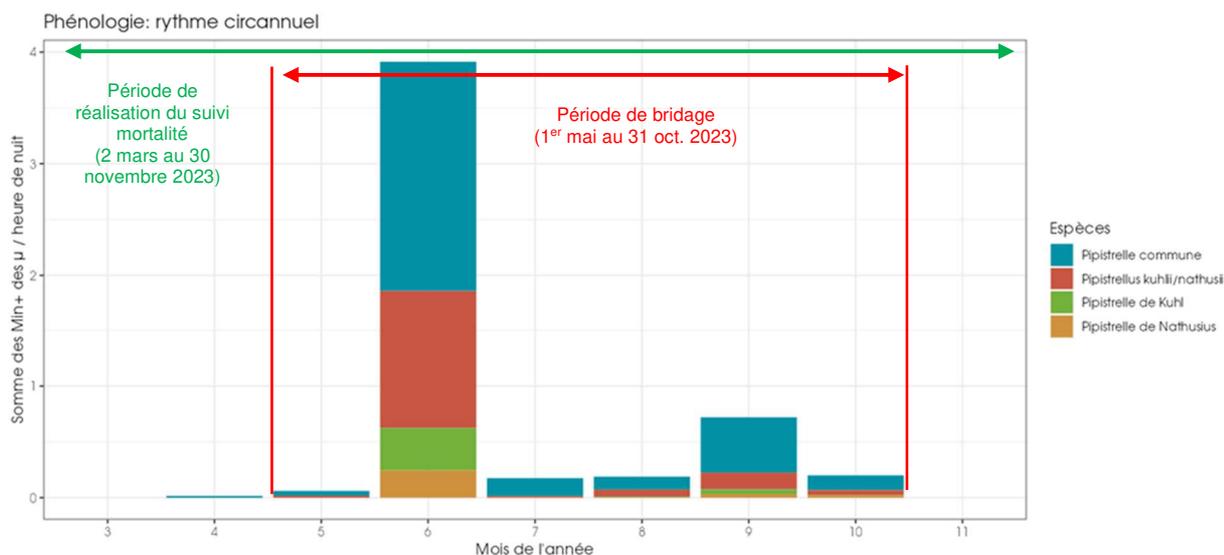


Figure 109 : Eolienne E11 - Nombre moyen de minutes positives mensuelles par heure de nuit, pour les Pipistrelles en 2023.

Grand Murin

Cette espèce n'a pas été observée lors des suivis acoustiques en altitude. L'individu découvert lors du suivi mortalité a été constaté au niveau de l'éolienne E8.

Le bilan de la phénologie des découvertes de cadavres est présenté dans le tableau ci-dessous :

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 44 : Phénologie du nombre de découvertes de cadavres par espèce en 2023

Date	01/08	10/08	17/08	04/09	09/10	Total général
Période	Migration automnale					
Bridage	Bridage actif					
Noctule commune		1	1			2
Noctule de Leisler	1					1
Pipistrelle de Kuhl				1	1	2
Grand Murin		1				1
Total général	1	2	1	1	1	6

Les pics d'activité en altitude pour les différentes espèces sont globalement cohérents avec les résultats du suivi mortalité. L'essentiel des cadavres de chaque espèce ont été trouvés lors de pics d'activité ou lors d'une période où les espèces sont actives en altitude. Pour la Noctule commune, on observe clairement une mortalité en lien avec son pic d'activité en période de migration.

On peut noter l'absence d'observation de mortalité en juin lors du pic d'activité des pipistrelles.

3.4.4 Comparaison des évaluations d'activité en altitude en 2022 et 2023

L'année 2023 correspond à la deuxième année de suivi de l'activité des chauves-souris en altitude sur le parc éolien des Pierrots.

Le tableau ci-dessous fait le bilan des périodes d'inventaire, des espèces identifiées et des résultats obtenus lors des enregistrements réalisés en altitude des suivis de 2022 et 2023.

Tableau 45 : Croisement des informations sur l'évaluation de l'activité en altitude issues des deux années de suivi.

	En 2022	En 2023
Localisation des deux dispositifs d'écoute	Eolienne E3 et E11 - Parc des Pierrots.	Eolienne E3 et E11 - Parc des Pierrots
Période de fonctionnement du dispositif	275 nuits exploitables entre le 1 ^{er} mars et le 30 novembre 2022.	275 nuits exploitables entre le 1 ^{er} mars et le 30 novembre 2023.
Espèces identifiées	<p>4 espèces de chauves-souris ont été identifiées en altitude au niveau des éoliennes E3 et E11 : Noctule de Leisler, Noctule commune, Pipistrelle pygmée et Pipistrelle commune.</p> <p>2 groupes d'espèces sont également présents : Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées et groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius.</p>	<p>6 espèces de chauves-souris ont été identifiées en altitude au niveau des éoliennes E3 et E11 : Noctule de Leisler, Noctule commune, Sérotine commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle commune.</p> <p>4 groupes d'espèces sont également présents : Groupe Sérotine commune / Noctules indéterminées, groupe des oreillards, groupe des</p>

2 Synthèse et analyse des résultats

		murins et groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius
Nombre de contact enregistré	<p>Eolienne E3 : 3 012 contacts de « 5 secondes » ou 833 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » - ont été obtenus.</p> <p>Eolienne E11 : 2 625 contacts de « 5 secondes » ou 1 639 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » - ont été obtenus.</p> <p>En 2022, avec 275 nuits d'enregistrement de l'activité, on obtient une moyenne de 3 à 5,9 minute positive par nuit suivant l'éolienne.</p>	<p>Eolienne E3 : 7 700 contacts de « 5 secondes » ou 1 629 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » - ont été obtenus.</p> <p>Eolienne E11 : 11 221 contacts de « 5 secondes » ou 2 257 minutes d'enregistrement avec présence de chauves-souris - communément appelées « minutes positives » - ont été obtenus.</p> <p>En 2023, avec 275 nuits d'enregistrement de l'activité, on obtient une moyenne de 5,9 à 8,2 minute positive par nuit suivant l'éolienne.</p>
Niveau d'activité des espèces	<p>La Noctule de Leisler est l'espèce la plus fréquente en altitude sur les deux éoliennes avec 289 (E3) et 591 (E11) « minutes positives » enregistrées en altitude.</p> <p>La Noctule commune est également bien fréquente avec 156 (E3) et 344 (E11) « minutes positives » enregistrées en altitude, suivant l'éolienne.</p> <p>La Pipistrelle commune est un peu moins fréquente que les noctules avec 95 (E3) et 168 (E11) « minutes positives » obtenues.</p> <p>Le groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius représente lui 111 (E3) à 107 (E11) « minutes positives ».</p>	<p>La Noctule de Leisler fait partie des espèces les plus présente en altitude sur les deux éoliennes avec 498 (E3) et 570 (E11) « minutes positives » enregistrées en altitude.</p> <p>Pour la Noctule commune, le nombre de contact est sensiblement identique avec 144 (E3) et 145 (E11) « minutes positives » enregistrées en altitude.</p> <p>La Pipistrelle commune est plus fréquente qu'en 2022. Elle représente 508 (E3) à 822 (E11) des « minutes positives » obtenues suivant l'éolienne.</p> <p>Le groupe Pipistrelle de Kuhl / P. de Nathusius est également plus fréquent qu'en 2022 avec 261 (E3) et 395 (E11) « minutes positives » enregistrées en altitude suivant l'éolienne.</p>

2 Synthèse et analyse des résultats

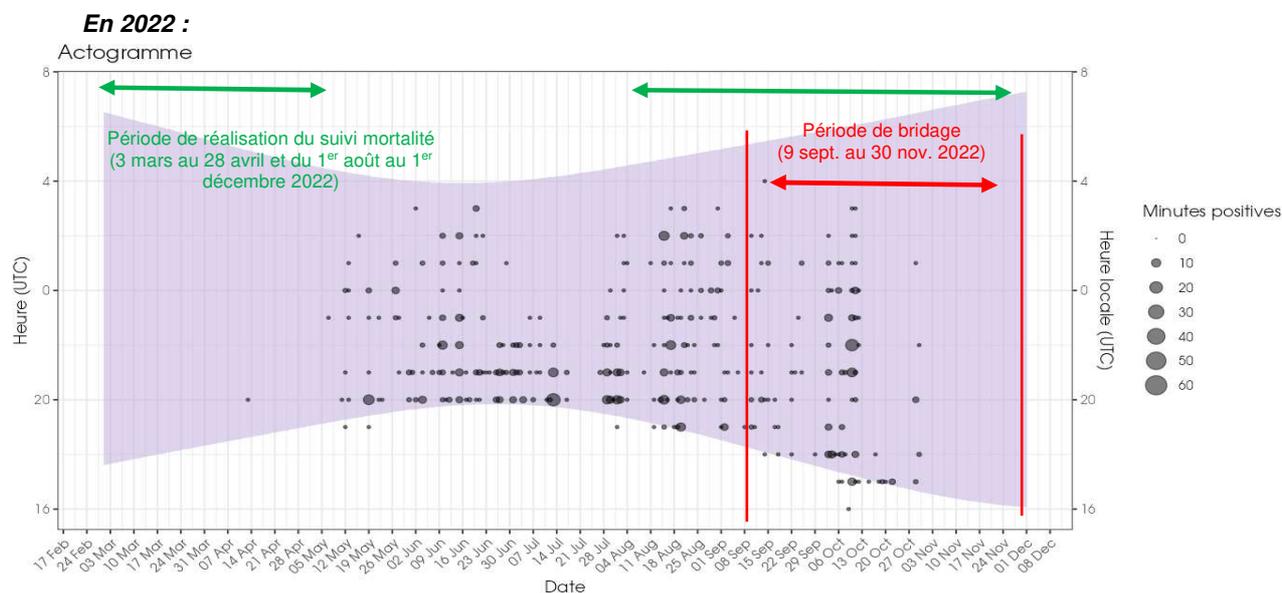


Figure 110 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E3 du parc des Pierrots en 2022.

Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.

