

Suivi post-implantation du parc éolien des Hauts de Melleray (28)

Rapport final



ENVO_L
ENVIRONNEMENT

 énergie
environnement

FICHE CONTRÔLE QUALITÉ

LE PROJET	Libellé mission	Suivi post-implantation du parc éolien des Hauts de Melleray (28) - Année 2024
MAÎTRE D'OUVRAGE	Destinataire du rapport	PELEIA 4 SAS
	Coordonnées	<p>Mathilde PETIT 12 rue Martin Luther King 14280 Saint-Contest Mobile : +33 6 75 28 13 44 Mail : mathilde.petit@jpee.fr</p>  <p>énergie environnement</p>
EN VOL ENVIRONNEMENT	Coordonnées	<p>ENVOL ENVIRONNEMENT CENTRE tbourget@envol-environnement.fr 13 rue de la Tuilerie 41100 Saint-Ouen Tel : 02 54 80 73 59 www.envol-environnement.fr</p> 
	Référence devis	Proposition méthodologique et financière du 16 novembre 2023
	Chargée de projet	Chloé MARTIN
	Référence du projet	PJ2302-0016
	Version	Document du 26 juin 2025



SOMMAIRE

FICHE CONTRÔLE QUALITÉ	2
SOMMAIRE	3
LISTE DES CARTES	5
LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES PRINCIPAUX ACRONYMES UTILISÉS	8
INTRODUCTION	10
PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET MISE EN CONTEXTE	12
1. Contexte règlementaire	12
1.1. Cadre légal national	12
1.2. Cadre légal du parc éolien étudié	12
2. Présentation générale et mise en contexte	13
2.1. Contexte éolien	17
2.2. Zones naturelles remarquables	17
3. Données de l'étude d'impact initiale	19
4. Suivi de mortalité et de l'activité avifaunistique	20
4.1. Suivi comportement de l'avifaune	20
4.2. Suivi mortalité avifaune et chiroptères	20
5. Études réalisées dans le cadre de renouvellement du parc éolien des hauts de melleray	21
5.1. Visite en amont du chantier de renouvellement	21
5.2. Visite pendant la phase chantier de renouvellement	21
MÉTHODE GÉNÉRALE	23
1. Notion de patrimonialité	23
2. Notion de sensibilité	25
ÉTUDE DES HABITATS NATURELS	27
1. Méthodologie d'inventaire des habitats	27
2. Description des habitats	27
SUIVI DE MORTALITÉ	30
1. Méthodologie générale	30
2. Matériels et méthodes	30
2.1. Recherche des cadavres	30
2.2. Détermination des coefficients de correction	36
2.3. Limites du suivi de mortalité	41
3. Résultats des expertises de terrain	42
3.1. Bilan des cadavres observés	42
3.2. Estimation de la mortalité	44
4. Analyse des résultats et discussion	49
4.1. Analyse des cas de mortalité observés	49
4.2. Analyse des résultats des tests	56
4.3. Analyse des calculs de mortalité	57
5. Conclusion générale du suivi de mortalité	61
ÉTUDE DES CHIROPTÈRES	63
1. Protocole d'écoute en continu en nacelle d'éolienne	63
1.1. Objectifs du protocole	63
1.2. Protocole des écoutes en continu	63
2. Méthodologie de traitement des signaux ultrasoniques	67
2.1. Analyse des enregistrements	67
2.2. Traitement des données spécifiques	69
2.3. Limites de l'étude chiroptérologique	70
3. Méthode de calcul des niveaux d'activité par nuit	72

4. Résultats des écoutes en continu en nacelle sur toute la période d'étude	73
4.1. Inventaire complet	73
4.2. Résultats de l'activité chiroptérologique au niveau du rotor durant les transits printaniers	88
4.3. Résultats de l'activité chiroptérologique au niveau du rotor durant la mise-bas	96
4.4. Résultats de l'activité chiroptérologique au niveau du rotor durant les transits automnaux	106
5. Niveaux d'activité et synthèse des sensibilités	115
5.1. Niveaux d'activité par nuit.....	115
5.2. Niveaux de sensibilité par espèce et par période	116
6. Vérification de l'efficacité du bridage et amélioration	118
6.1. Bridage actif en 2024.....	118
6.2. Nombre de contacts protégés par le bridage 2024	118
7. Synthèse des données relatives à l'activité chiroptérologique au niveau du rotor.....	120
DISCUSSION ET MESURES CORRECTIVES	123
1. Comparaison entre les données de moralité et les écoutes chiroptérologique.....	123
2. Comparaison avec les résultats de l'état initial et des suivis relatifs au renouvellement du parc	124
2.1. Flore.....	124
2.2. Avifaune	124
2.3. Chiroptères.....	124
3. Discussion sur les résultats de mortalité	124
4. Effets résiduels sur les espèces impactées	126
4.1. Avifaune	126
4.2. Synthèse.....	126
5. Réflexion sur les mesures correctives.....	127
CONCLUSION.....	132
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	134
ANNEXES.....	137
Annexe 1 – Définition des périmètres de protection et d'inventaire du patrimoine naturel.....	137
Annexe 2 – Détails des passages.....	140
Annexe 3 – Présentation de l'équipe intervenante.....	144
Annexe 4 – Rappel de biologie sur les chiroptères	145
Annexe 5 – Fiche de découverte de cas de mortalité	150

LISTE DES CARTES

Carte 1 - Présentation des éoliennes suivies – IGN SCAN25.....	14
Carte 2 - Présentation des éoliennes suivies – BD ORTHO.....	15
Carte 3 - Localisation des parcs éoliens environnants	16
Carte 4 - Zones naturelles à proximité du parc éolien	18
Carte 5 - Cartographie des habitats présents sous les éoliennes.....	28
Carte 6 - Aires de contrôle autour des éoliennes	33
Carte 7 - Localisation des cadavres découverts	43
Carte 8 - Localisation des éoliennes équipées d'un Batlogger	65

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Paramètres du bridage en place sur le parc éolien des Hauts de Melleray en 2024.....	13
Figure 2 - Principales caractéristiques du parc éolien suivi	13
Figure 3 - Synthèse des mesures proposées	19
Figure 4 - Résultats des inventaires avifaunistiques lors des suivis réalisés en 2023	21
Figure 5 - Pourcentages d'occupation de chaque habitat au sein de la surface de prospection	27
Figure 6 - Calendrier des passages de recherche des cadavres	31
Figure 7 - Distance de découverte des cadavres de chiroptères (en haut) et d'oiseaux (en bas) en Champagne-Ardenne (Source : Ternois V., actualisation 2018).....	31
Figure 8 - Illustration d'une aire de contrôle et des transects parcourus autour d'une éolienne	32
Figure 9 - Calcul des durées de persistance par éolienne	37
Figure 10 - Calcul du taux de découverte des petits leurres par éolienne et par saison	38
Figure 11 - Calcul du taux de découverte des grands leurres par éolienne et par saison	38
Figure 12 - Surfaces prospectées autour des éoliennes	39
Figure 13 - Résultats des recherches de cadavres	42
Figure 14 - Résultats des estimations de mortalité avifaune (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)	44
Figure 15 - Résultats des estimations de mortalité chiroptères (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée).....	45
Figure 16 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny	46
Figure 17 - Résultats des estimations de mortalité avifaune- plateforme Shiny	47
Figure 18 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny	47
Figure 19 - Résultats des estimations de mortalité chiroptères - plateforme Shiny	47
Figure 20 - Estimations de mortalité pour le parc entier et sur l'ensemble de la période étudiée.....	48
Figure 21 - Estimations de mortalité par éolienne et sur l'ensemble de la période étudiée	48
Figure 22 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraîner des collisions	49
Figure 23 - Illustration graphique de la distance au mât par classes d'éloignement	51
Figure 24 - Orientation des cadavres par rapport aux masts	52
Figure 25 - Répartition des individus en fonction de l'occupation du sol en 2024.....	52
Figure 26 - Statut des oiseaux trouvés lors des prospections	53
Figure 27 - Sensibilité à l'éolien des oiseaux trouvés lors des prospections	53
Figure 28 - Principales espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes (Source : LPO, 2017).....	54
Figure 29 - Cas de mortalité en France – Les espèces les plus impactées (Dürr, 2023)	54
Figure 30 - Statut des chiroptères trouvés lors des prospections.....	55
Figure 31 - Sensibilité à l'éolien des chiroptères trouvés lors des prospections	55
Figure 32 - Cas de mortalité en France – Chiroptères (Dürr, 2023).....	55
Figure 33 - Phénologie des découvertes de cadavres	58
Figure 34 - Distribution temporelle de découverte des cadavres (Source : G. Marx, 2017).....	58
Figure 35 - Nombre de cadavres par éolienne	59
Figure 36 - Estimation de mortalité pour l'ensemble de la période étudiée	60
Figure 37 - Calendrier des durées d'échantillonnage sur E1 selon les phases étudiées	66
Figure 38 - Calendrier des durées d'échantillonnage sur E3 selon les phases étudiées	66

Figure 39 - Seuils d'activité chiroptérologique en nacelle par espèce par Envol Environnement (contacts bruts/nuit échantillonnée)	72
Figure 40 - Seuils d'activité chiroptérologique en nacelle par espèce par Envol Environnement (contacts bruts/nuit positive)	72
Figure 41 - Inventaire complet des espèces enregistrées par le BATLOGGER au niveau de l'éolienne E1	73
Figure 42 - Inventaire complet des espèces enregistrées par le BATLOGGER au niveau de l'éolienne E3	74
Figure 43 - Répartition saisonnière du nombre de contacts bruts au niveau du rotor E1 et E3	75
Figure 44 - Répartition mensuelle de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit)	76
Figure 45 - Répartition journalière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor E1 et E3 (en contacts bruts par nuit)	77
Figure 46 - Répartition journalière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor E1 (en contacts bruts par nuit)..	78
Figure 47 - Répartition journalière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor E3 (en contacts bruts par nuit)..	79
Figure 48 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent (en nombre de contacts)	80
Figure 49 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent.....	80
Figure 50 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent (en nombre de contacts)	81
Figure 51 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent.....	81
Figure 52 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures (en nombre de contacts)	82
Figure 53 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures	82
Figure 54 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures (en nombre de contacts)	83
Figure 55 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures	83
Figure 56 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit	84
Figure 57 - Cycle circadien d'après les données 2024.....	85
Figure 58 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit	86
Figure 59 - Cycle circadien d'après les données 2024.....	87
Figure 60 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor E1 et E3 (en contacts bruts par nuit) – Transits printaniers 2024.....	88
Figure 61 - Résultats en période de transits printaniers au niveau de E1	89
Figure 62 - Résultats en période de transits printaniers au niveau de E3	89
Figure 63 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité des espèces présentes lors des transits printaniers au niveau de E1 et E3 (en nombre de contacts bruts)	90
Figure 64 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau des rotors (en contacts bruts par nuit) – Transits printaniers 2024.....	91
Figure 65 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique après la tombée de la nuit au niveau des rotors (contacts bruts) – Transits printaniers 2024	93
Figure 66 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la vitesse du vent au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers 2024.....	94
Figure 67 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers 2024.....	95
Figure 68 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor E1 et E3 (en contacts bruts par nuit) – Mise-bas 2024.....	96
Figure 69 - Résultats en période de mise-bas au niveau de E1	97
Figure 70 - Résultats en période de mise-bas au niveau de E3	97
Figure 71 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité des espèces présentes lors de la mise-bas au niveau de E1 et E3 (en nombre de contacts bruts).....	98
Figure 72 - Répartition saisonnière de l'activité de la Pipistrelle commune au niveau des rotors (en contacts bruts par nuit) – Mise-bas 2024	99
Figure 73 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique (hors Pipistrelle commune) au niveau des rotors (contacts bruts par nuit) – Mise-bas 2024	100
Figure 74 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique après la tombée de la nuit au niveau des rotors(en contacts bruts) – Mise-bas 2024	102
Figure 75 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la vitesse du vent au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas 2024	103
Figure 76 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas 2024	105
Figure 77 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor E1 et E3 (en contacts bruts par nuit) – Transits automnaux 2024.....	106
Figure 78 - Résultats en période de transits automnaux au niveau de E1	107

Figure 79 - Résultats en période de transits automnaux au niveau de E3	107
Figure 80 - Représentation graphique des variations journalières de l'activité des espèces présentes lors de la mise-bas au niveau de E1 et E3 (en nombre de contacts bruts).....	109
Figure 81 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau des rotors (en contacts bruts par nuit) – Transits automnaux 2024.....	110
Figure 82 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique après la tombée de la nuit au niveau des rotors (contacts bruts) – Transits automnaux 2024	112
Figure 83 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la vitesse du vent au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux 2024.....	113
Figure 84 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux 2024.....	114
Figure 85 - Nombre de nuits d'échantillonnage	115
Figure 86 - Synthèse des cas de mortalité de chiroptères en France (T.Dürr, août 2023).....	116
Figure 87 - Sensibilité à la collision estimée par espèce et par saison.....	117
Figure 88 - Paramètres du bridage en place sur le parc éolien des Hauts de Melleray en 2024.....	118
Figure 89 - Nombre de contacts protégés par le bridage par espèce en 2024 – E1	118
Figure 90 - Nombre de contacts protégés par le bridage par espèce en 2024 – E3	119
Figure 91 - Activité chiroptérologique au niveau du rotor de l'éolienne en corrélation avec la découverte de cadavres	123
Figure 92 - Influence des différents indices sur les projections calculées	125
Figure 93 - Espèces d'oiseaux impactées	126
Figure 94 - Paramètres du bridage préventif en place en 2024 sur le parc éolien des Hauts de Melleray	127
Figure 95 - Proposition du nouveau plan de bridage	128
Figure 96 - Nombre de contacts protégés par espèce avec le plan de bridage proposé – E1	129
Figure 97 - Nombre de contacts protégés par espèce avec le plan de bridage proposé – E3	129

LISTE DES PRINCIPAUX ACRONYMES UTILISÉS

- APB : Arrêté de protection de biotope ;
- DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement ;
- INPN : Inventaire national du patrimoine naturel ;
- LR : Liste rouge ;
- LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux ;
- PNR : Parc naturel régional ;
- RNN : Réserve naturelle nationale ;
- RNR : Réserve naturelle régionale ;
- ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique ;
- ZPS : Zone de protection spéciale ;
- ZSC : Zone spéciale de conservation.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La société PELEIA 4 SAS a sollicité le bureau d'études ENVOL ENVIRONNEMENT pour réaliser le suivi environnemental du parc éolien des Hauts de Melleray sur les communes de Janville-en-Beauce et Oinville-Saint-Liphard (28310).

La présente mission vise à établir un suivi écologique complet du parc éolien en fonctionnement.



Vue sur une partie du parc éolien
Source : ENVOL ENVIRONNEMENT, 2024

PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET MISE EN CONTEXTE

PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET MISE EN CONTEXTE

1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

1.1. CADRE LEGAL NATIONAL

En application de l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011 modifié par arrêté du 10 décembre 2021 et par arrêté du 22 juin 2022 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, les exploitants éoliens sont tenus de réaliser un suivi environnemental visant à estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs dans les 12 mois suivants leur mise en service industrielle puis tous les 10 ans d'exploitation. Avant ces arrêtés complémentaires récents, le délai de mise en route d'un suivi était de 3 ans après sa mise en fonctionnement.

Les suivis environnementaux doivent être réalisés par l'exploitant du parc éolien conformément au protocole de suivi environnemental en vigueur reconnu par le ministère chargé des ICPE.

Une première version de ce guide a été publiée en 2015 puis, par décision du 5 avril 2018, le protocole de mars 2018 a été reconnu et est en vigueur à la date de réalisation du suivi. Ce guide impose la réalisation d'une étude de mortalité des oiseaux et des chiroptères ainsi qu'une étude à hauteur de nacelle de l'activité des chauves-souris dans le but de qualifier et de quantifier les impacts réels du parc en permettant d'évaluer si le fonctionnement des éoliennes est susceptible de remettre en cause les états de conservation des espèces occupant le territoire local.

À noter que si des impacts sont mis en évidence, des mesures de type ERC (Éviter, Réduire, Compenser) doivent être prises afin de les annuler ou les réduire.

1.2. CADRE LEGAL DU PARC EOLIEN ETUDIE

Le parc éolien des Hauts de Melleray (HME) a vu sa construction autorisée en 2005. La mise en service du parc date de 2007.

Conformément à l'arrêté préfectoral complémentaire du 15 juin 2020, le parc a fait l'objet d'un renouvellement (repowering) en 2023. En 2023, Envol Environnement a réalisé un passage en amont et un passage pendant la phase travaux dans le cadre du renouvellement du parc éolien des Hauts de Melleray.

De plus, conformément aux prescriptions de l'arrêté préfectoral du 15 juin 2020, la société PELEIA 4 SAS doit réaliser un suivi environnemental pour vérifier l'efficacité des mesures mises en place. La présente étude intègre un suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune, ainsi qu'un suivi des chiroptères à hauteur de nacelle. Ce suivi environnemental permettra de mettre en évidence les effets résiduels du fonctionnement du parc éolien et de proposer, si besoin, des mesures visant leur réduction ou leur compensation. À noter qu'une étude spécifique des rapaces de plaine a été réalisée en parallèle de cette étude.

À l'issue de l'arrêté préfectoral, toutes les éoliennes ont été bridées la nuit selon les paramètres suivants dans le but de protéger la chiroptérofaune :



Figure 1 - Paramètres du bridage en place sur le parc éolien des Hauts de Melleray en 2024

Éoliennes	Toutes les éoliennes
Heures de nuit	Du coucher au lever du soleil
Périodes	1 ^{er} août au 31 octobre
Vitesses de vent	Inférieurs à 6m/s
Températures	Supérieures à 10°C

2. PRESENTATION GENERALE ET MISE EN CONTEXTE

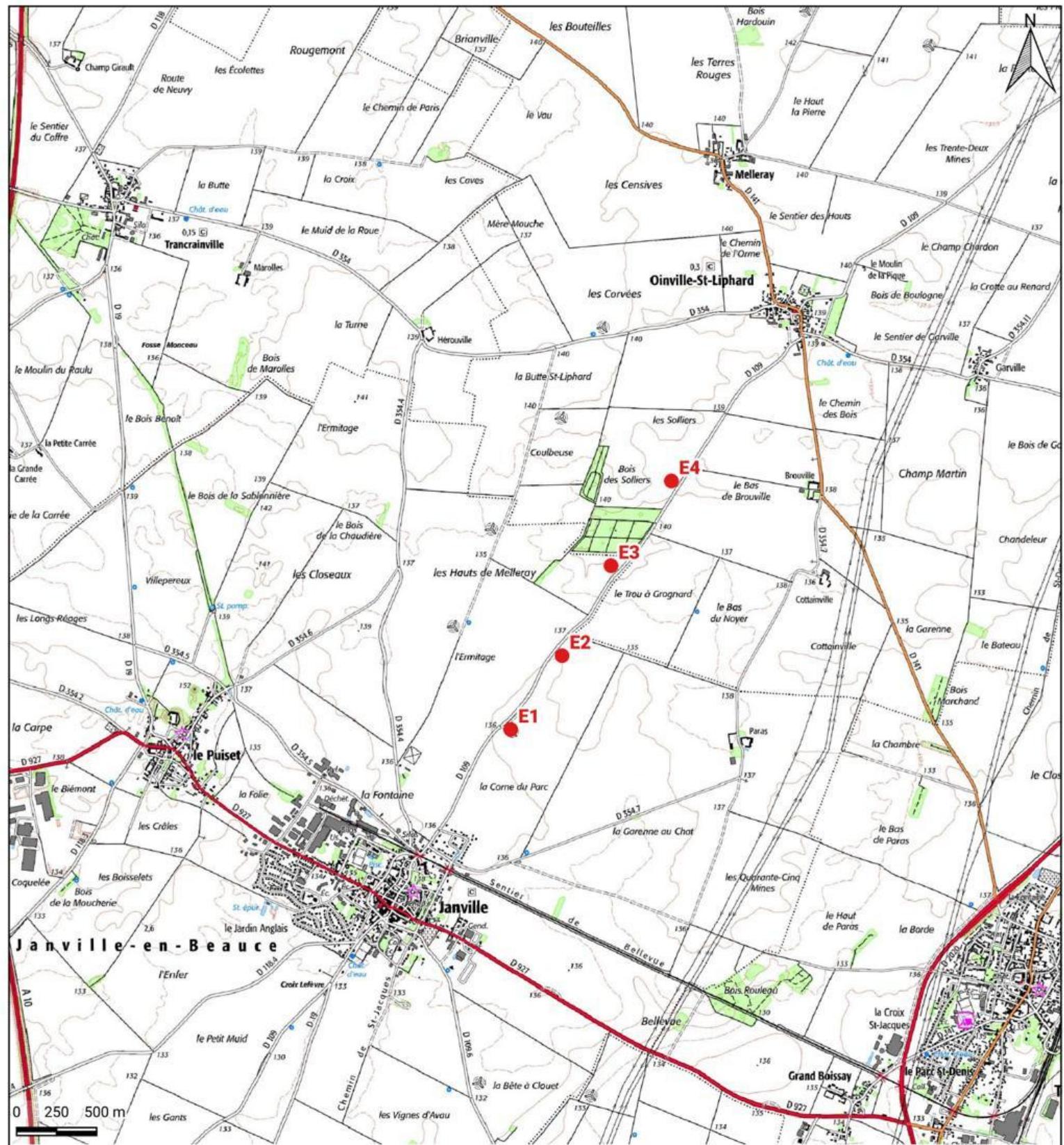
Le parc éolien des Hauts de Melleray se situe dans le département de l'Eure-et-Loir (28), en région Centre-Val de Loire. Situé à environ 30 kilomètres au nord d'Orléans, il concerne les territoires communaux de Janville-en-Beauce et de Oinville-Saint-Liphard (28310).