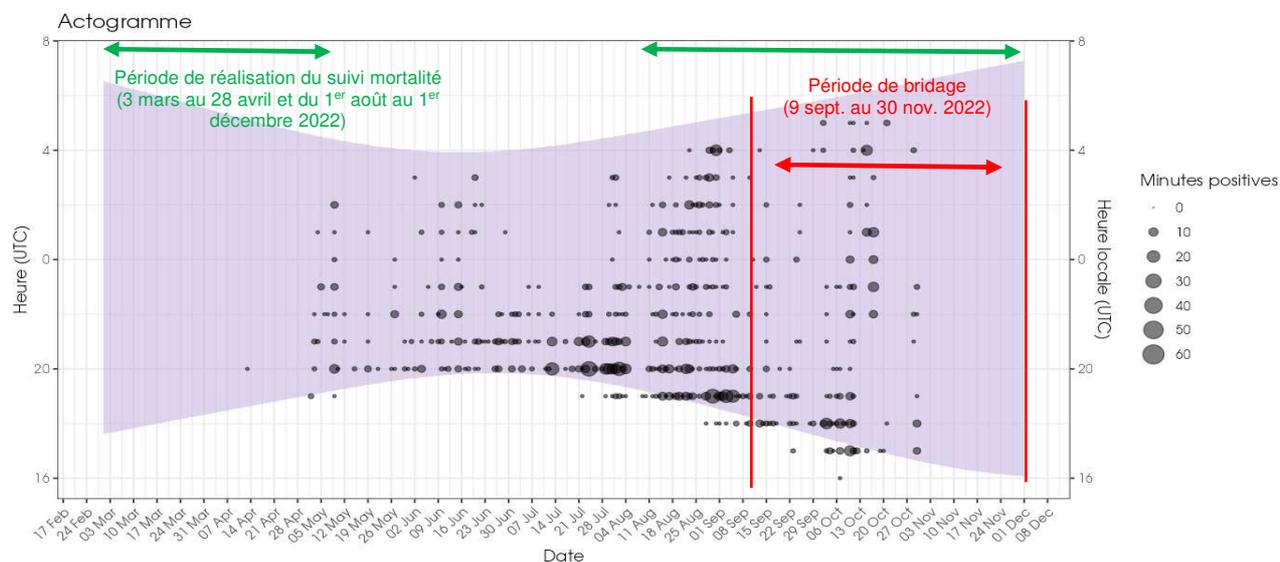
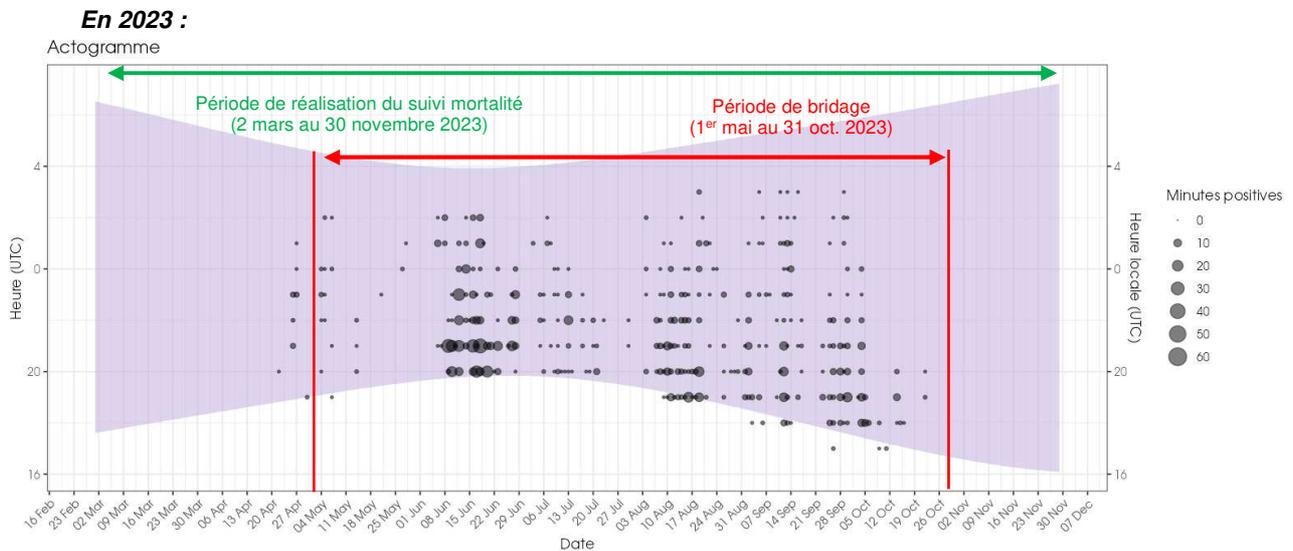


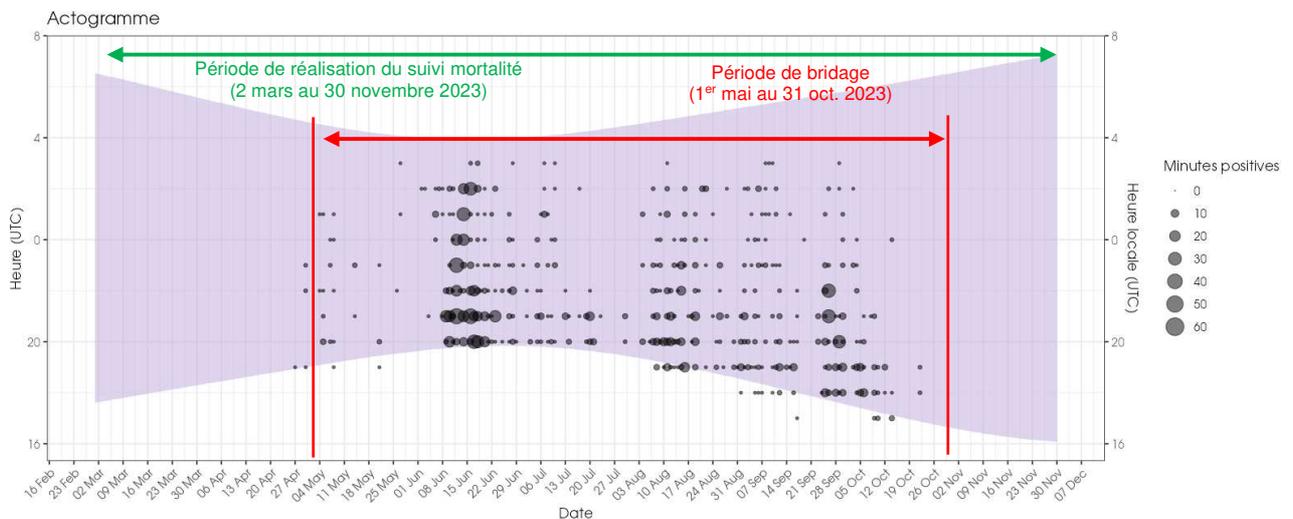
Figure 111 : Répartition des contacts par nuit et par tranche horaire, toutes espèces confondues, sur l'éolienne E11 du parc des Pierrots en 2022.

Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.

2 Synthèse et analyse des résultats



Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.



Dans l'actogramme, la zone colorée en violet correspond à la nuit.

La comparaison des enregistrements et des niveaux d'activité entre les deux années montre une augmentation du nombre de contacts entre 2022 et 2023. On observe cette augmentation sur les deux éoliennes suivies. Néanmoins, pour les espèces les plus fréquentes, on observe suivant les éoliennes des tendances quelque peu différentes. On peut ainsi noter :

- Pour la Noctule de Leisler, on observe un nombre de minutes obtenues stables entre 2022 et 2023 au niveau de l'éolienne E11. Il a en revanche augmenté en 2023 au niveau de l'éolienne E3.

2 Synthèse et analyse des résultats

- Pour la Noctule commune, le nombre de minutes enregistrées est stable au niveau de l'éolienne E3 alors qu'il a diminué en 2023 au niveau de l'éolienne E11.

- Pour la Pipistrelle commune, on observe une augmentation du nombre de minutes en 2023 au niveau des deux éoliennes

3.4.5 Bilan du croisement des informations des deux suivis mortalité/acoustique

En 2023, on observe globalement une cohérence entre les espèces retrouvées lors des suivis mortalité et celles enregistrées en altitude.

La majorité des espèces découvertes durant le suivi mortalité correspondent aux principales espèces identifiées durant le suivi acoustique. La Noctule de Leisler fait en effet partie des principales espèces contactées en altitude et un cadavre de cette espèce a été découvert. La Noctule commune est moins fréquente sur l'ensemble de l'année excepté à la période de découverte des 2 cadavres de l'espèce, au mois d'août. Période où elle est très fréquente en altitude.

La Pipistrelle de Kuhl est également présente en altitude au moment de la découverte des cadavres. Seul le Grand Murin n'a pas été enregistré en altitude. Cette espèce ne fait pas partie des espèces dite de haut vol. Elle peut être amenée à voler en altitude de manière occasionnelle.

Sur les 6 chiroptères retrouvés durant le suivi mortalité aucun n'a été observé au niveau des deux éoliennes équipées de dispositif d'enregistrement de l'activité en altitude (E3 et E11). Les espèces ont été retrouvées au niveau des éoliennes E1 (1 Noctule commune), E7 (1 Noctule commune et 1 Pipistrelle de Kuhl), E8 ((1 Grand Murin et 1 Noctule de Leisler) et E9 (1 Pipistrelle de Kuhl).

Au niveau de la phénologie, les écoutes en altitude montrent la présence de chauves-souris en altitude de mai à octobre, alors que le suivi mortalité a commencé en mars et s'est terminé fin novembre 2023. On observe un pic d'activité des pipistrelles au mois de juin sur les deux éoliennes suivies (E3 et E11) et une activité plus importante des noctules au cours du mois d'août.

Limites du croisement des informations des suivis mortalité et acoustique : La comparaison des données acoustiques issues de deux éoliennes (comparativement au suivi de mortalité qui est réalisé sur l'ensemble des 11 éoliennes du parc) peut limiter l'interprétation du fait du manque de représentativité de l'activité locale de l'éolienne suivie en acoustique. Cette analyse comparative reste une analyse visuelle qui permet simplement de mettre en avant des éléments convergents ou non entre les deux types de suivis sur le même pas de temps.

Le bridage mis en place en 2023 couvre une bonne partie de l'activité chiroptérologique enregistrée en 2023. Le tableau suivant présente la couverture du bridage mis en place pour l'ensemble des espèces et par espèce. Il est à noter que deux périodes de bridage ont été appliquées en 2023 avec des paramètres de températures différents entre les deux périodes. Le seuil de température a été évalué à la hausse en mai au regard de l'analyse des résultats de 2022.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 46 : Bridages en vigueur sur le parc des Pierrots en 2023.

	Période	Paramètres
Bridage de nuit - période n° 1	Toute la nuit, du 1er mai au 24 mai 2023	Vent : $\leq 6\text{m/s}$; Température : $\geq 10^\circ\text{C}$; Du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations inférieures à 0,2 mm/h
Bridage de nuit - période n° 2	Toute la nuit, du 25 mai au 31 octobre 2023	Vent : $\leq 6\text{m/s}$; Température : $\geq 13^\circ\text{C}$; Du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations inférieures à 0,2 mm/h

Pour rappel, en 2022 les capteurs météo n'ont pas pu faire remonter des données pour l'ensemble des observations de chauves-souris réalisées sur les deux éoliennes. Pour l'analyse des paramètres météorologiques, le nombre total de minutes positives pour lesquelles les données météorologiques sont disponibles est de 2 456 (E3 : 828 et E11 : 1630) au lieu de 2 472 (E3 : 833 et E11 : 1 639). Ceci n'est pas le cas en 2023, le nombre total de minutes positives pour en 2023 est donc de 3 886 (E3 : 1 629 et E11 : 2 257).

Tableau 47 : Simulation de couverture du bridage avec les paramètres utilisés en 2023.