Figure 2 - Principales caractéristiques du parc éolien suivi

	Hauts de Melleray - Création	Hauts de Melleray - Repowering
Année de mise en service	2007	2023
Nombre de machine	4	4
Type de machine	NORDEX N90	VESTAS V100
Hauteur totale maximale	125 m	125 m
Hauteur du moyeu	80 m	80 m
Longueur maximale d'une pale	45 m	50 m
Diamètre du rotor	90 m	100 m
Puissance nominale d'une éolienne	2,3 MW	2,2 MW

Le parc est composé de 4 machines.

Les cartographies suivantes permettent d'apprécier la localisation des éoliennes suivies.



Carte 1 - Présentation des éoliennes suivies – IGN SCAN25

LEGENDE

Parc éolien :

- Éoliennes suivies

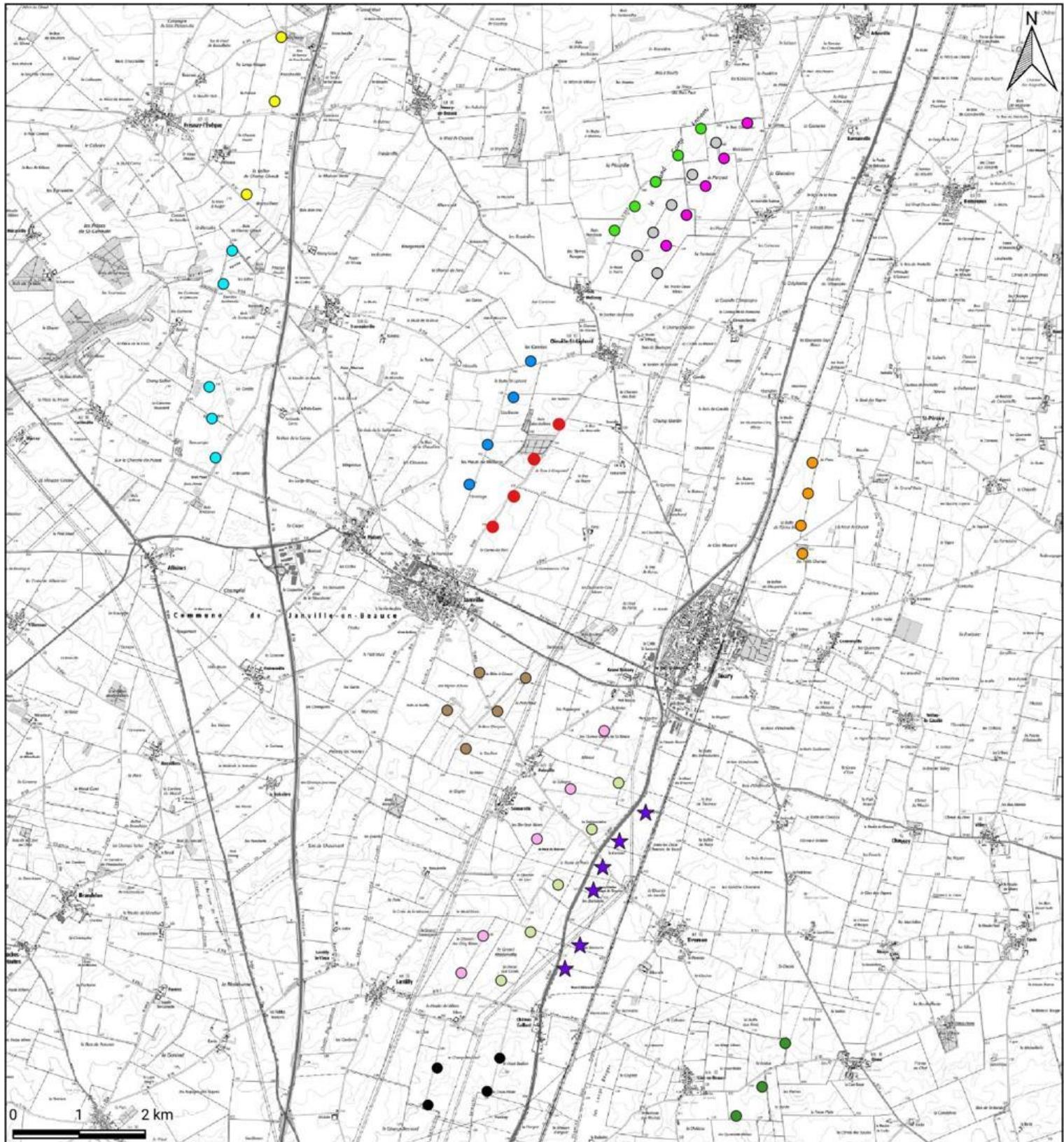


Carte 2 - Présentation des éoliennes suivies – BD ORTHO

LEGENDE

Parc éolien :

- Éoliennes suivies



Carte 3 - Localisation des parcs éoliens environnants

LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Parc éolien des Hauts de Melleray

État du parc éolien :

- Autorisé - en service
- ★ Autorisé - en construction

Parcs éoliens alentours :

- PARC ÉOLIEN DU CHAMPS BESNARD
- PARC ÉOLIEN DU CHEMIN D'ABLIS
- PARC ÉOLIEN DU GRAND CAMP
- PARC ÉOLIEN LE BOIS DU FROU
- PARC ÉOLIEN VOIE BLÉRIOT EST
- PARC ÉOLIEN VOIE BLÉRIOT OUEST
- CENTRALE ÉOLIENNE DU BOIS CHENEAU
- CENTRALE ÉOLIENNE LE BOIS VIOLETTE
- FERME ÉOLIENNE DE LION-EN-BEAUCE
- ★ LES ÉOLIENNES CITOYENNES 1
- PARC ÉOLIEN DE BLANCFOSSE
- PARC ÉOLIEN DE GUILLEVILLE
- PARC ÉOLIEN DU BOIS CLERGEON

2.1. CONTEXTE EOLIEN

D'après la carte page précédente, le parc éolien le plus proche des éoliennes suivies se situe à environ 700 m au nord-ouest. Il s'agit du parc éolien de Blancfossé.

2.2. ZONES NATURELLES REMARQUABLES

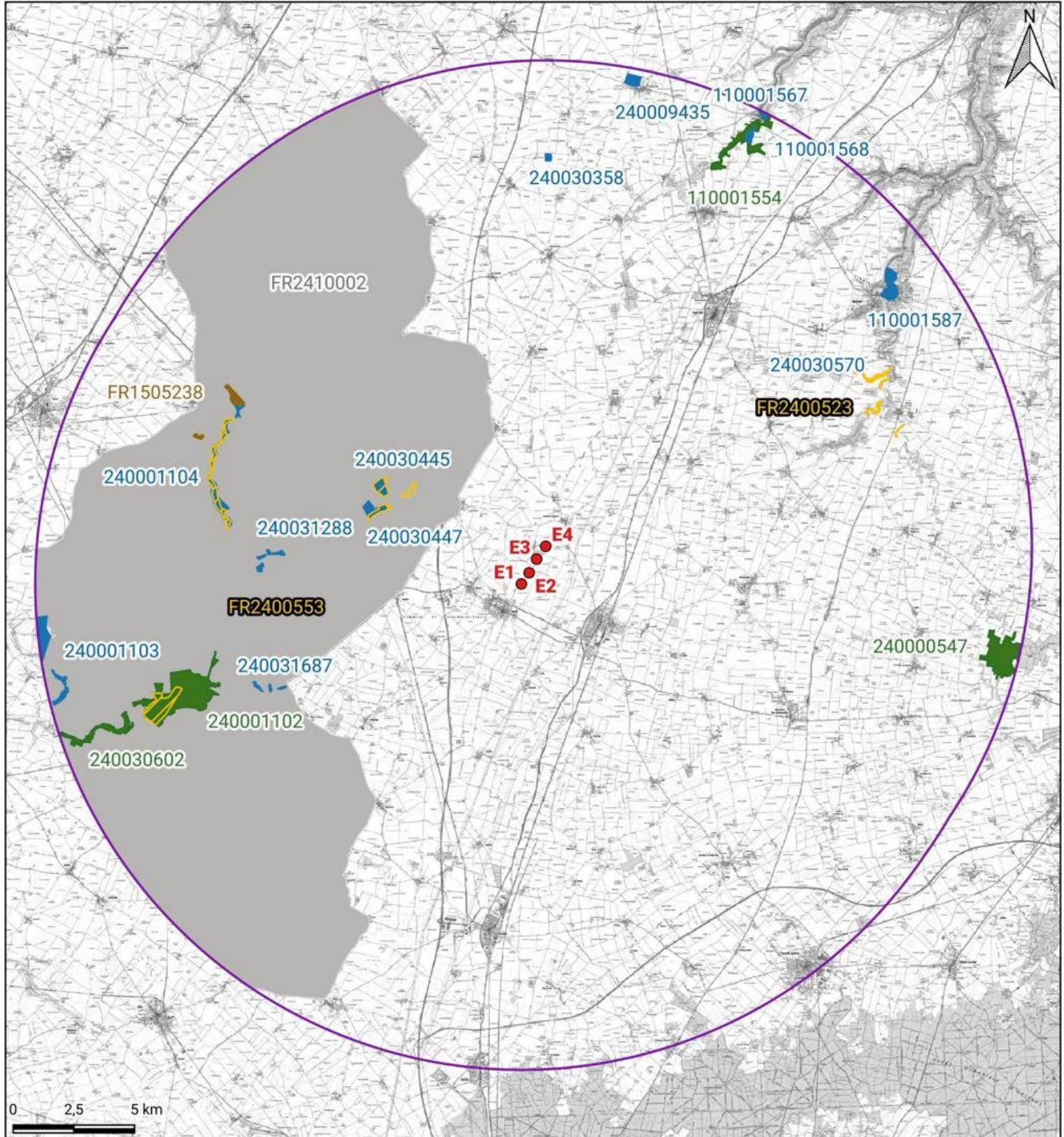
Elles se déclinent en deux grandes catégories (définition des périmètres et des sigles utilisés en annexe 1) :

- Les périmètres de protection et de réglementation du patrimoine naturel, qui incluent des espaces protégés (APPB, CEN, ENS, PNN, PNR, RNN, RNR et RB), ainsi que d'autres espaces réglementés comme les zones conventionnelles Ramsar et les sites Natura 2000 (avec ZPS et ZSC) ;
- Les périmètres d'inventaire du patrimoine naturel, qui correspondent à des espaces inventoriés au titre du patrimoine naturel (ZNIEFF de types I et II).

En ce qui concerne la proximité avec des zones naturelles remarquables (Zones Natura 2000, ZNIEFF, APB, etc...), les zones les plus proches sont :

- La ZPS FR2410002 « Beauce et vallée de la Conie » située à 3,6 kilomètres à l'ouest.
- La ZSC FR2400553 « Vallée du Loir et affluents aux environs de Châteaudun » située à 5,8 kilomètres à l'ouest.
- La ZNIEFF de type I 240030447 « Pelouses du bois de la fontaine » située à 6,2 kilomètres à l'ouest.
- La ZNIEFF de type I 240030445 « Bois de Limours » située à 6,6 kilomètres à l'ouest.

La carte page suivante permet d'apprécier la répartition de ces zones par rapport aux éoliennes.



Carte 4 - Zones naturelles à proximité du parc éolien

LEGENDE

Parc éolien :

- Éoliennes suivies

Aire d'étude :

- Aire de 20 km

Zones naturelles d'intérêt remarquable :

- Terrains acquis par des Conservatoires d'Espaces Naturels
- Zone spéciale de conservation
- Zone de protection spéciale
- ZNIEFF de type I
- ZNIEFF de type II

3. DONNEES DE L'ETUDE D'IMPACT INITIALE

L'étude d'impact initiale concernant la faune et la flore du parc éolien a été réalisée en 2004 par la société Nordex avec l'aide de la société EURO2C et des Naturalistes Orléanais (en collaboration avec Eure-et-Loir Nature).

Au total, 55 espèces d'oiseaux ont été observées, ce qui représente une diversité modérée cohérente avec les éléments paysagers et le contexte local. La majorité des individus rencontrés était classique des zones céréalières.

L'association des Naturalistes Orléanais a conclu sur une absence d'enjeu ou d'impact sur la flore. Pour la faune, quelques éléments d'intérêt supérieur ont été mis en évidence tels que la présence d'espèces patrimoniales, comme l'Alouette des champs, le Busard Saint-Martin, le Hibou des Marais, la Caille des blés, le Faucon crécerelle, l'Œdicnème criard, inféodées aux espaces cultivés et donc susceptibles d'être dérangées par l'installation d'éoliennes au sein de leurs territoires de vie.

Un autre point était que les zones d'étude se situaient au sein d'un couloir de migration tertiaire nord-est/sud-ouest, pour l'avifaune, pouvant entraîner des collisions.

Aucune étude spécifique aux chiroptères n'a été réalisée.

À la suite de l'identification de ces enjeux, des mesures ont été proposées afin de créer des parcs éoliens respectueux du contexte écologique local.

Des mesures en faveur de la faune et de la flore avaient été proposées. Celles-ci sont synthétisées dans la figure suivante.

Figure 3 - Synthèse des mesures proposées		
Thématiques		Mesures mises en place
Réduction	Avifaune	Espacement de plus de 500 mètres des éoliennes, lignes parallèles à l'axe migratoire afin de limiter les probabilités de collision.
	Faune	Éloignement des zones boisées pour ne pas déranger la faune s'y réfugiant.
		Réalisation des travaux en dehors de la phase de reproduction (mars-juillet).
		Limitation de l'attractivité des environs immédiats des éoliennes (interdiction d'implantation de milieux buissonnants, même bas, dans un rayon de 200 m).
Accompagnement	Flore	Reconstitution aux abords des éoliennes de pelouses typiques de la Beauce pour permettre la re-diversification florale.
	Faune et flore	Fauche une fois par an des pelouses typiques de Beauce plantées en fin d'été.
	Faune	Mise en place d'un suivi de mortalité et de comportement de l'avifaune aux abords des éoliennes.
		Parrainage et soutien à diverses associations (protection des busards en Beauce, conseils aux agriculteurs, Conservatoire du Patrimonial Naturel de la région Centre, trame verte et bleue...).
		Enterrement de certaines lignes électriques moyenne tension pour diminuer le risque de collision.

4. SUIVI DE MORTALITE ET DE L'ACTIVITE AVIFAUNISTIQUE

Un suivi environnemental du parc éolien des Hauts de Melleray a été réalisé en 2017 par le bureau d'études CALIDRIS. Aucune mention liée aux chauves-souris n'a été faite lors du suivi réalisé par CALIDRIS.

4.1. SUIVI COMPORTEMENT DE L'AVIFAUNE

4.1.1. Période nuptiale

En période nuptiale, ce sont 6 passages qui ont été réalisés entre le 10 avril 2017 et le 17 mai 2017. Des points d'observation selon la méthode des IPA ont été positionnés à proximité mais également à distance des éoliennes afin d'en comparer l'activité observée. Au total, 76 points d'écoute de 20 minutes ont été réalisés au sein des milieux représentatifs, et les indices de reproduction (notamment ceux des espèces patrimoniales) ont été recherchés.

Au total ce sont 23 espèces nicheuses qui ont été inventoriées dont 6 patrimoniales au sens de CALIDRIS. Cette faible diversité avait alors été expliquée par la forte homogénéité du milieu, composé de grandes cultures ouvertes.

Aucune mise en place de mesure supplémentaire n'avait été proposée.

Les impacts négatifs étaient alors faibles et ne nécessitaient pas la mise en place de mesures complémentaires.

4.1.2. Recherche spécifique des busards

Deux passages spécifiques à la recherche de busards ont eu lieu en 2017.

Une seule espèce a été observée au niveau du parc éolien des Hauts de Melleray : le Busard Saint-Martin. Aucun nid n'avait été identifié à proximité du parc. Seul des individus mâles en chasse ont été aperçus.

Le fonctionnement des parcs éoliens ne semblait pas avoir d'effet repoussoir sur ces rapaces.

4.2. SUIVI MORTALITE AVIFAUNE ET CHIROPTERES

Quatre passages ont été réalisés entre le 4 et le 29 septembre 2017.

Aucun cadavre n'a été retrouvé sous les éoliennes du parc éolien des Hauts de Melleray.

Le parc semble peu mortifère vis-à-vis de l'avifaune et de la chiroptérofaune.

5. ÉTUDES REALISEES DANS LE CADRE DE RENOUVELLEMENT DU PARC EOLIEN DES HAUTS DE MELLERAY

Conformément à l'arrêté préfectoral complémentaire du 15 juin 2020, le parc a fait l'objet d'un renouvellement (repowering) en 2023. En 2023, Envol Environnement a réalisé un passage en amont et un passage pendant la phase travaux dans le cadre du renouvellement du parc éolien des Hauts de Melleray.

5.1. VISITE EN AMONT DU CHANTIER DE RENOUVELLEMENT

Lors de la visite du 31 mars 2023, réalisée en amont des travaux de renouvellement, 12 espèces d'oiseaux ont été inventoriées dont 4 sont patrimoniales : l'Alouette des champs, le Busard cendré, le Busard-Saint-Martin et la Perdrix grise.

À l'issue du passage, aucune zone de sensibilité écologique forte n'avait été désignée sur les zones concernées par le chantier. Toutefois, l'usage des cultures (à proximité de ces zones) par les deux espèces de busards (Busard Saint-Martin et Busard cendré) devait être à surveiller. Le second passage, au cours de la période de nidification a permis de contrôler l'absence de comportement de nidification, en particulier pour ces deux espèces patrimoniales.

5.2. VISITE PENDANT LA PHASE CHANTIER DE RENOUVELLEMENT

Lors de la visite du 20 juillet 2023, réalisée au cours des travaux de renouvellement, 8 espèces d'oiseaux ont été inventoriées dont 1 est patrimoniale : l'Alouette des champs.

Durant ce passage, aucun rapace nicheur n'avait été identifié dans les alentours du chantier.

Figure 4 - Résultats des inventaires avifaunistiques lors des suivis réalisés en 2023		
Date de passage	Espèces inventoriées	
31 mars 2023	Alouette des champs	Corneille noire
	Bergeronnette grise	Étourneau sansonnet
	Bergeronnette printanière	Faisan de Colchide
	Busard cendré	Merle noir
	Busard Saint-Martin	Perdrix grise
	Buse variable	Pigeon ramier
	Choucas des Tours	Pinson des arbres
20 juillet 2024	Alouette des champs	Faisan de Colchide
	Bergeronnette grise	Merle noir
	Buse variable	Pigeon ramier
	Corneille noire	Pinson des arbres

Les **espèces patrimoniales** sont notées en gras.

MÉTHODE GÉNÉRALE

MÉTHODE GÉNÉRALE

Cette partie présente et définit les grandes notions utilisées dans le cadre du diagnostic écologique et notamment les termes de patrimonialité et de sensibilité.

1. NOTION DE PATRIMONIALITE

Dans le cadre de l'inventaire du patrimoine naturel, nous définissons des « espèces patrimoniales » et leur attribuons un niveau de patrimonialité, en amont de toutes expertises naturalistes. Le statut d'espèce patrimoniale n'est pas un statut légal. Il s'agit d'espèces que les scientifiques et les conservateurs estiment importantes pour notre patrimoine naturel, que ce soit pour des raisons écologiques, scientifiques ou culturelles.

Pour déterminer la patrimonialité spécifique et le niveau de patrimonialité, nous utilisons différentes informations :

- **La situation de l'espèce sur les Listes rouges de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)** : il s'agit d'un inventaire mondial qui définit l'état de conservation global des espèces végétales et animales sous forme de Listes rouges qui se déclinent sur différentes échelles. Ici, nous utilisons **les échelles européennes, nationale et régionale**. Ces Listes rouges classent les espèces en différentes catégories selon leur état de conservation (catégories listées ci-dessous).

- **CR** : En danger critique d'extinction. Les risques de disparition semblent, pour de telles espèces, pouvoir survenir au cours des dix prochaines années, tout particulièrement si rien n'est fait pour les conserver, atténuer les menaces, ou si aucune reprise démographique n'est constatée ;
- **EN** : En danger. Les risques de disparition peuvent alors être estimés à quelques dizaines d'années tout au plus ;
- **VU** : Vulnérable. Espèce dont le passage dans la catégorie des espèces en danger est jugé probable dans un avenir proche en cas de persistance des facteurs qui sont cause de la menace ;
- **NT** : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises) ;
- **LC** : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible) ;
- **DD** : Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes) ;
- **NA** : Non applicable ;
- **NE** : Non évalué.

Dans notre étude, une espèce sera considérée patrimoniale dès lors qu'elle est classée comme menacée par l'une de ces trois Listes rouges (à partir du statut « NT »).