	2022	2023
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	85,5 %	95,8 %
Nombre de minute positive restant à risque	355 minutes sur 2 456 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes	162 minutes sur 3 886 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	89,3 %	95 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	94 minutes sur 876 minutes de présence des Noctules de Leisler sur les éoliennes E3 et E11.	53 minutes sur 1 068 minutes de présence des Noctules de Leisler sur les éoliennes E3 et E11.
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	91 %	92,7 %
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	45 minutes sur 498 minutes de présence des Noctules commune.	21 minutes sur 289 minutes de présence des Noctules commune sur les éoliennes E3 et E11.
Proportion d'activité de pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	84,03%	96,9 %
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	76 minutes sur les 476 minutes de présences des Pipistrelles sur les éoliennes E3 et E11.	71 minutes sur 2 215 minutes de présence des Pipistrelles sur les éoliennes E3 et E11

La couverture globale semble bonne par rapport à chacune des années, avec notamment environ 96% des contacts de chauves-souris pris en compte en 2023. La Noctule de Leisler semble également bien protégée avec des taux de protection allant de 89 à 95% suivant l'année.

2 Synthèse et analyse des résultats

La Noctule commune semble également bien protégée avec 91 à 92,7%. La prise en compte semble également bonne pour la Pipistrelle commune avec de 97% en 2023.

4 Mesures correctives

En l'absence de référentiel sur la mortalité estimée, il est difficile de conclure sur le fait qu'il faille modifier ou non le bridage lorsque peu de cadavres sont retrouvés lors du suivi mortalité bien que les estimations de mortalité, prenant en compte les coefficients correcteurs, soient plus importantes.

Dans le cas présent, on notera tout d'abord que 6 individus de chauves-souris (4 espèces) ont été impactés par le parc. Il s'agit de la Noctule de Leisler (1 ind.), la Noctule commune (2 ind.), la Pipistrelle de Kuhl (2 ind.) et le Grand Murin (1 ind.). La Noctule commune est la seule espèce menacée. On constate par ailleurs que la période de migration automnale concentre l'ensemble des observations de mortalité des chauves-souris en 2023. Au regard du suivi de 2022, on observe une diminution de la mortalité brute pouvant correspondre à la mise en place du bridage en 2023.

Il faut par ailleurs rappeler que sur certaines périodes, les prospections ne sont que partielles au regard du faible taux de prospection notamment sur les mois de mai et de juin (parcelles en céréales trop hautes) ou à partir de mi-juillet (végétation trop haute pour détecter une possible mortalité (légumineuses...)). Il est donc probable que la mortalité brute des chauves-souris notamment soit en fait plus importante. Néanmoins, on observe que la mortalité brute est passée de 19 chauves-souris (4 espèces en 2022) à 6 chauves-souris (4 espèces) en 2023.

Bridage éolien en fonction de l'activité chiroptérologique

Dans le cas du parc des Pierrots, un bridage des éoliennes a été mis en œuvre en 2023. Au regard des résultats bruts, il apparaît nécessaire de le maintenir. Ce bridage a été mis en place entre le 1^{er} mai et le 31 octobre 2023, avec les paramètres suivants :

- Du 1^{er} mai au 24 mai 2023 : Vent : $\leq 6\text{m/s}$; Température : $\geq 10^\circ\text{C}$; Du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations (inférieures à 0,2 mm/h) ;
- Du 25 mai au 31 octobre 2023 : Vent : $\leq 6\text{m/s}$; Température : $\geq 13^\circ\text{C}$; Du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations (inférieures à 0,2 mm/h).

L'application de ces paramètres sur les résultats de 2023 font apparaître un niveau de protection important (cf Tableau 47). Néanmoins, 2 cadavres de Noctule commune ont été découverts en période de migration, au mois d'août. Cette espèce étant menacée, il apparaît nécessaire de mieux la prendre en compte en renforçant le bridage pour cette noctule. Il est possible de prévoir un bridage adapté sur les mois d'août et de septembre, période où l'espèce est la plus fréquente. Ces nouveaux paramètres de bridage feront l'objet d'une évaluation de leurs efficacités lors du suivi mortalité et du suivi de l'activité en altitude de 2024.

Ce type d'analyse ne prend pas en compte les variations annuelles d'activité des chauves-souris. Les proportions d'activités protégées par les paramètres de bridage peuvent évoluer. Ces variations sont déjà visibles en comparant les résultats de l'évaluation du bridage en 2022 et 2023. Un suivi mortalité en 2024, ciblé sur cette période, permettrait de vérifier l'efficacité de cette mesure de bridage spécifique sur la mortalité des chauves-souris.

2 Synthèse et analyse des résultats

Tableau 48 : Proposition de bridage spécifique des éoliennes pour le parc des Pierrots pour 2024.

	Période n°1	Période n°2	Période n°3	Total
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} mai au 31 juillet	Du 1 ^{er} août au 31 août	Du 1 ^{er} septembre au 31 octobre	
Seuil de température	Par des températures supérieures ou égales à 13°C			
Seuil de vent	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6 m/s	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6,5m/s	Par des vitesses de vents inférieures ou égales à 6 m/s	
Précipitation	En l'absence de précipitations inférieures à 0,2 mm/h			
Nombre d'heures durant la nuit	Du coucher au lever du soleil			
	Evaluation du scénario de bridage sur les données 2023 des deux éoliennes (E3 et E11) pour chacune des périodes			Evaluation sur l'ensemble du suivi en altitude (mars à novembre) et pour les deux éoliennes
Proportion d'activité chiroptérologique (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	98,8%	97,8 %	93,3%	96,6%
Nombre de minute positive restant à risque	26 minutes sur 2 127 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E3 et E11	17 minutes sur 780 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E3 et E11	64 minutes sur 953 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E3 et E11	133 minutes sur 3 886 toutes espèces confondues et pour les deux éoliennes E3 et E11
Proportion d'activité des Noctules de Leisler (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	99 %	97,3 %	94,3%	96,2%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule de Leisler	3 minutes sur 287 minutes de présence des noctules de Leisler au niveau des éoliennes E3 et E11.	12 minutes sur 442 minutes de présence des noctules de Leisler au niveau des éoliennes E3 et E11.	19 minutes sur 332 minutes de présence des noctules de Leisler au niveau des éoliennes E3 et E11.	41 minutes sur 1 068 minutes de présence des noctules de Leisler au niveau des éoliennes E3 et E11.
Proportion d'activité des Noctules commune (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	100 %	97,9 %	87,9 %	96,2%
Nombre de minute positive restant à risque pour la Noctule commune	0 minute sur 54 minutes de présence des Noctules communes au niveau des éoliennes E3 et E11.	4 minutes sur 187 minutes de présence des Noctules communes au niveau des éoliennes E3 et E11.	6 minutes sur 47 minutes de présence des Noctules communes au niveau des éoliennes E3 et E11.	11 minutes sur 289 minutes de présence des Noctules communes au niveau des éoliennes E3 et E11.
Proportion d'activité de Pipistrelle (en %) couverte par le modèle sur la période concernée	98,8%	100 %	93,7%	97,1%
Nombre de minute positive restant à risque pour les pipistrelles	21 minutes sur les 1 695 minutes de présences des Pipistrelles	0 minute sur 82 minutes de présence des Pipistrelles sur les éoliennes E3 et E11	31 minutes sur 494 minutes de présence des Pipistrelles sur les éoliennes E3 et E11	67 minutes sur 2 286 minutes de présence des Pipistrelles sur les éoliennes E3 et E11

2 Synthèse et analyse des résultats

Afin de limiter l'impact du parc des Pierrots sur le groupe des chauves-souris, nous conseillerions à l'exploitant du parc de mettre en place un bridage différencié par saison. Cela permet de renforcer le bridage en passant de 6 à 6,5 m/s au cours du mois d'août, par rapport au bridage actuel de 2023. Ce qui correspond au mois où la Noctule commune est la plus fréquente.

De plus, cette mesure correctrice aura certainement également un effet positif sur la mortalité des passereaux en migration nocturne, car de nombreuses espèces migrent la nuit.

Mise en place d'un bridage « cut-in-speed ».

Le parc fera l'objet d'un bridage de type « cut-in-speed » de jour sur l'ensemble de ses éoliennes : mise en drapeau des pales des éoliennes aux vitesses de vents inférieures au démarrage de la production d'électricité par éolienne. La vitesse « cut-in-speed » est d'environ 3m/s pour ces éoliennes actuellement.

Ce type de mesure commence à être mis en œuvre sur plusieurs parcs et à apporter des effets positifs sur certains d'entre eux. Il y a toutefois pour l'instant peu de retours d'expérience à ce jour. Notre connaissance des comportements des oiseaux, nous permet de penser que la mise en œuvre de cette mesure pourrait diminuer la mortalité des oiseaux. Cette mesure pourrait être testée sur l'année 2024.

Il est proposé de mettre en œuvre des paramètres de « cut-in-speed » différents en fonction de la période. Ils sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 49 : Proposition de bridage « cut-in-speed » pour le parc des Pierrots pour 2024.

	Période n°1	Période n°2
Période de mise en service du bridage	Du 1 ^{er} mai au 30 septembre	Du 1 ^{er} octobre au 30 novembre
Période journalière	Jour	Jour et nuit
Seuil de vent : « cut-in-speed »	4 m/s	

Entretien rigoureux des plateformes

Il est important que les plateformes des éoliennes ne soient pas attrayantes pour le petit gibier de plaine, afin d'éviter d'attirer les prédateurs que sont les oiseaux de type « rapaces », espèces sensibles aux risques de collision. Afin d'éviter une telle attractivité, une fauche régulière ou un ré-empierrement des plateformes doit être mis en place.

Poursuivre le suivi post implantation en 2024

Un nouveau suivi mortalité et un suivi altitude seront réalisés sur la période allant de début mars à fin novembre 2024, avec un rythme d'un passage par semaine, sauf pour les mois d'août à octobre où deux passages par semaine seront effectués. Ceci permettra d'évaluer la mortalité des chauves-souris et également des oiseaux sur l'ensemble des périodes (migration printanière, mise-bas et migration automnale) et de mesurer l'efficacité des mesures correctives mises en œuvre.

3

Conclusion

3 Conclusion

Le protocole mis en place dans le cadre de ce suivi mortalité, comprenant 53 passages, est en cohérence avec l'arrêté d'exploitation du parc des Pierrots et le protocole national de 2018. Avec 53 passages répartis sur la période de mars à novembre, le protocole mis en œuvre va au-delà du protocole national de 2018.

Lors de l'étude d'impact de 2014, plusieurs écoutes en altitude ont été réalisées au niveau d'éoliennes appartenant à des parcs voisins (parc de Barbes d'or et parc des Tilleuls). Lors de cette étude, plusieurs espèces de chauves-souris de haut vol ont été identifiées. L'impact potentiel du parc des Pierrots sur les chiroptères a ainsi été considéré comme modéré dans l'étude d'impact.

En 2023, 39 cadavres dont 33 oiseaux (12 espèces) et 6 chauves-souris (4 espèces) ont été observés lors des 53 passages de suivi de la mortalité qui s'étendait 2 mars au 30 novembre.

Sur l'ensemble du suivi, les zones prospectées ont subi de fortes évolutions de l'occupation du sol et de la hauteur de végétation ce qui a été une forte contrainte dans la recherche de cadavres et a eu une incidence sur les coefficients correcteurs de surfaces. Ces variations sont du fait que ce dernier est quasi-exclusivement utilisé à des fins d'agriculture. Les parcelles en orge et en colza sont celles ayant le plus évoluées durant le suivi en raison de la moisson en juillet. De plus, la persistance semble relativement faible sur la grande majorité du parc, avec des temps moyens d'environ 1 à 2 jours, sauf au niveau de l'éolienne E11 où on observe le taux de persistance le plus élevé avec 3,1 jours en moyenne. Pour limiter, l'effet de la persistance, il est à noter que le rythme de passage a été augmenté à deux passages par semaine au cours des mois d'août, septembre et octobre. A ces coefficients correcteurs s'ajoutent également le coefficient d'efficacité de recherche. Ainsi, les probabilités globales de détection calculées sont faibles et les estimations de mortalité qui intègrent ces facteurs sont importantes pour les oiseaux et les chauves-souris.

Concernant les oiseaux retrouvés aux pieds des éoliennes en 2023 (33 individus pour 11 éoliennes), il s'agit notamment d'espèces migratrices dont les dates de découverte coïncident avec leurs passages sur la région (Martinet noir, Roitelet triple bandeau, ...). Pour le Faucon crécerelle et l'Alouette des champs, il s'agit possiblement d'individus locaux.

L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 308 (Huso), 317 (Erickson) à 636 (Korner-Nievergelt) cas de mortalité d'oiseaux sur la période de suivi, soit en moyenne au niveau du parc **d'une estimation de la mortalité allant de 28 (Huso), 28,8 (Erickson) à 57,8 (Korner-Nievergelt) oiseaux/éolienne sur l'ensemble du suivi** mais où les observations se concentrent sur 259 jours entre le premier cadavre trouvé et le dernier. **Avec l'estimateur GenEst, sur l'ensemble du parc éolien des Pierrots, la médiane de la mortalité de l'avifaune est d'environ 298 cadavres** [IC 5 - 95 % : 193,7 ; 426,1]. Cette estimation est réalisée sur 9 éoliennes, l'estimateur GenEst ne pouvant pas effectuer d'estimation pour les éoliennes avec aucune observation de cadavre d'oiseaux.

Au regard de l'ensemble de ces résultats (mortalité brute et estimée) sur l'ensemble du suivi en 2023, **l'impact du parc apparaît significatif pour les oiseaux.** On observe notamment une mortalité importante des Alouettes des champs (10 cas) et du Faucon crécerelle (7 cas). Il apparaît nécessaire de mettre en place des mesures permettant de réduire cette mortalité. Ainsi, le parc fera l'objet d'un bridage de type « cut-in-speed » de jour sur l'ensemble de ses éoliennes (mise en drapeau des pales des éoliennes aux vitesses de vents inférieures au démarrage de la production d'électricité par éolienne). Actuellement, la vitesse « cut-in-speed » est d'environ 3 m/s pour ces éoliennes. La mesure propose de la passer à 4 m/s sur certaines périodes de l'année.

- À la suite des mortalités avérés et aux enjeux sur les oiseaux diurnes sur le parc, il est demandé d'adapter un bridage de jour « cut in speed » du 01/05 au 30/09 à 4 m/s.

3 Conclusion

- En période de migration automnal des passereaux et notamment du Roitelet triple bandeau, il est demandé d'étendre cette mesure de bridage « Cut in speed » à 4 m/s la nuit : du 01/10 au 30/11.

Tableau 50 : Proposition de bridage « cut-in-speed » pour le parc des Pierrots pour 2024.

	Période	Paramètres
« Cut-in-speed » - période n° 1	Du 1 ^{er} mai au 30 septembre	Cut-in-speed : 4 m/s ; En journée : du lever au coucher du soleil
« Cut-in-speed » - période n° 2	Du 1 ^{er} octobre au 30 novembre	Cut-in-speed : 4 m/s ; Sur l'ensemble du jour et de la nuit

Le suivi de la mortalité en 2024 pourra permettre de tester l'efficacité de cette mesure. En fonction de son efficacité, les paramètres pourront ainsi être modulés.

Concernant les chauves-souris, l'activité mesurée en altitude montre qu'elles sont présentes principalement sur les mois de mai à octobre, comme en 2022. **On observe également une activité plus importante sur le mois d'août correspondant à la phase de migration des Noctules. Ceci est particulièrement le cas pour la Noctule commune.** La Noctule de Leisler semble relativement constante sur toute la période d'observation des chiroptères. Par ailleurs, on note une activité importante des pipistrelles en altitude au cours du mois de juin 2023. Elles restent présentes sur les autres mois mais moins fréquemment. Les 6 découvertes de cadavres de chauves-souris semblent correspondre au pic d'activité des chiroptères sur le site, c'est-à-dire à la période de migration automnale. Trois espèces, sur les 4 découvertes, ont été contactées dans le cadre des enregistrements en altitude. Le Grand Murin n'a ainsi pas été enregistré lors du suivi en altitude. Il est à noter que cette espèce est peu commune en altitude et ne fait pas partie des espèces fréquemment découvertes dans le cadre de suivi mortalité de parc éolien.

L'utilisation des formules d'estimation amène à estimer une mortalité la plus probable de l'ordre de 53 (Erickson), 55 (Huso) à 106 (Korner-Nievergelt) cas de mortalité de chiroptères sur la période de suivi, soit en moyenne au niveau du parc **d'une estimation de la mortalité allant de 4,8 (Erickson), 5 (Huso) à 9,6 (Korner-Nievergelt) chiroptères/éolienne sur l'ensemble du suivi**, mais où les observations se concentrent sur 70 jours (31/07/2023 au 09/10/2023) entre le premier et le dernier cadavre trouvé. **En se basant sur les analyses de l'estimateur GenEst, la mortalité estimée des chiroptères est d'environ 42 individus [IC 5 - 95 % : 13,4 ; 94,2]** sur l'ensemble du parc. Cette estimation est réalisée sur 4 éoliennes, l'estimateur GenEst ne pouvant pas effectuer d'estimation pour les éoliennes avec aucune observation de cadavre de chauves-souris.

Les espèces de chauves-souris, retrouvées en 2023, ne sont pas menacées en France ou en région Centre-Val-de-Loire à l'exception de la Noctule commune (Vulnérable au niveau national). **Le bridage mis en place en 2023 a permis de diminuer la mortalité des chauves-souris.** Pour la Noctule commune, le bridage montre un taux de préservation important. Il permet de couvrir 92,7% de l'activité de cette espèce, correspondant à 21 minutes sur 289 minutes de présence. Néanmoins, on observe la mortalité de cette espèce menacée en période de migration, avec 2 cas recensés en 2023 et une activité en altitude confirmée. **Du fait de la mortalité de cette espèce menacée, l'impact du parc apparaît significatif en 2023 pour les chauves-souris.**

En comparaison avec le suivi n°1 réalisé au cours de l'année 2022, on observe que la mortalité brute est sensiblement identique, en 2023, pour les oiseaux (36 cadavres en 2022 et 33 cadavres en 2023). En revanche, elle a diminué pour les chauves-souris en passant de 19 cadavres en

3 Conclusion

2022 à 6 cadavres en 2023. Elle a ainsi été divisée par 3, bien que l'activité en altitude en 2023 ait été plus importante en comparaison au suivi effectué en 2022. Elle est 2 fois plus importante toutes espèces confondues et 5 fois plus importantes pour la Pipistrelle commune (espèce non trouvée en 2023 lors du suivi de la mortalité). La mise en place d'un bridage (cf Tableau 46) entre le 1^{er} mai et le 31 octobre a permis de diminuer la mortalité des chauves-souris.

Par conséquent, au regard des résultats de l'analyse de l'activité des chauves-souris enregistrée en altitude en 2022 et en 2023, et des mortalités observées de Noctule commune, nous recommandons de maintenir ce bridage sur la période d'activité des chauves-souris observées en altitude et de le renforcer durant la période de migration des Noctules communes (9 cas de mortalité en 2022 et 2 en 2023), c'est-à-dire au mois d'août. L'ensemble des paramètres du bridage sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 51 : Proposition de bridage pour les chauves-souris sur le parc des Pierrots en 2024.

	Période	Paramètres
Bridage de nuit - période n° 1	Toute la nuit, du 1 ^{er} mai au 31 juillet	Vent : ≤ 6m/s ; Température : ≥ 13°C ; Du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations (inférieures à 0,2 mm/h)
Bridage de nuit - période n° 2	Toute la nuit, du 1 ^{er} août au 31 août	Vent : ≤ 6,5m/s ; Température : ≥ 13°C ; Du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations (inférieures à 0,2 mm/h)
Bridage de nuit - période n° 2	Toute la nuit, du 1 ^{er} septembre au 31 octobre	Vent : ≤ 6m/s ; Température : ≥ 13°C ; Du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations (inférieures à 0,2 mm/h)

L'arrêté d'exploitation du parc prévoit la mise en place d'un suivi environnemental au cours des trois premières années. Le suivi environnemental qui va être mené en 2024 permettra de confirmer l'efficacité des mesures correctives mises en place pour les chauves-souris et les oiseaux au travers du suivi de la mortalité de ces taxons. Le suivi de la mortalité des chauves-souris sera également couplé à un suivi en altitude de l'activité chiroptérologique.

4

Bibliographie

4 Bibliographie

- AKAIKE, Hirotugu. A new look at the statistical model identification. IEEE transactions on automatic control, 1974, vol. 19, no 6, p. 716-723. ANDRE, Y. 2004. - Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort. 20 p.
- ARNETT E. B., ERICKSON W., KERNS J. & HORN J., 2005. – Relationship between bats and wind turbine in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. – Bats and Wind Energy Cooperative, 168 p.
- ARNETT E. B., SCHIRMACHER M., HUSO M. & HAYES J., 2009. – Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. – Bats and Wind Energy Cooperative, 44 p.
- ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. (2015). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Editions Biotope, Coll. Parthénope, Muséum National d'Histoire Naturelle, 544 p.
- BAERWALD E. & BARCLAY R., 2009. – Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. – Journal of Mammalogy 90(6), p. 1341-1349.
- BARRIENTOS, Rafael, MARTINS, Ricardo C., ASCENSÃO, Fernando, et al. A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. Biological conservation, 2018, vol. 222, p. 146-153.
- BORNER, L., DURIEZ, Olivier, BESNARD, A., et al. Bird collision with power lines: estimating carcass persistence and detection associated with ground search surveys. Ecosphere, 2017, vol. 8, no 11, p. e01966.
- BROWN R. ET AL. (2014). Traces et indices d'oiseaux ; pistes, nids, plumes, crânes... Delachaux et Niestlé. 333 p.
- DALTHORP, D., MADSEN, L., HUSO, M., RABIE, P., WOLPERT, R., STUDYVIN, J., SIMONIS, J., and MINTZ, J., 2018, GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 7, chap. A2, 13 p., <https://doi.org/10.3133/tm7A2>.
- DIETZ, C. ET VON HELVERSEN, O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.
- DOMÍNGUEZ DEL VALLE, Jon, CERVANTES PERALTA, Francisco, et JAQUERO ARJONA, María I. Factors affecting carcass detection at wind farms using dogs and human searchers. Journal of Applied Ecology, 2020, vol. 57, no 10, p. 1926-1935.
- DÜRR, T. (2023). Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe.
- ERICKSON, W.P.; JOHSON, G.D.; STRICKLAND, M.; KRONNER, K. (2000). Final Report: avian and bat mortality associated with the Vansycle wind project. pp 1-26.
- FRAIGNEAU C. (2007). Reconnaître facilement les plumes – collecter, identifier, interpréter, conserver. Delachaux et Niestlé. 192 p.
- FRAIGNEAU C. (2017). Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 400 p.
- GAULTIER, S.P., MARX, G., & ROUX, D., 2019. Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p. https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf
- GAULTIER, Simon P., BLOMBERG, Anna S., IJÄS, Asko, et al. Bats and wind farms: The role and importance of the Baltic Sea countries in the European context of power transition and biodiversity conservation. Environmental Science & Technology, 2020, vol. 54, no 17, p. 10385-10398.
- HARTER N. 2015. Eoliennes et mortalité des chiroptères : synthèse des résultats du suivi d'une quinzaine de parcs éoliens en Champagne-Ardenne. Rencontre chiroptères Grand-Est, Saint-Brisson, 16-18 octobre 2015. 15p.
- HUSO, M. M. (2010). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. Environmetrics, 22(3), 318-329. doi: 10.1002/env.1052 19 p.