- **L'intérêt communautaire d'une espèce au titre de Natura 2000** : dès lors qu'une espèce figure sur l'**Annexe I de la Directive « Oiseaux »** ou sur l'**Annexe II de la « Habitats-Faune-Flore »** (abrégée Directive « Habitats » par la suite), elle est considérée comme patrimoniale :

Directive « Oiseaux »

- **Annexe I : Protection stricte de l'espèce et de son habitat qui sera classé en ZPS** ;
- **Annexe II : Espèces pour lesquelles la chasse n'est pas interdite à condition que cela ne porte pas atteinte à la conservation des espèces** ;
- **Annexe III : Espèces pour lesquelles la vente, le transport, la détention pour la vente et la mise en vente sont interdits (1ère partie) ou peuvent être autorisés (2ème partie) selon certaines conditions.**

Directive « Habitats-Faune-Flore »

- **Annexe I : Liste les types d'habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones de protection spéciale (ZPS)** ;
- **Annexe II : Regroupe des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC)** ;
- **Annexe III : Donne les critères de sélection des sites susceptibles d'être identifiés comme d'importance communautaire et désignés comme ZSC** ;
- **Annexe IV : Liste les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte : elle concerne les espèces devant être strictement protégées. Cette liste a été élaborée sur la base de l'Annexe 2 de la Convention de Berne. Certains groupes taxonomiques sont plus strictement protégés par la Directive HFF que par la Convention tels que les chauves-souris et les cétacés** ;
- **Annexe V : Concerne les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.**

- **Les arrêtés nationaux et préfectoraux de protection des espèces floristiques** : ces éléments concernent les différents arrêtés pris pour la protection des espèces floristiques. Le degré de patrimonialité tient compte de l'annexe ou l'article auquel l'espèce est inscrite.

Ces différents outils réglementaires visent à protéger et prévenir la disparition des espèces végétales menacées qui y sont citées. L'objectif est également de permettre la conservation des biotopes accueillant ces espèces.

Arrêté national du 20 janvier 1982 fixant la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire

- **Annexe I : Liste les espèces dont il est interdit « la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages » de ces espèces listées.**
- **Annexe II : Liste les espèces suivant les mêmes interdictions que celles à l'annexe I, excepté sur les parcelles habituellement cultivées.**

Le niveau de patrimonialité est attribué à chacune des espèces recensées. Une espèce avec un intérêt communautaire aura une patrimonialité plus forte. Le statut de conservation défini par une Liste rouge à l'échelle régionale a autant de valeur qu'un statut défini à l'échelle nationale ou européenne. Pour l'avifaune, il est à noter que le niveau de patrimonialité prend en considération les Listes rouges régionales (établies pour les populations nicheuses) uniquement pour la période nuptiale. Plus une espèce est menacée, plus son niveau de patrimonialité sera élevé. Pour les espèces floristiques, le niveau de patrimonialité est également défini selon la présence de taxons listés, ou non, aux arrêtés nationaux et préfectoraux de protection des espèces. Ces arrêtés constituent des éléments de patrimonialité de la même échelle qu'un statut « quasi menacé » aux listes rouges.

2. NOTION DE SENSIBILITE

La « sensibilité » (= risque d'impact potentiel) des espèces à l'éolien en général est abordée préalablement à l'analyse des impacts liés au projet. Elle exprime le risque de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu identifié du fait de la réalisation du projet. Pour ce suivi, il correspond uniquement à sa sensibilité vis-à-vis du risque de collisions et/ou barotraumatisme.

Afin de définir les sensibilités relatives aux espèces recensées au sein du périmètres d'étude plusieurs critères sont pris en considération :

- L'écologie de l'espèce.
- Les données de mortalité issues des suivis de mortalité (avifaune et chiroptères) compilées à l'échelle européenne (T. Dürr). Cette base de données régulièrement mise à jour permet d'évaluer la sensibilité spécifique en mettant en relation le nombre d'individu retrouvé impacté au pied des parcs européens et les populations spécifiques.

ÉTUDE DES HABITATS NATURELS

ÉTUDE DES HABITATS NATURELS

1. METHODOLOGIE D'INVENTAIRE DES HABITATS

L'assolement des parcelles cultivées est variable chaque année et même au cours de l'année. Des phases de labours, de semis, de cultures hautes et de récolte alternent donc, impactant fortement la détectabilité des cadavres.

Les recherches ont consisté à prospecter à pied les zones de surplomb et à identifier les grands types d'habitats visuellement identifiables et à les rapprocher de la typologie EUNIS adéquate.

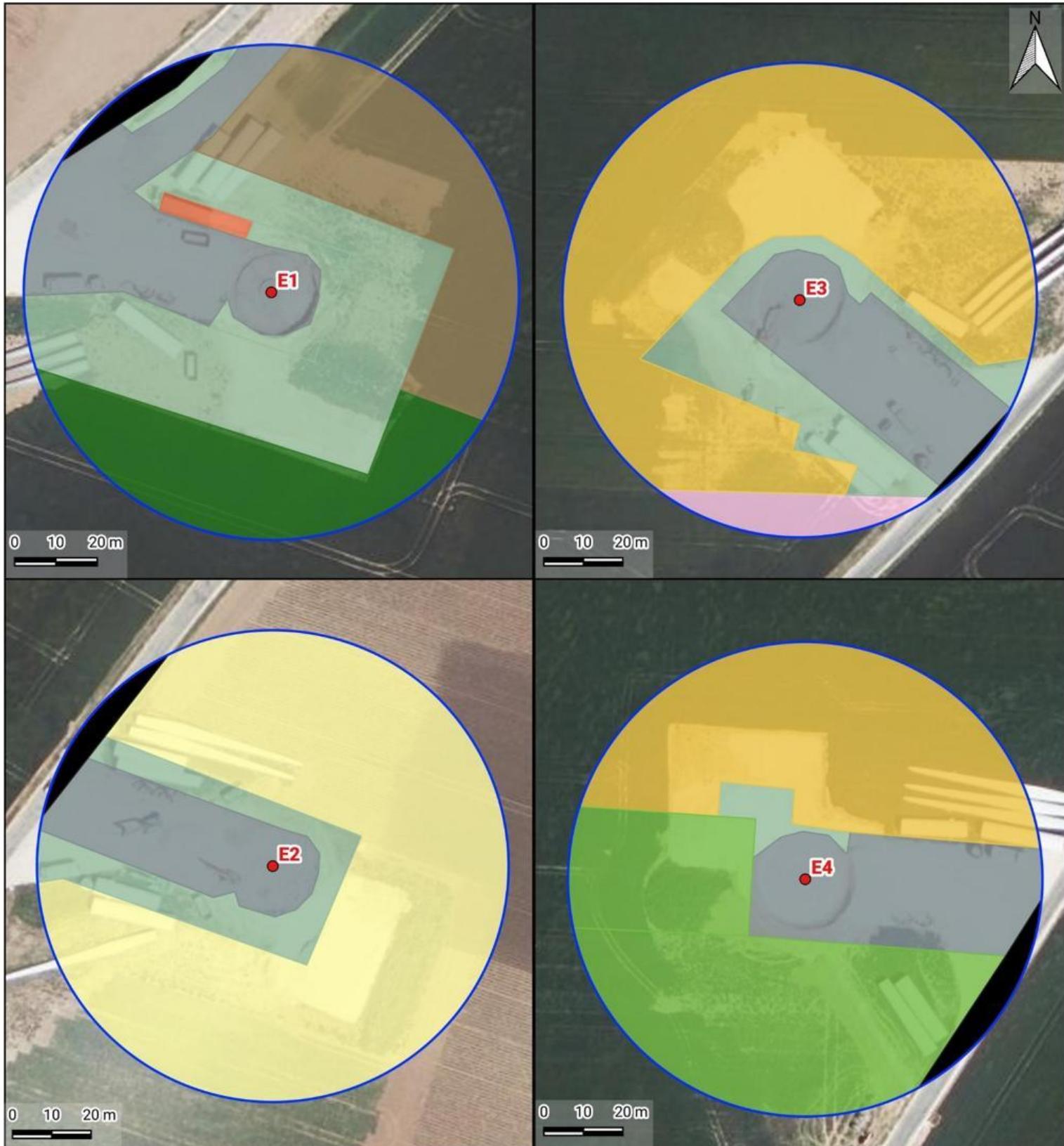
Les habitats déterminés sont nommés d'après la typologie EUNIS (European Nature Information System). La dénomination peut parfois être renommée afin d'apporter une précision, simplifiée, ou pour ne pas alourdir la légende. Le code EUNIS, bien sûr, reste inchangé. Cela permet ainsi de faire aisément le lien avec le référentiel. C'est un système hiérarchisé de classification des habitats européens. Lorsque les habitats sont d'intérêt communautaire, en plus de la typologie EUNIS, la typologie Natura 2000 listée dans les Cahiers d'Habitats est donnée (notée CH dans le document).

Le référentiel taxonomique adopté dans le cadre de l'étude suit le référentiel national TAXREF 17.0 proposé par l'INPN (Gargominy et al., 2023).

2. DESCRIPTION DES HABITATS

Les surfaces de recherches ont majoritairement été concernées par des cultures, notamment de blé, d'orge et de petit-pois. Le reste étant occupé par les plateformes, les chemins d'accès, les routes et les zones de friches. La figure suivante détaille les pourcentages de surface occupés par chacun de ces habitats sous les éoliennes suivies. Un détail cartographique est disponible en page suivante.

Figure 5 - Pourcentages d'occupation de chaque habitat au sein de la surface de prospection					
Habitats (Eunis)		Pourcentage occupé dans la zone de surplomb			
		E01	E02	E03	E04
Plateforme d'éolienne et chemin (EUNIS mal défini)		19,9%	12,9%	16,4%	17,1%
Route (J4)		1,6%	1,9%	-	2,4%
Poste de Livraison (EUNIS mal défini)		1%	-	-	-
Friche (I1.5)		33,7%	11,2%	14,3%	2,2%
Monocultures intensives (I1.1.)	Blé	-	74%	-	-
	Colza	-	-	4,7%	-
	Oignon	18,6%	-	-	-
	Orge	-	-	64,6%	34,5%
	Petit-pois	-	-	-	43,8%
	Pomme de terre	25,2%	-	-	-



Carte 5 - Cartographie des habitats présents sous les éoliennes

LEGENDE

Parc éolien :

- Éoliennes suivies

Protocole :

- Aire de prospection

Assolement 2024 :

- Friche (I1.5)
- Plateforme et chemin d'accès (EUNIS mal défini)
- Poste de livraison (EUNIS mal défini)
- Route (J4)

Monocultures intensives (I1.1):

- Blé
- Colza
- Oignon
- Orge
- Petit-pois
- Pomme de terre

SUIVI DE MORTALITÉ

SUIVI DE MORTALITÉ

1. METHODOLOGIE GENERALE

Le cadre général est fixé par le protocole de suivi environnemental ICPE dans sa version 2018.