4 Bibliographie

- HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. 2005. Bat migrations in Europe: A review of banding data and literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* No. 28: 1-172.
- KORNER-NIEVERGELT, F., KORNER-NIEVERGELT, P., BEHR, O., et al. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology*, vol. 17, no 4, p. 350-363.
- KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIERMANN, I. & BEHR, O. (2013). Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. *PLoS ONE* 8(7), e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.
- KORNER-NIEVERGELT F, BEHR O, BRINKMANN R, ETTERSON MA, HUSO MM, DALTHORP D, KORNER-NIEVERGELT P, ROTH T and NIERMANN I (2015). "Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass - a tutorial." *Wildlife Biology*, pp. 30-43.
- LABROSSE, A. (2009). Determining factors affecting carcass removal and searching efficiency during the post-construction monitoring of wind farms. University of Northern British Columbia.
- MARCHESI, P., BLANT, M. ET CAPT, S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.
- MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE (MEDDE), 2015, Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestre, Novembre 2015, 40p.
- PONCE, Carlos, ALONSO, Juan Carlos, ARGANDOÑA, Gonzalo, et al. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation*, 2010, vol. 13, no 6, p. 603-612.
- REYES, Gabriel A., RODRIGUEZ, Meredith J., LINDKE, Kenneth T., et al. Searcher efficiency and survey coverage affect precision of fatality estimates. *The Journal of Wildlife Management*, 2016, vol. 80, no 8, p. 1488-1496.
- RYDELL, J, OTTVALL, R, PETTERSSON, S, & GREEN M. (2017) The effects of wind power on birds and bats, an updated synthesis report 2017, Swedish Environmental Protection Agency. ISBN 978-91-620-6791-5, ISSN 0282-7298, 129p.
- SMALLWOOD, K. Shawn. Estimating wind turbine-caused bird mortality. *The Journal of Wildlife Management*, 2007, vol. 71, no 8, p. 2781-2791.
- SVENSSON L. (2014). Le guide ornitho, le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 448 p.

Sites Internet

- DURR, 2022:
<https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarde/arbeitschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/#>

A

Annexes

A Annexe 1 : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité

Annexe 1 : Détails des arrêtés relatifs aux installations de production d'électricité

« Arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

L'arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement est modifié conformément aux dispositions des articles 2 à 22 du présent arrêté. »

« Arrêté du 22 juin 2020 - art. 9 a modifié les dispositions suivantes :

Modifie Arrêté du 26 août 2011 - art. 12 (V) , L'article 12 est remplacé par : »

« Art. 12.-L'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Sauf cas particulier justifié et faisant l'objet d'un accord du Préfet, ce suivi doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation afin d'assurer un suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères susceptibles d'être présents. Dans le cas d'une dérogation accordée par le Préfet, le suivi doit débuter au plus tard dans les 24 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation. « Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent suivi a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation de l'installation. « Le suivi mis en place par l'exploitant est conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées. « Les données brutes collectées dans le cadre du suivi environnemental sont versées, par l'exploitant ou toute personne qu'il aura mandatée à cette fin, dans l'outil de télé-service de " dépôt légal de données de biodiversité " créé en application de l'arrêté du 17 mai 2018. Le versement de données est effectué concomitamment à la transmission de chaque rapport de suivi environnemental à l'inspection des installations classées imposée au II de l'article 2.3. Lorsque ces données sont antérieures à la date de mise en ligne de l'outil de télé-service, elles doivent être versées dans un délai de 6 mois à compter de la date de mise en ligne de cet outil. « Dans le cas d'un projet de renouvellement d'une installation existante, autre qu'un renouvellement à l'identique ou une extension au sens de l'article R. 181-46-I du code de l'environnement, l'exploitant met en place un suivi environnemental, permettant d'atteindre les objectifs visés au 1er alinéa du présent article, dans les 3 ans qui précèdent le dépôt du porter à connaissance au préfet prévu par l'article R. 181-46 du code de l'environnement.

A Annexe 2 : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale

Annexe 2 : Détails sur les méthodes d'inventaires attendues à l'échelle nationale

semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques spécifiques	Dans tous les cas		Si enjeux avifaunistiques en période hivernale
Suivi d'activité des chiroptères	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

Figure 114 : Périodes lors desquelles le suivi de mortalité est attendu selon le protocole national 2018

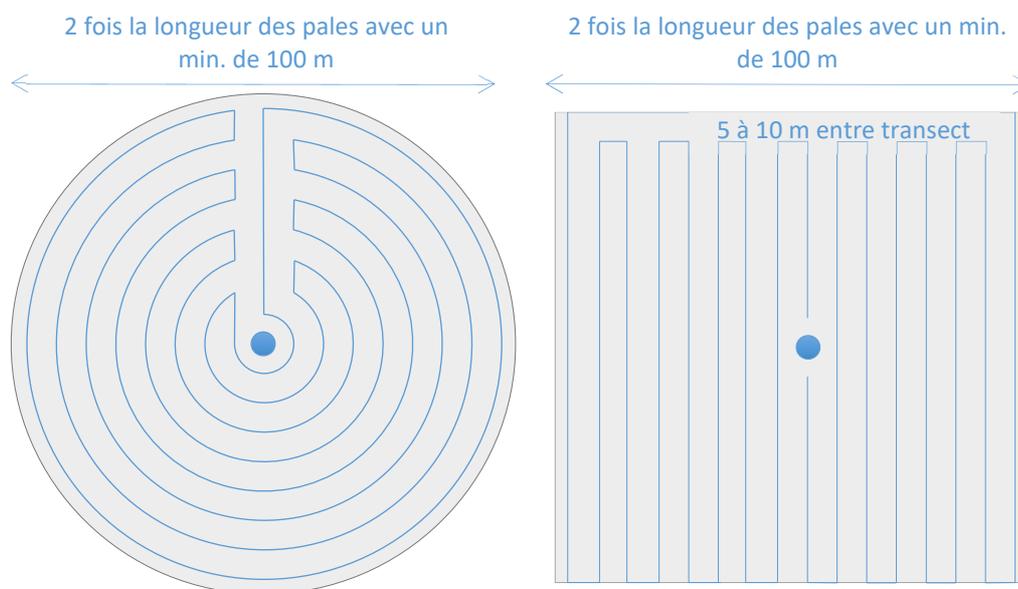


Figure 115 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter (largeur de transects de 5 à 10 m) (extrait du protocole national 2018).

A Annexe 3 : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques

Annexe 3 : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques

L'objectif de ce suivi est de proposer une estimation de la mortalité réelle des chauves-souris et des oiseaux, au sein du parc. Le protocole national révisé en 2018 demande de préciser les incertitudes de l'estimation de la mortalité.

Tel que demandé par le protocole national, deux tests de prédation ont été réalisés dans le cadre du suivi de la mortalité. Ces tests ont été réalisés au cours du suivi pour que les résultats puissent être représentatifs des grandes périodes biologiques (saisons). Pour ce faire, les leurres ont été disposés de manière aléatoire pour chaque éolienne suivie au sein des zones de prospections. Tel que demandé dans le protocole national, deux tests ont été réalisés dans le cadre du suivi de la mortalité. Ces deux tests sont réalisés par la méthode de l'échantillonnage stratifié en fonction des différents types d'occupation du sol que l'observateur est susceptible de prospecter tout au long du suivi. Le moment de réalisation des tests doit permettre de tester l'observateur dans un maximum de situations d'occupation du sol, à l'échelle de l'ensemble du parc éolien. De 10 à 15 leurres identiques sont disposés aléatoirement pour chaque catégorie d'occupation du sol à tester et sur l'ensemble du parc, à l'insu de l'observateur.

Le principe général des estimations par éolienne est le suivant :

$$Ne = Nd / (a \times P(s,f))$$

Ne = nombre estimé le plus probable de chauves-souris ou d'oiseaux tués par les éoliennes au sein de la zone prospectée.

Nd = nombre total de cadavres découvert de chauves-souris ou d'oiseaux dont la mort est imputable aux éoliennes.

a = Coefficient correcteur de surface moyen pondéré, calculé par simple proportion du taux moyen de surfaces prospectées et pondéré par la durée inter-passage.

P(s,f) = **Probabilité de détection propre à chaque méthode d'estimation** (e.g. de Erickson, de Jones, de Huso, de Korner-Nievergelt etc.). Les équations sous-jacentes à chaque méthode d'estimation font toutes appel à **deux coefficients correcteurs** que sont le coefficient de persistance (**s**) (qui peut être exprimée comme une durée de persistance ou comme une probabilité de survie suivant les formules) et le coefficient d'efficacité de recherche moyen (**f**). La valeur de **P(s,f)** obtenue correspond à une probabilité de détection moyenne tenant compte du fait que certains cadavres sont manqués faute de détection parfaite et d'autre du fait de leur disparition. Associée au nombre de cadavres trouvés durant le suivi pour chaque éolienne (**Nd**) ainsi qu'à la surface moyenne prospectée (**a**), il est possible d'estimer la mortalité réelle. Ainsi **a x P(s,f)** correspond une **probabilité globale de détection des cadavres**.

La détermination des coefficients correcteurs « s » et « f » est très importante du fait de leur effet sur l'estimation de **Ne**. C'est pour cela qu'il est particulièrement important d'avoir la capacité d'évaluer *a posteriori* la précision de leurs évaluations.

Limites générales à la démarche d'estimation de la mortalité :

Pour le moment, les incertitudes des différents coefficients correcteurs ne sont pas utilisées dans les calculs de l'incertitude de l'estimation de la mortalité. Toutefois, il est possible d'évaluer cela en regardant 1) les incertitudes de chaque coefficient correcteur pour vérifier leur qualité et 2) en analysant en même temps les incertitudes de l'estimation de mortalité finale elle-même. En effet, l'intervalle de confiance de l'estimation de mortalité sera d'autant plus large que la probabilité de détection globale moyenne est faible et que le nombre de cadavres découverts est grand.