2. MATERIELS ET METHODES

Les suivis de mortalité sur les parcs éoliens ne permettent pas de relever tous les cadavres victimes de collisions ou de barotraumatisme avec les aérogénérateurs. Ils ne sont pas exhaustifs. La présente étude vise donc à estimer le nombre de chauves-souris et d'oiseaux victimes des éoliennes au cours d'une période donnée (exprimée en nombre d'individus/éolienne/pas de temps). Afin d'obtenir la valeur la plus représentative possible, une évaluation de différents facteurs requis par les équations de calculs demeure nécessaire.

2.1. RECHERCHE DES CADAVRES

2.1.1. Effort de surveillance

Le suivi de mortalité s'est déroulé entre le 26 avril et le 31 octobre 2024 pour un total de 28 journées de prospection auxquelles se sont ajoutés des jours de contrôle de la persistance des cadavres.

Les prospections ont débuté après le lever du soleil, quand la lumière permet de distinguer les éventuels cadavres victimes de collisions/barotraumatisme.

Une année est découpée en 4 périodes :

- Période de la migration prénuptiale : semaine 1 à 19 (dite période printanière) ;
- Période de reproduction et de mise bas : semaine 20 à 30 (dite période estivale) ;
- Période de la migration postnuptiale et des transits automnaux : semaine 31 à 44 (dite période automnale) ;
- Période d'hivernage : semaine 45 à 52 (dite période hivernale).

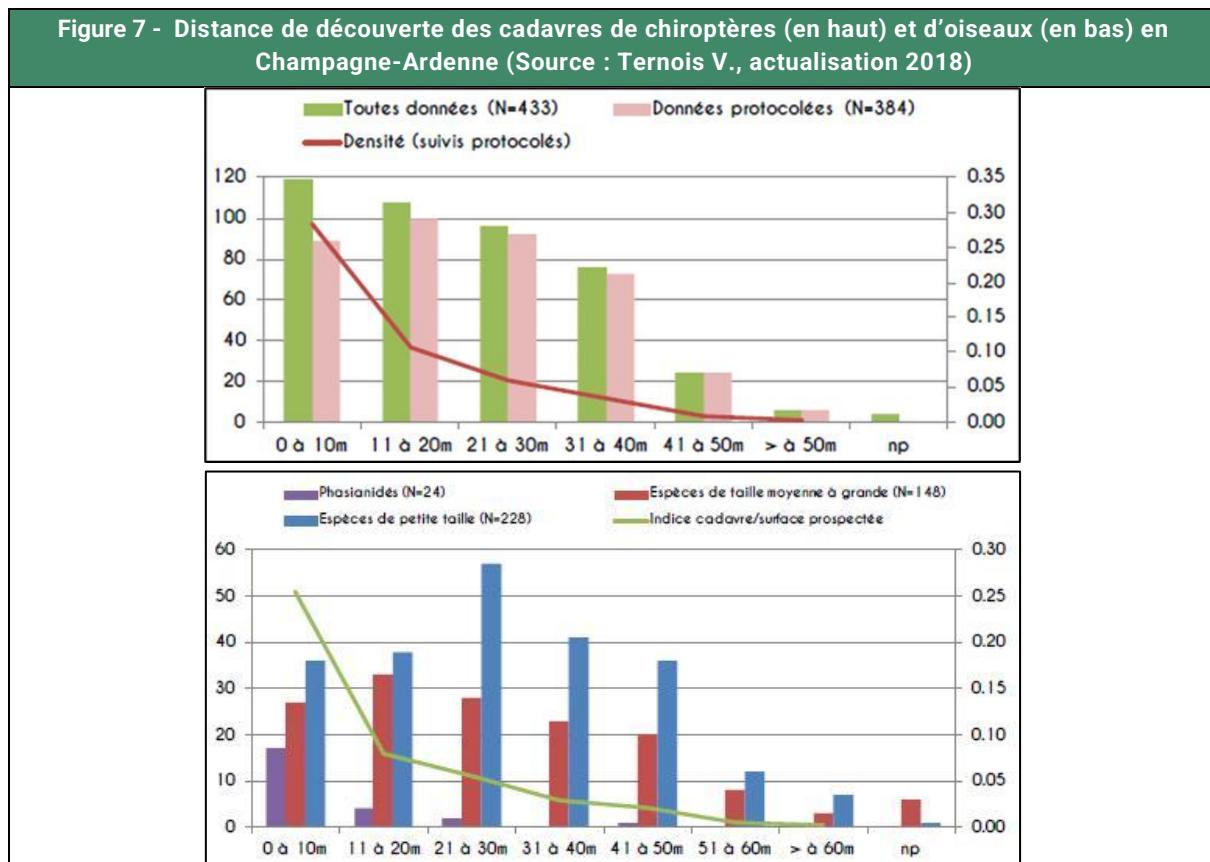
Figure 6 - Calendrier des passages de recherche des cadavres			
Thèmes d'étude	Période des passages	Intervalle moyen entre 2 passages	Nombre de passages
Période printanière	Du 26 avril au 10 mai 2024	7 jours	3 passages
Période de reproduction et de mise bas	Du 17 mai au 26 juillet 2024	7 jours	11 passages
Période de la migration postnuptiale et des transits automnaux	Du 2 août au 31 octobre 2024	6,9 jours	14 passages

Le détail des dates de passage et des conditions météo est proposé en annexe 2.

2.1.2. Surfaces et transects de prospection

L'étude de la mortalité s'est traduite par des recherches à vue autour des éoliennes. Le protocole appliqué a été celui préconisé par les publications d'Eurolabs ainsi que le protocole de suivi des parcs éoliens (2018), à savoir réaliser des transects de prospection d'un minimum d'éloignement de 50 mètres du mât (carré de 100 mètres de côté).

Cette distance permet d'après une étude menée en Champagne-Ardenne de couvrir au mieux la surface possible de chutes des cadavres (Ternois V., actualisation 2018).

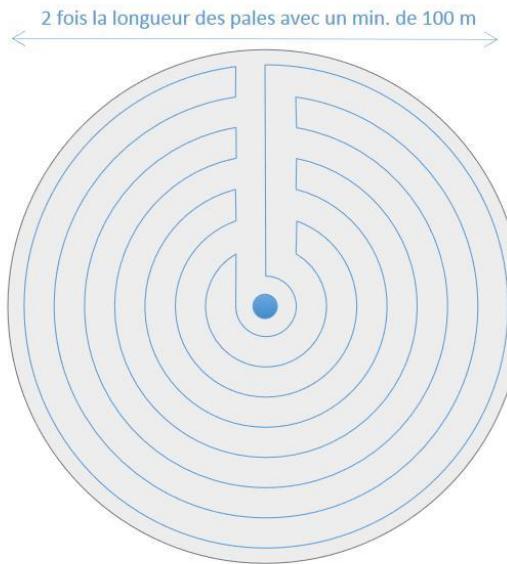


Des transects ont été délimités sous chaque éolienne, chacun d'entre eux étant parcouru d'un pas lent et régulier de manière à couvrir une bande de 5 mètres de large. Toutes les éoliennes ont été contrôlées.

Dans le cas des éoliennes des Hauts de Melleray, un cercle de 60 mètres de rayon a été parcouru.

La figure suivante illustre les transects parcourus autour d'une éolienne.

Figure 8 - Illustration d'une aire de contrôle et des transects parcourus autour d'une éolienne



Quatre éoliennes composent le parc éolien des Hauts de Melleray.

Carte 6 - Aires de contrôle autour des éoliennes

LEGENDE

Parc éolien :

- Éoliennes suivies

Protocole :

- Aire de prospection



2.1.3. Compilation des données

La position du cadavre (coordonnées GPS, orientation par rapport à l'éolienne, distance du mât), son état (cadavre frais, vieux de quelques jours, en décomposition, restes...) ainsi que le type de blessures et l'habitat où il a été trouvé ont été notés, photographiées et cartographiés. Pour chaque carcasse trouvée, les données suivantes ont été consignées :

- Date ;
- Éolienne ;
- Observateur ;
- Nom de l'espèce ;
- État du cadavre (frais, avancé, décomposé, sec) ;
- L'âge et le sexe du cadavre ;
- Cause présumée de la mort ;
- Type d'habitat entourant le cadavre ;
- Latitude et longitude (Lambert 93) ;
- Distance entre le cadavre et l'éolienne.

2.1.4. Modèles d'estimation du taux de mortalité

Comme préconisé par le guide de suivi 2018, 3 modèles mathématiques sont proposés pour le calcul des cas de mortalité. L'application « Shiny, Eolapp » mis à disposition en ligne par le CNRS a également été utilisée afin d'obtenir des intervalles de confiance.

Indice d'Erickson (2000)

$$Nestimé = \left(\frac{I \times C}{\bar{t} \times Z} \right) \times A$$

NB : nous avons ajouté l'indice de correction surfacique à l'équation de base afin de ramener l'estimation produite à la surface réellement prospectée comme pour les autres modèles utilisés.

Indice de Jones (2009)

L'indice de Jones admet plusieurs postulats pour le calcul. Il considère que le taux de mortalité est constant sur l'intervalle de temps considéré, que la durée de persistance d'un cadavre suit une loi exponentielle négative et que la probabilité de disparition moyenne est identique, quel que soit le moment au cours du temps (LPO Drôme).

Est également rajouté le terme d'intervalle effectif, puisque plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance est faible. Cet intervalle effectif, noté \hat{I} , correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance p est inférieur à 1%. On notera que, dans l'équation, I prendra la valeur minimale entre I et \hat{I} .

$$Nestimé = \left(\frac{C}{Z \times P \times \hat{e}} \right) \times A$$

Indice de Huso (2010)

Tout en gardant l'hypothèse de Jones que la mortalité est constante au cours du temps, il considère que la probabilité de disparition à la moitié de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre p (LPO Drôme). On notera que dans l'équation, I prendra la valeur minimale entre I et \hat{I} .

$$Nestimé = \left(\frac{C}{Z \times P \times \hat{e}} \right) \times A$$

Shiny – EolApp

Cette application permet d'éviter les erreurs d'application des différentes équations présentées ci-dessus. Elle donne ainsi une valeur médiane mais également des intervalles de confiance à 80 et 95% pour chaque estimation proposée (Erickson, Huso et Jones).

L'intervalle de confiance représente une étendue de valeurs probables dans laquelle se trouve l'estimation de la mortalité et chacune des valeurs est tout autant possible qu'une autre. En prenant un niveau de confiance à 80, il y a 80 chances sur 100 pour que la valeur de la mortalité soit bien comprise entre la borne inférieure et celle supérieure.

Lorsqu'un intervalle est très grand, il atteste de l'imprécision des statistiques et montre une mauvaise représentativité des résultats. Les conclusions sont donc délicates et à considérer à la lumière de cette imprécision.