L'utilisation de modèles, suivie d'une sélection par AIC pour déterminer les coefficients correcteurs (persistance et efficacité de recherche), a pour avantage 1) de générer les incertitudes aux coefficients correcteurs pour évaluer leur précision, 2) de prendre en compte le

A Annexe 3 : Détails sur les coefficients correcteurs et des méthodes statistiques

design expérimental des tests (notamment le nombre de leurres déployés qui limitent la capacité prédictive des modèles) en respectant les contraintes statistiques et aussi 3) de réaliser la meilleur stratification (intégration de tous facteurs influençant la détectabilité) pour décrire au plus juste la réalité du suivi. Toutefois, il n'est pas possible d'intégrer toutes les sources de variation, comme le travail des agriculteurs sur leurs parcelles. En effet, le travail du sol dépend de la météo et il est impossible de savoir à quel moment les agriculteurs vont passer sur leurs champs, entraînant l'enterrement involontaire/aléatoire des cadavres.

Tel que défini par le protocole national, « seules les zones à ciel ouvert et praticables sont prospectées. Le reste de la surface échantillon devra faire l'objet d'une correction proportionnelle par coefficient surfacique ». Les zones non prospectables sont définies comme 1) des secteurs de boisements ou alors 2) comme des végétations ne permettant pas de pénétrer dans la parcelle ou enfin 3) comme une parcelle où la détectabilité est proche de zéro. Par notre expérience, une végétation au-delà de 30 cm de hauteur limite très fortement la capacité de détection des cadavres. En fonction du type de couvert, le technicien a la possibilité de continuer à prospecter s'il estime que sa capacité de détection est encore significative ou de considérer la parcelle comme non prospectable. Les surfaces non prospectées sont alors prises en compte par le coefficient correcteur de surface

Le coefficient correcteur de surface par simple proportion, tel que demandé par le protocole national suppose comme hypothèse que la densité des cadavres est identique entre les zones prospectées et celles non prospectées. Par ailleurs, il est assez fréquent que le faible nombre de cadavres ne permette pas de quantifier la relation entre la densité de cadavres et la distance au sol de l'éolienne. Toutefois, ce sont majoritairement les zones éloignées des mâts qui ont le plus de chance de ne pas pouvoir être prospectées du fait de la présence récurrente d'une plateforme et chemin d'accès prospectable au pied des éoliennes. Ainsi, considérer à tort que la densité est homogène, peu importe la distance à éolienne, est donc en général conservateur (ne réduit pas l'estimation) au contraire d'une relation distance dépendance (Arnett et al. 2005). Toutefois, ces zones non prospectables participent à minimiser la mortalité observée mais aussi à surestimer la mortalité estimée par l'effet direct du coefficient correcteur de surface sur la probabilité de détection globale.

Tous les estimateurs utilisés ici se basent sur l'hypothèse que la mortalité est constante tout au long du suivi. Ce qui est vraisemblablement faux du fait des différentes phases du cycle biologique que peut couvrir un suivi. Des variables supplémentaires (comme l'activité acoustique pour les chiroptères), pourraient permettre de pondérer l'estimation de la mortalité en fonction de l'activité au cours du temps.

Le protocole national précise « Qu'il s'agisse du test d'efficacité ou du test de persistance des cadavres, il s'agira de s'assurer que les résultats permettent bien une utilisation statistique robuste dans l'estimation de la mortalité. ». Pour le test de persistance, le nombre de cadavres déployés va directement influencer la puissance statistique permettant d'estimer la vitesse de persistance moyenne, et d'autant plus si la vitesse de disparition est forte. En fonction de la pression de prédation (difficilement estimable au début du suivi), un nombre trop faible de cadavre (défini par défaut au début du suivi) peut impliquer l'incapacité d'estimer de manière robuste le coefficient de prédation pour chaque éolienne, voir même à l'échelle du parc. Ainsi, suivant les situations, cela peut remettre en cause cette demande spécifique du protocole national. Cela peut même engendrer l'incapacité de répondre au protocole national dans son ensemble si l'estimation de mortalité devient impossible. D'autre part, le nombre important de rats déposés (concentration), ainsi que leur taille et leur couleur peuvent générer des phénomènes d'attraction/saturation sur les prédateurs. Dans la mesure du possible, il convient d'éviter les souris/rats blancs mais cela est rarement possible en raison du manque de production de rongeurs gris. Ainsi, les rongeurs doivent correspondre le plus possible en taille à des chiroptères, en l'absence d'alternative satisfaisante (répétabilité des tests notamment).

Le protocole national prévoit également une « Analyse croisée avec les données et résultats de suivis d'activité en continu des chauves-souris (corrélations entre pics d'activité et mortalités, entre l'évolution du cortège d'espèces inventorié par suivi en continu en nacelle et la chronologie de la mortalité par espèce...) ». Comme les protocoles acoustique et mortalité sont réalisés de manière indépendante, notamment pour les éoliennes suivies, la cohérence des résultats reste très aléatoire. A minima, la comparaison sera descriptive et tentera de mettre en lumière les possibles liens entre ces deux sources de données.

A Annexe 4 : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%

Annexe 4 : Définition de l'AIC et des intervalles de confiances à 95%

- L'AIC est l'anagramme du critère d'information d'Akaike, (en anglais Akaike information criterion ou AIC). Il s'agit d'un indice calculé pour évaluer la qualité d'un modèle statistique proposée par Hirotugu Akaike en 1973. Cet indice permet de comparer plusieurs modèles sur une base objective et notamment en pénalisant les modèles en fonction du nombre de paramètres (complexification) afin de satisfaire le critère de parcimonie. Les modèles avec une valeur d'AIC la plus faible sont les plus pertinents à sélectionner. L'AIC weight permet de classer les modèles par leur pourcentage d'intérêt relativement aux autres par pondération des valeurs d'AIC.
- L'intervalle de confiance à 95% se caractérise par une borne basse et haute entre lesquelles la valeur réelle (et estimée statistiquement) a 95% de chance de se situer.

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL

Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 24 juillet 2023

Rapport d'incident :

Donnée brute d'une mortalité liée au fonctionnement d'un parc éolien

(Article R.512-69 du Code de l'Environnement)

Date : 24 juillet 2023

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 24 juillet 2023

Fiche Incident : Déclaration de mortalité

Donnée brute et analyse d'une mortalité liée au fonctionnement
du parc éolien des Pierrots- Saint-Georges-sur-Arnon et Migny- Indre (36)

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	25/07/2023
Rédacteur (Point contact administration)	BIOTOPE – Julien TRANCHARD BIOTOPE – Sophie LAURENT
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	PARC EOLIEN LES PIERROTS SAS 50 rue Madame de Sanzillon 92110 Clichy

2. Données brutes

Date de découverte de l'individu	21/07/2023
Nom et qualité de la personne ayant découvert l'individu	Julien BARGE <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'Etude <input type="checkbox"/> Autre ?
Cadre de découverte de l'individu	<ul style="list-style-type: none"> L'individu a été découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Coordonnées du lieu de découverte (a minima commune / département) : Migny / Indre (36) Numéro de l'éolienne : E10 Distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 25,43 m Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Sud Estimation de la date de la mort de l'individu : Entre le 14 juillet après-midi et le 19 juillet après-midi (délai entre les passages de suivi mortalité) Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Déchaume (hauteur moyenne de végétation : 5cm) 
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> Type d'espèce identifiée : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Avifaune <input type="checkbox"/> Chiroptère

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 24 juillet 2023

	<ul style="list-style-type: none"> Espèce présumée (<i>nom commun, nom scientifique</i>) : Linotte mélodieuse (<i>Linaria cannabina</i>) Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 Catégorie Liste rouge : Protégée en France Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale : NT : Quasi menacée
<p>Informations particulières relatives à l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Âge (<i>si possible</i>) : Indéterminé Sexe (<i>si possible</i>) : Indéterminé Etat de l'individu découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort sans blessure visible <input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible <input checked="" type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s) Etat du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé

3. Analyse

Eolienne impliquée	<ul style="list-style-type: none"> Eolienne équipée d'un système détection/effarouchement : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de dispositif, si en lien avec l'individu objet de la découverte : / Eolienne faisant l'objet d'une mesure de régulation : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, préciser la mesure en place, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
<p>Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé</p>	<ul style="list-style-type: none"> Contexte : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Travaux agricoles récents <input type="checkbox"/> Vague de migration <input type="checkbox"/> Couple cantonné connu à proximité <input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé <input type="checkbox"/> Autre ? Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : / Hypothèse avancée : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Adulte en chasse

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 24 juillet 2023

Causes probables de l'incident	<input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage <input type="checkbox"/> Migrateur <input checked="" type="checkbox"/> Collision <input type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte. <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.			
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc :			
		Date	Lieu	Nombre
		/	/	/

4. Autres commentaires

Aucun commentaire

5. Mesures correctives proposées par l'exploitant, le cas échéant

Première observation de l'espèce sur le site en 2023, aucune mesure corrective n'est proposée dans l'état actuel du suivi.

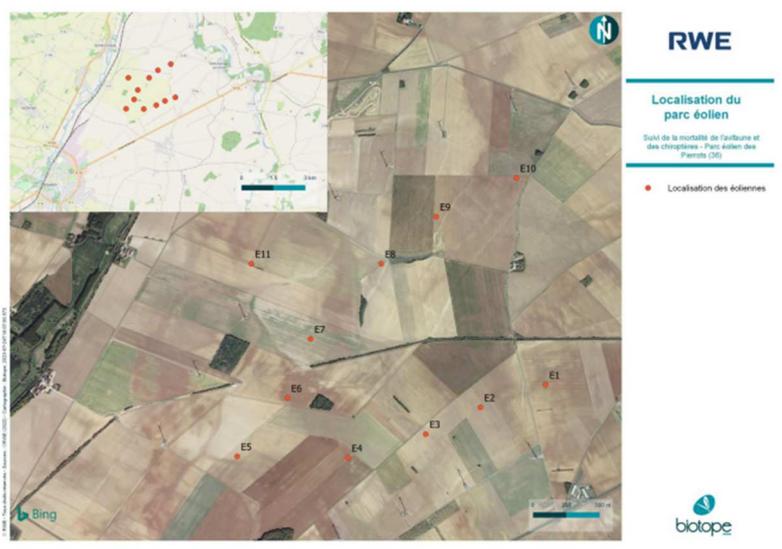
6. Eléments complémentaires transmis

- Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site
- Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*
- Radiographie, *si réalisée*
- Rapport d'autopsie, *si réalisée*
- Analyse toxicologique, *si réalisée*
- Constat par un agent assermenté, *si réalisé*

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
 Procédure administrative – 24 juillet 2023

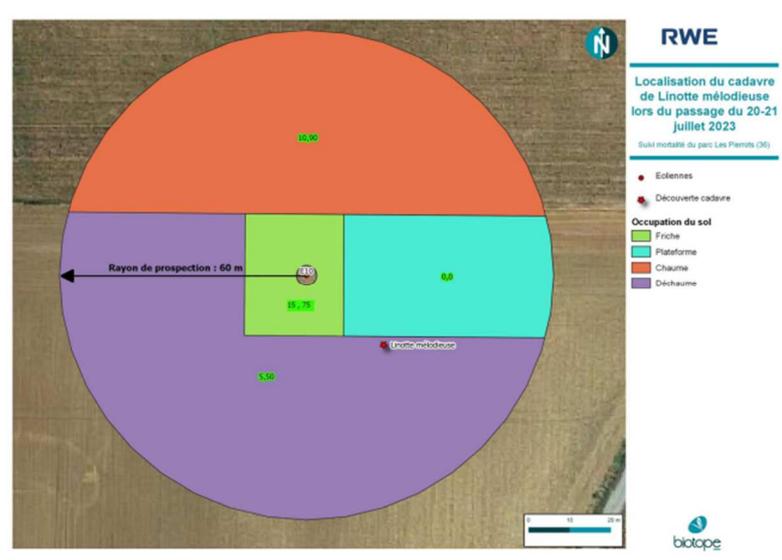


Version Octobre 2021

Page 5 sur 7



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
 Procédure administrative – 24 juillet 2023



Version Octobre 2021

Page 6 sur 7



A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 24 juillet 2023





Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023

Rapport d'incident :
Donnée brute d'une mortalité liée au fonctionnement
d'un parc éolien

(Article R.512-69 du Code de l'Environnement)

Date : 11 août 2023

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023

Fiche Incident : Déclaration de mortalité

Donnée brute et analyse d'une mortalité liée au fonctionnement
du parc éolien des Pierrots- Saint-Georges-sur-Arnon et Migny- Indre (36)

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	11/08/2023
Rédacteur <i>(Point contact administration)</i>	BIOTOPE – Julien TRANCHARD BIOTOPE – Sophie LAURENT
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	PARC EOLIEN LES PIERROTS SAS 50 rue Madame de Sanzillon 92110 Clichy

2. Données brutes

Date de découverte de l'individu	11/08/2023
Nom et qualité de la personne ayant découvert l'individu	Julien BARGE <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'Etude <input type="checkbox"/> Autre ?
Cadre de découverte de l'individu	<ul style="list-style-type: none"> L'individu a été découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Coordonnées du lieu de découverte (a minima commune / département) : Saint-Georges-sur-Arnon / Indre (36) Numéro de l'éolienne : E08 Distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 60m Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Nord Estimation de la date de la mort de l'individu : Dans la nuit du 10 au 11 août 2023 Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Sol nu (hauteur moyenne de végétation : 0 cm) 
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> Type d'espèce identifiée : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Avifaune <input checked="" type="checkbox"/> Chiroptère

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023

	<ul style="list-style-type: none"> • Espèce présumée (<i>nom commun, nom scientifique</i>) : Grand Murin (<i>Myotis myotis</i>) • Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 • Catégorie Liste rouge : Protégée en France – Annexe II de la Directive Habitats / Faune / Flore (<i>Directive 92/43/CEE</i>) Liste rouge nationale : LC : Préoccupation mineure Liste locale ou régionale : LC : Préoccupation mineure
<p>Informations particulières relatives à l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Âge (<i>si possible</i>) : Adulte • Sexe (<i>si possible</i>) : Indéterminé • Etat de l'individu découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort sans blessure visible <input checked="" type="checkbox"/> Mort avec blessure visible <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s) • Etat du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec • Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé

3. Analyse

<p>Eolienne impliquée</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eolienne équipée d'un système détection/effarouchement : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de dispositif, si en lien avec l'individu objet de la découverte : / • Eolienne faisant l'objet d'une mesure de régulation : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, préciser la mesure en place, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Bridage du 1^{er} mai au 31 octobre, par des températures supérieures ou égales à 13°C, par des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m/s, du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations
<p>Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contexte : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Travaux agricoles récents <input type="checkbox"/> Vague de migration <input type="checkbox"/> Couple cantonné connu à proximité <input checked="" type="checkbox"/> Indéterminé <input type="checkbox"/> Autre ? • Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : /

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023

Causes probables de l'incident	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothèse avancée : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Adulte en chasse <input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage <input type="checkbox"/> Migrateur <input checked="" type="checkbox"/> Collision <input type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant / 								
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	<p>Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ? <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non</p> <p>Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Date</th> <th style="width: 33%;">Lieu</th> <th style="width: 33%;">Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">/</td> </tr> </tbody> </table>			Date	Lieu	Nombre	/	/	/
Date	Lieu	Nombre							
/	/	/							

4. Autres commentaires

Aucun commentaire

5. Mesures correctives proposées par l'exploitant, le cas échéant

Première observation de l'espèce sur le site en 2023, aucune mesure corrective n'est proposée dans l'état actuel du suivi.

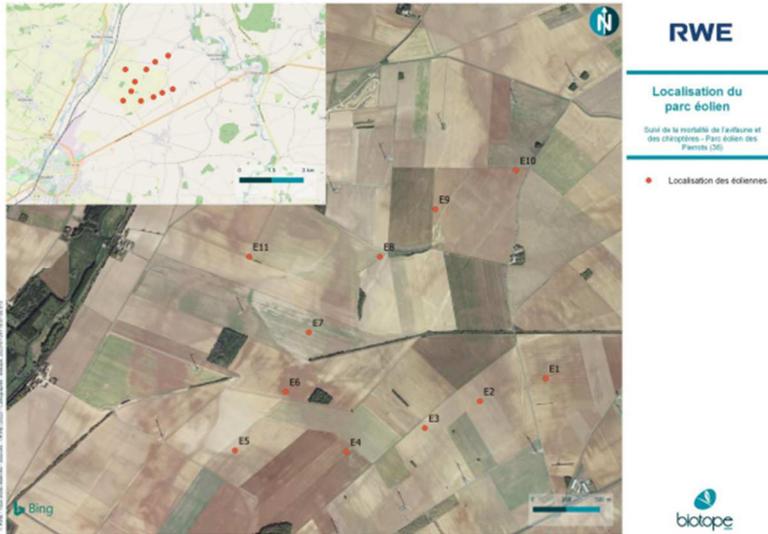
6. Éléments complémentaires transmis

- Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site
- Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*
- Radiographie, *si réalisée*
- Rapport d'autopsie, *si réalisée*
- Analyse toxicologique, *si réalisée*
- Constat par un agent assermenté, *si réalisé*

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023

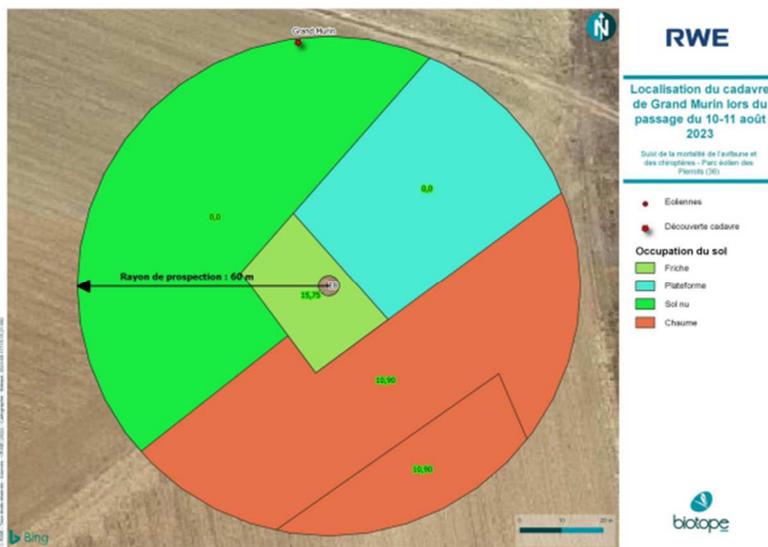


Version Octobre 2021

Page 5 sur 7



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023



Version Octobre 2021

Page 6 sur 7

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023



Version Octobre 2021

Page 7 sur 7



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023

Rapport d'incident :
Donnée brute d'une mortalité liée au fonctionnement
d'un parc éolien

(Article R.512-69 du Code de l'Environnement)

Date : 11 août 2023

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023

Fiche Incident : Déclaration de mortalité

Donnée brute et analyse d'une mortalité liée au fonctionnement
du parc éolien des Pierrots- Saint-Georges-sur-Arnon et Migny- Indre (36)

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	11/08/2023
Rédacteur (Point contact administration)	BIOTOPE – Julien TRANCHARD BIOTOPE – Sophie LAURENT
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	PARC EOLIEN LES PIERROTS SAS 50 rue Madame de Sanzillon 92110 Clichy

2. Données brutes

Date de découverte de l'individu	11/08/2023
Nom et qualité de la personne ayant découvert l'individu	Julien BARGE <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'Etude <input type="checkbox"/> Autre ?
Cadre de découverte de l'individu	<ul style="list-style-type: none"> L'individu a été découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Coordonnées du lieu de découverte (a minima commune / département) : Saint-Georges-sur-Arnon / Indre (36) Numéro de l'éolienne : E01 Distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 10m Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Ouest Estimation de la date de la mort de l'individu : Dans la nuit du 10 au 11 août Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Friche (hauteur moyenne de végétation : 25cm) 
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> Type d'espèce identifiée : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Avifaune <input checked="" type="checkbox"/> Chiroptère

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023

	<ul style="list-style-type: none"> • Espèce présumée (<i>nom commun, nom scientifique</i>) : Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>) • Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 • Catégorie Liste rouge : Protégée en France Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale : NT : Quasi menacée
<p>Informations particulières relatives à l'individu n°1 Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Âge (<i>si possible</i>) : Adulte • Sexe (<i>si possible</i>) : Indéterminé • Etat de l'individu découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible <input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s) • Etat du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec • Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé

3. Analyse

<p>Eolienne impliquée</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eolienne équipée d'un système détection/effarouchement : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de dispositif, si en lien avec l'individu objet de la découverte : / • Eolienne faisant l'objet d'une mesure de régulation : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, préciser la mesure en place, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Bridage du 1^{er} mai au 31 octobre, par des températures supérieures ou égales à 13°C, par des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m/s, du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations
<p>Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contexte : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Travaux agricoles récents <input checked="" type="checkbox"/> Vague de migration <input type="checkbox"/> Couple cantonné connu à proximité <input type="checkbox"/> Indéterminé <input type="checkbox"/> Autre ? • Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : /

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023

Causes probables de l'incident	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothèse avancée : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Adulte en chasse <input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage <input checked="" type="checkbox"/> Migrateur <input type="checkbox"/> Collision <input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant / 						
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	<p>Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non</p> <p>Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Date</th> <th style="width: 33%;">Lieu</th> <th style="width: 33%;">Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">/</td> </tr> </tbody> </table>	Date	Lieu	Nombre	/	/	/
Date	Lieu	Nombre					
/	/	/					

4. Autres commentaires

Aucun commentaire

5. Mesures correctives proposées par l'exploitant, le cas échéant

Première observation de l'espèce sur le site en 2023, aucune mesure corrective n'est proposée dans l'état actuel du suivi.