Les calculs se basent sur les données de terrain renseignées dans le logiciel et propres au parc étudié et considèrent donc les mêmes formules et ainsi les mêmes indices que les équations présentées précédemment

Détail des paramètres

Paramètre	Définition	Valeur
A	Coefficient de correction de surface	$1 + \left(1 - \frac{\text{Taux de surface réellement prospectée}}{\text{Taux de surface prospectable}} \right)$
D	Nombre de jours du suivi	-
ê	Coefficient correcteur de l'intervalle	$\frac{\text{Min}(I:\hat{I})}{I}$
I	Nombre de jours moyen entre 2 visites	-
\hat{I}	Intervalle effectif	$-\log(0.01) \times \bar{t}$
N	Nombre de cadavre retrouvé	-
O	Nombre d'éoliennes suivies	-
\bar{t}	Durée moyenne de persistance	$\frac{\sum_{i=1}^n PM * \text{nombre de cadavres disparus à } Ji}{\text{Nombre total de cadavres déposés}}$
PHuso	Taux de persistance selon Huso	$\frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I}$
PJones	Taux de persistance selon Jones	$\exp(-0.5 \times I/\bar{t})$
Z	Efficacité de l'observateur	$\frac{\text{Nombre de cadavres retrouvés}}{\text{Nombre de cadavres déposés}}$

2.2. DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE CORRECTION

2.2.1. Test des persistances des cadavres (\bar{t})

Un test de persistance a été réalisé par saison étudiée. Au total, 16 cadavres de souris 16 cadavres de poussins ont été déposés sous les éoliennes du parc éolien des Hauts de Melleray. Chaque carcasse déposée a fait l'objet d'une localisation par GPS et a été cherchée durant les 3 jours qui ont suivi leur dépôt, de nouveau à J+6 puis à J+10.

On suppose que le taux de persistance est constant sur la saison.

Taux de persistance des cadavres :

Taux de persistance des cadavres :

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n PM * \text{nombre de cadavres disparus à } Ji}{\text{Nombre total de cadavres déposés}}$$

PM = Durée médiane en jours entre le jour de dernière présence et celui de première absence de chaque cadavre déposé.

Figure 9 - Calcul des durées de persistance par éolienne							
Saisons	Dates de prospection	Éoliennes				Total/Moyenne	
		E1	E2	E3	E4		
Période estivale	Cadavres déposés	28/05/2024	4	4	4	4	16
	Cadavres déposés	29/05/2024	1	2	1	2	6
		30/05/2024	0	0	0	2	2
		31/05/2024	0	0	0	2	2
		03/06/2024	0	0	0	2	2
		07/06/2024	0	0	0	2	2
	Durée de persistance (t)		0,75	1,00	0,75	7,00	2,38
Période automnale	Souris déposées	10/09/2024	4	4	4	4	16
	Cadavres retrouvés	11/09/2024	3	4	3	4	14
		12/09/2024	3	4	3	3	13
		13/09/2024	3	3	0	1	7
		16/09/2024	2	2	0	1	5
		20/09/2024	2	2	0	1	5
	Durée de persistance (t)		8,00	8,50	2,00	5,00	5,88

2.2.2. Tests d'efficacité des observateurs (Z)

Un test d'efficacité des observateurs a été réalisé à chaque saison.

Le test d'efficacité des enquêteurs permet de déterminer le taux de découverte des cadavres. L'objectif de cette démarche est d'estimer le pourcentage de chauves-souris ou d'oiseaux morts ayant échappé à la vue de l'observateur pour avoir une idée de leur efficacité.

Coefficient d'efficacité de l'observateur :

$$Z = \frac{\text{Nombre de cadavres retrouvés}}{\text{Nombre de cadavres déposés}}$$

L'efficacité des observateurs peut être influencée par plusieurs éléments :

- La composition du couvert végétal, sa hauteur et sa densité.
- La structure du sol (plateforme bétonnée, culture humide...).
- Les conditions météorologiques.
- L'expérience et la condition physique de l'observateur (qualité d'observation, fatigue, motivation, concentration).

À chaque test d'efficacité des observateurs, 15 leurres ont été disposés aléatoirement dans les aires de contrôle aérogénérateurs, choisis de manière à obtenir un échantillon représentatif des différents habitats couvrant les surfaces de prospection. Les coordonnées GPS, de chaqueurre, ont été systématiquement relevées afin de pouvoir retrouver les leurres non observés au terme du test. Immédiatement après le dépôt des leurres par l'enquêteur A, l'enquêteur B a effectué son protocole de prospection habituel en signalant sa découverte ou non des leurres tests.

Le type deurre utilisé est un morceau de carton, découpé de 2 formats différents (petit et grand) de manière à prendre en compte la capacité de l'observateur à retrouver différentes tailles de cadavres.

Les valeurs du test concernant les petits leurres ont été retenues pour l'analyse de la mortalité des chauves-souris et celles des grands leurres pour les oiseaux.

Figure 10 - Calcul du taux de découverte des petits leurres par éolienne et par saison							
Saisons	Dates de prospection		Éoliennes				Total/Moyenne
			E1	E2	E3	E4	
Période estivale	Leurres déposés	30/05/2024	6	5	7	6	24
	Leurres retrouvés		2	2	1	1	6
	Taux de découverte des leurres (Z)		0,33	0,40	0,14	0,17	0,25
Période automnale	Leurres déposés	13/09/2024	7	8	6	8	29
	Leurres retrouvés		3	1	3	3	10
	Taux de découverte des leurres (Z)		0,43	0,13	0,50	0,38	0,34

Figure 11 - Calcul du taux de découverte des grands leurres par éolienne et par saison							
Saisons	Dates de prospection		Éoliennes				Total/Moyenne
			E1	E2	E3	E4	
Période estivale	Leurres déposés	30/05/2024	9	10	8	9	36
	Leurres retrouvés		9	9	6	6	30
	Taux de découverte des leurres (Z)		1,00	0,90	0,75	0,67	0,83
Période automnale	Leurres déposés	13/09/2024	8	7	9	7	31
	Leurres retrouvés		6	5	8	7	26
	Taux de découverte des leurres (Z)		0,75	0,71	0,89	1,00	0,84

2.2.3. Calcul du coefficient de correction surfacique (A)

En raison de la présence de cultures parfois très denses ou même de friches, les aires de contrôle définies sous chaque éolienne n'ont pas pu être entièrement prospectées. Un pourcentage de surface contrôlée, propre à chaque journée d'investigation et à chaque éolienne, a dans ce cas été déterminé, et l'indice de correction surfacique se base sur ce pourcentage de prospection. La hauteur du couvert dépend donc de l'avancement de la culture. Dès que la végétation dépasse les 10 cm de hauteur et devient dense, la visibilité baisse fortement et la surface devient de fait non prospectable.

Coefficient de correction surfacique :

$$A = 1 + \left(1 - \frac{\text{Pourcentage de surface réellement prospectée}}{\text{Pourcentage de surface théorique}} \right)$$

Figure 12 - Surfaces prospectées autour des éoliennes							
Saisons	Dates	Éoliennes				Coefficient de correction surfacique (A)	
		E1	E2	E3	E4		
		Surface prospectée en %					
Période printanière	26/04/2024	99	26	30	100	1,36	
	03/05/2024	99	26	30	100	1,36	
	10/05/2024	99	26	30	100	1,36	
	Taux de prospection moyen	0,99	0,26	0,30	1,00	-	
		0,64					
	Coefficient de correction surfacique (A)	1,01	1,74	1,70	1,00		
Période estivale		1,36					
	17/05/2024	99	26	30	65	1,45	
	25/05/2024	99	26	30	65	1,45	
	31/05/2024	99	26	30	33	1,53	
	07/06/2024	72	26	30	33	1,60	
	14/06/2024	56	56	30	20	1,60	
	21/06/2024	56	56	30	20	1,60	
	28/07/2024	56	26	30	20	1,67	
	05/07/2024	57	21	30	21	1,68	
	12/07/2024	56	23	100	20	1,50	
	19/07/2024	56	23	100	20	1,50	
	26/07/2024	26	98	100	20	1,39	
	Taux de prospection moyen	0,67	0,37	0,49	0,31	-	
		0,46					
	Coefficient de correction surfacique (A)	1,33	1,63	1,51	1,69		
		1,54					

Figure 12 - Surfaces prospectées autour des éoliennes

Saisons	Dates	Éoliennes				Coefficient de correction surfacique (A)	
		E1	E2	E3	E4		
		Surface prospectée en %					
Période automnale	02/08/2024	26	94	100	99	1,20	
	09/08/2024	26	15	100	99	1,40	
	16/08/2024	24	100	100	100	1,19	
	23/08/2024	24	100	100	100	1,19	
	30/08/2024	48	100	100	100	1,13	
	06/09/2024	78	100	100	100	1,06	
	13/09/2024	78	100	100	100	1,06	
	20/09/2024	100	100	100	100	1,00	
	27/09/2024	100	100	100	100	1,00	
	04/10/2024	100	100	100	100	1,00	
	11/10/2024	100	100	100	100	1,00	
	18/10/2024	100	100	100	100	1,00	
	25/10/2024	100	100	100	100	1,00	
	31/10/2024	100	100	100	100	1,00	
Taux de prospection moyen		0,72	0,94	1,00	1,00	-	
Coefficient de correction surfacique (A)		0,91					
Coefficient de correction surfacique (A)		1,28	1,07	1,00	1,00		
Coefficient de correction surfacique (A)		1,09					

2.3. LIMITES DU SUIVI DE MORTALITE

Il existe plusieurs facteurs qui mèneraient à une mauvaise estimation de la mortalité :

- La disparition des cadavres entre le moment où l'individu meurt et le moment de la recherche sur le terrain (prédation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages et dégradation rapide). Ce taux de prédation dépend des saisons, des prédateurs présents, de leur spécialisation...
- La difficulté à repérer les animaux, en particulier pour les animaux de petite taille et pendant les périodes où la végétation est la plus haute. L'efficacité de l'observateur peut dépendre de la croissance de la végétation, des capacités de l'observateur, de sa fatigue, des conditions météorologiques... L'efficacité de l'observateur, liée à la recherche de leurres ici représentés par des cartons de différentes tailles, peut entraîner un biais. En effet, les détectabilités des espèces varient selon leur taille ou la couleur de leur pelage, tandis que les tests sont faits uniformément sur des leurres de mêmes couleurs.
- La réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales (zones inondées, forte densité des cultures...). Cette variable dépend de la hauteur des cultures pratiquées et de la topographie du site. Les pratiques agricoles, auxquelles les habitats prospectés sont, pour la plupart, soumis, tendent vers une modification complète du milieu. L'étude de la persistance des cadavres peut donc être fortement biaisée par le labour, tandis que la recherche des cadavres peut s'avérer impossible pendant les périodes où les cultures sont hautes.
- Le « capping loss », c'est-à-dire les individus qui subissent des dommages au niveau de l'éolienne mais meurent quelques mètres plus loin, en dehors des surfaces prospectées. Ceci n'est pas pris en compte par les modèles de calcul disponibles à ce jour.