6. Eléments complémentaires transmis

- Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site
- Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*
- Radiographie, *si réalisée*
- Rapport d'autopsie, *si réalisée*
- Analyse toxicologique, *si réalisée*
- Constat par un agent assermenté, *si réalisé*

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
 Procédure administrative – 11 août 2023

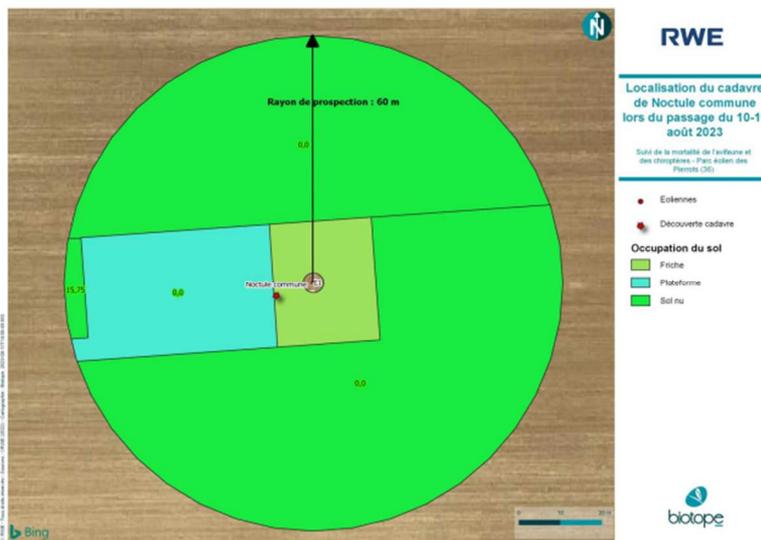


Version Octobre 2021

Page 5 sur 7



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
 Procédure administrative – 11 août 2023



Version Octobre 2021

Page 6 sur 7

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 11 août 2023



Version Octobre 2021

Page 7 sur 7



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 18 août 2023

Rapport d'incident :
Donnée brute d'une mortalité liée au fonctionnement
d'un parc éolien

(Article R.512-69 du Code de l'Environnement)

Date : 18 août 2023

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 18 août 2023

Fiche Incident : Déclaration de mortalité

Donnée brute et analyse d'une mortalité liée au fonctionnement
du parc éolien des Pierrots- Saint-Georges-sur-Arnon et Migny- Indre (36)

1. Informations administratives

Date de renseignement de la fiche	18/08/2023
Rédacteur (Point contact administration)	BIOTOPE – Julien TRANCHARD BIOTOPE – Sophie LAURENT
Coordonnées de l'exploitant ICPE, titulaire des autorisations	PARC EOLIEN LES PIERROTS SAS 50 rue Madame de Sanzillon 92110 Clichy

2. Données brutes

Date de découverte de l'individu	18/08/2023
Nom et qualité de la personne ayant découvert l'individu	Julien BARGE <input type="checkbox"/> Promeneur / Riverain <input type="checkbox"/> Exploitant agricole <input type="checkbox"/> Intervenant <input checked="" type="checkbox"/> Bureau d'Etude <input type="checkbox"/> Autre ?
Cadre de découverte de l'individu	<ul style="list-style-type: none"> L'individu a été découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Au cours d'un suivi environnemental <input type="checkbox"/> Par découverte aléatoire, à préciser Coordonnées du lieu de découverte (a minima commune / département) : Saint-Georges-sur-Arnon / Indre (36) Numéro de l'éolienne : E07 Distance de l'individu par rapport à l'éolienne (en mètres) : 55m Localisation de l'individu par rapport à l'éolienne (Nord / Est / Sud / Ouest, etc.) : Ouest Estimation de la date de la mort de l'individu : Dans la nuit du 16 au 17 août Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) : Sol nu (hauteur moyenne de végétation : 0 cm) 
Informations sur l'individu	<ul style="list-style-type: none"> Type d'espèce identifiée : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Avifaune <input checked="" type="checkbox"/> Chiroptère

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 18 août 2023

	<ul style="list-style-type: none"> Espèce présumée (<i>nom commun, nom scientifique</i>) : Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>) Nombre d'individus découverts dans le cas d'une même espèce : 1 Catégorie Liste rouge : Protégée en France Liste rouge nationale : VU : Vulnérable Liste locale ou régionale : NT : Quasi menacée
<p>Informations particulières relatives à l'individu n°1 <i>Dupliquer ce cadre en cas de pluralité d'individus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Âge (<i>si possible</i>) : Adulte Sexe (<i>si possible</i>) : Mâle Etat de l'individu découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input checked="" type="checkbox"/> Mort sans blessure visible <input type="checkbox"/> Mort avec blessure visible <input type="checkbox"/> Fragment(s) / Ossement(s) Etat du cadavre découvert : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input checked="" type="checkbox"/> Sec Individu bagué : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Indéterminé

3. Analyse

<p>Eolienne impliquée</p>	<ul style="list-style-type: none"> Eolienne équipée d'un système détection/effarouchement : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Si oui, préciser le type de dispositif, si en lien avec l'individu objet de la découverte : / Eolienne faisant l'objet d'une mesure de régulation : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Si oui, préciser la mesure en place, si en lien avec l'individu objet de la découverte : Bridage du 1^{er} mai au 31 octobre, par des températures supérieures ou égales à 13°C, par des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m/s, du coucher au lever du soleil et en l'absence de précipitations
<p>Contexte de l'incident, lorsque celui-ci peut être déterminé</p>	<ul style="list-style-type: none"> Contexte : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Travaux agricoles récents <input checked="" type="checkbox"/> Vague de migration <input type="checkbox"/> Couple cantonné connu à proximité <input type="checkbox"/> Indéterminé <input type="checkbox"/> Autre ? Facteurs complémentaires ayant pu entraîner ou faciliter cette mortalité (conditions de vent, météorologiques particulières, etc.) : /

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 18 août 2023

	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothèse avancée : <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Adulte en chasse <input type="checkbox"/> Jeune en phase d'apprentissage <input checked="" type="checkbox"/> Migrateur 						
Causes probables de l'incident	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Collision <input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre ? <input type="checkbox"/> Inconnue, préciser si des analyses complémentaires ont été réalisées ou sont en cours afin de déterminer les causes de l'incident ainsi que la nature de ces analyses le cas échéant / 						
Récurrence de la découverte de cadavre de cette espèce sur le parc	<p>Cadavre(s) de cette espèce déjà retrouvé(s) sur le parc éolien ?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</p> <p>Si oui, dresser la liste des cadavres de cette espèce découverts sur ce parc :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Date</th> <th>Lieu</th> <th>Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11/08/2023</td> <td>E01</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Date	Lieu	Nombre	11/08/2023	E01	1
Date	Lieu	Nombre					
11/08/2023	E01	1					

4. Autres commentaires

Aucun commentaire

5. Mesures correctives proposées par l'exploitant, le cas échéant

Deuxième observation de l'espèce sur le site en 2023, aucune mesure corrective n'est proposée dans l'état actuel du suivi.

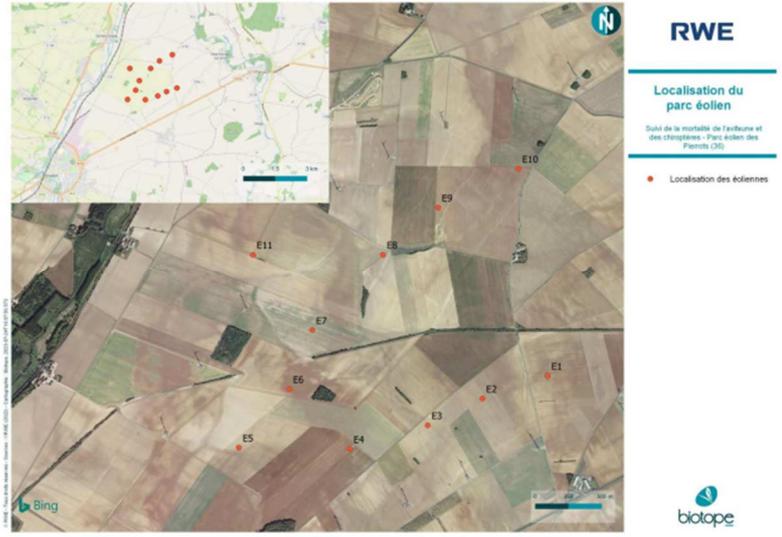
6. Eléments complémentaires transmis

- Plan du site éolien reprenant la numérotation des éoliennes du site
- Photographies de l'individu et de l'éolienne cible, *si disponibles*
- Radiographie, *si réalisée*
- Rapport d'autopsie, *si réalisée*
- Analyse toxicologique, *si réalisée*
- Constat par un agent assermenté, *si réalisé*

A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
 Procédure administrative – 18 août 2023

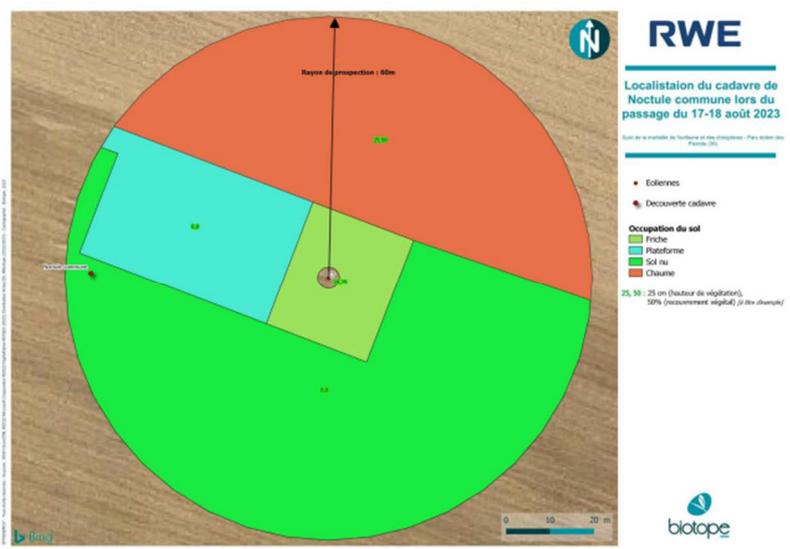


Version Octobre 2021

Page 5 sur 7



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
 Procédure administrative – 18 août 2023



Version Octobre 2021

Page 6 sur 7



A Annexe 5 : Rapports d'incidence envoyés à la DREAL



Parc éolien des Pierrots – Déclaration de Mortalité
Procédure administrative – 18 août 2023



Version Octobre 2021

Page 7 sur 7

A Annexe 6 : Paramètres utilisés lors des analyses de données dans le logiciel GenEst

Annexe 6 : Paramètres utilisés lors des analyses de données dans le logiciel GenEst

GENEST ANALYSIS	MODEL INPUT FOR ANALYSIS	VALUE
<i>GENERAL INPUT</i>	Number of iteration	1000
	Confidence level	0,9
	Carcass Class Column	/
<i>SEARCHER EFFICIENCY</i>	Observations	Search01
	Predictor Variables	Landcover, VegHeight, VegCover, Turbine
	Fixed k	0
	Selected model	p ~ Turbine (~1)
<i>CARCASS PERSISTENCE</i>	Last Time Present	LastPresent
	First Time Absent	FirstAbsent
	Predictor Variables	Turbine
	Distributions	exp ; weibull ; lognormal ; loglogistic
	Selected Distribution	loglogistic
	Selected Location	l ~ Turbine
Selected Scale	s ~ 1	
<i>MORTALITY ESTIMATION</i>	Carcass ID Column	carclD
	Fraction of Facility Surveyed	1
	Density Weighted Proportion	Proportion de la surface échantillonnée par éolienne (voir <i>Utilisation du DWP</i> : « <i>Density Weighted Proportion</i> »)
	Date Found	DateFound
	Search Schedule (SS) Variable	/
	Carcass Observation (CO) Variable	Turbine



Siège social :
22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze
Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - www.biotope.fr