Les différents indices calculés grâce aux tests permettent de réduire l'influence de ces biais mais ils ne peuvent pas totalement permettre de s'en affranchir. Les estimations sont donc à considérer avec précaution.

3. RESULTATS DES EXPERTISES DE TERRAIN

3.1. BILAN DES CADAVRES OBSERVÉS

3.1.1. Synthèse des cas répertoriés

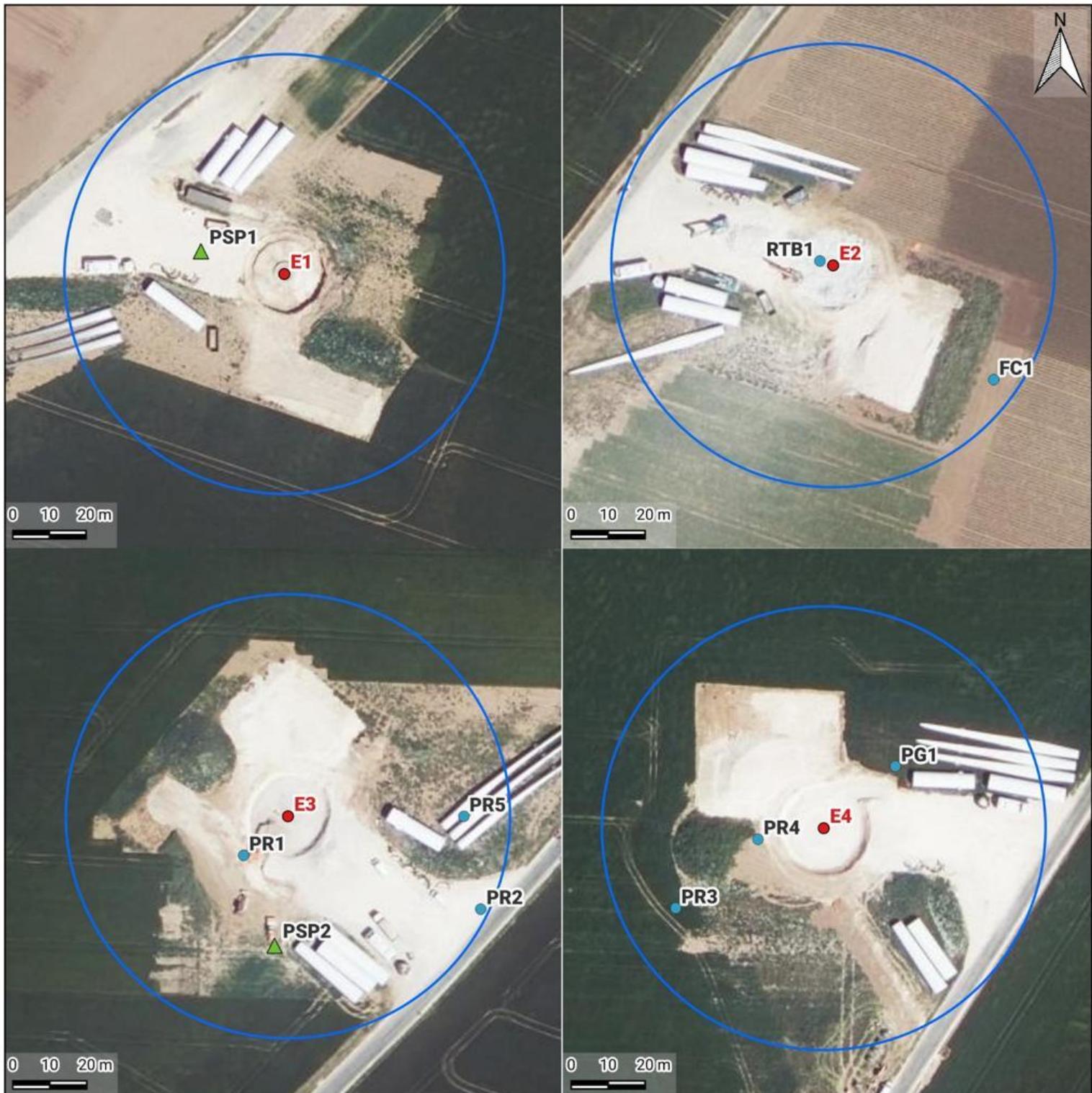


À partir des 28 passages réalisés, dix cadavres ont été découverts. Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Les fiches terrain de découverte de cadavres sont présentes en annexe 5.

Figure 13 - Résultats des recherches de cadavres

Saison	Date	Espèce	Identifiant (carto.)	Stade	Sexe	Éolienne	Distance au mât	Orientation par rapport au mât
Avifaune								
Période printanière	26/04/2024	Pigeon ramier	PR1	Adulte	Indéterminé	E3	12	SO
	26/04/2024	Pigeon ramier	PR2	Adulte	Indéterminé	E3	52	SE
	26/04/2024	Pigeon ramier	PR3	Adulte	Indéterminé	E4	40	SO
	26/04/2024	Pigeon ramier	PR4	Adulte	Indéterminé	E4	13	0
Période estivale	28/06/2024	Pigeon ramier	PR5	Adulte	Indéterminé	E3	48	SE
Période automnale	02/08/2024	Perdrix grise	PG1	Adulte	Indéterminé	E4	18	NE
	23/08/2024	Faucon crécerelle	FC1	Adulte	Mâle	E2	41	SE
	25/10/2024	Roitelet à triple bandeau	RTB1	Indéterminé	Mâle	E2	6	0
Chiroptères								
Période automnale	20/09/2024	Pipistrelle sp.	PSP1	Indéterminé	Indéterminé	E1	22	0
	31/10/2024	Pipistrelle sp.	PSP2	Indéterminé	Indéterminé	E3	29	S

La colonne « Identifiant » permet de repérer les cadavres sur la cartographie suivante.



Carte 7 - Localisation des cadavres découverts

LEGENDE

Parc éolien :	Taxons :	Protocole :
● Éoliennes suivies	▲ Chiroptères	■ Aire de prospection
	● Oiseaux	

3.2. ESTIMATION DE LA MORTALITE

Le tableau ci-dessous présente les résultats des recherches de mortalité pour le parc étudié suivant les formules d'Erickson, Jones et Huso.

Les estimations sont données en nombre de cadavres par éolienne pour la période suivie.

Notons que lorsqu'aucun cadavre n'a été détecté au cours de nos prospections, le N estimé n'est pas calculable. Pour autant, cela ne signifie pas qu'aucun individu n'a été tué au cours de la saison par l'éolienne concernée. Une moyenne globale de mortalité attendue par éolienne par année sera discutée dans les analyses.

3.2.1. Avifaune

Figure 14 - Résultats des estimations de mortalité avifaune (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)					
Saisons	Variables	E1	E2	E3	E4
Période printanière	C	0	0	2	2
	Z	0,83	0,83	0,83	0,83
	I	7,00	7,00	7,00	7,00
	Î	4,75	4,75	4,75	4,75
	ê	0,68	0,68	0,68	0,68
	ȏ	2,38	2,38	2,38	2,38
	A	1,01	1,74	1,70	1,00
	Erickson Nestimé	-	-	12,03	7,07
	Jones Nestimé	-	-	16,34	9,61
	Huso Nestimé	-	-	13,91	8,18
Période estivale	C	0	0	1	0
	Z	0,83	0,83	0,83	0,83
	I	7,00	7,00	7,00	7,00
	Î	4,75	4,75	4,75	4,75
	ê	0,68	0,68	0,68	0,68
	ȏ	2,38	2,38	2,38	2,38
	A	1,33	1,63	1,51	1,69
	Erickson Nestimé	-	-	5,34	-
	Jones Nestimé	-	-	7,25	-
	Huso Nestimé	-	-	6,17	-

Figure 14 - Résultats des estimations de mortalité avifaune (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)

Saisons	Variables	E1	E2	E3	E4
Période automnale	C	0	2	0	1
	Z	0,84	0,84	0,84	0,84
	I	6,90	6,90	6,90	6,90
	Î	11,75	11,75	11,75	11,75
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00
	ȏ	5,88	5,88	5,88	5,88
	A	1,28	1,07	1,00	1,00
	Erickson Nestimé	-	2,98	-	1,40
	Jones Nestimé	-	4,57	-	2,15
	Huso Nestimé	-	4,32	-	2,03

Exemple de lecture : l'éolienne E4 tuerait 2 oiseaux sur la période suivie en automne (d'après Huso).

3.2.2. Chiroptères

Figure 15 - Résultats des estimations de mortalité chiroptères (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)

Saisons	Variables	E1	E2	E3	E4
Période printanière	C	0	0	0	0
	Z	0,25	0,25	0,25	0,25
	I	7,00	7,00	7,00	7,00
	Î	4,75	4,75	4,75	4,75
	ê	0,68	0,68	0,68	0,68
	ȏ	2,38	2,38	2,38	2,38
	A	1,01	1,74	1,70	1,00
	Erickson Nestimé	-	-	-	-
	Jones Nestimé	-	-	-	-
	Huso Nestimé	-	-	-	-
Période estivale	C	0	0	0	0
	Z	0,25	0,25	0,25	0,25
	I	7,00	7,00	7,00	7,00
	Î	4,75	4,75	4,75	4,75
	ê	0,68	0,68	0,68	0,68
	ȏ	2,38	2,38	2,38	2,38
	A	1,33	1,63	1,51	1,69
	Erickson Nestimé	-	-	-	-
	Jones Nestimé	-	-	-	-
	Huso Nestimé	-	-	-	-

Figure 15 - Résultats des estimations de mortalité chiroptères (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)

Saisons	Variables	E1	E2	E3	E4
Période automnale	C	1	0	1	0
	Z	0,34	0,34	0,34	0,34
	I	6,90	6,90	6,90	6,90
	Î	11,75	11,75	11,75	11,75
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00
	̄t	5,88	5,88	5,88	5,88
	A	1,28	1,07	1,00	1,00
	Erickson Nestimé	4,37	-	3,41	-
	Jones Nestimé	6,69	-	5,22	-
	Huso Nestimé	6,32	-	4,93	-

Exemple de lecture : l'éolienne E3 tuerait 5 chiroptères sur la période suivie en automne (d'après Huso).

3.2.3. Shiny

Le CNRS a mis en ligne un outil permettant de calculer les intervalles de confiance des estimations de mortalité des suivis sous les éoliennes. Ces estimations reposent sur des processus d'échantillonnage multiple à partir des données brutes spécifiques à l'étude réalisée. Le logiciel ne prend en charge qu'une valeur par indice et des moyennes ont donc été utilisées par rapport aux résultats précédemment présentés par saisons.

Avifaune

Figure 16 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny

Paramètres	Période printanière	Période estivale	Période automnale	EolApp
Efficacité observateur	0,83		0,84	0,836
Persistance (jours)	2,38		5,88	Calculée par le logiciel
Pourcentage de prospection	0,64	0,46	0,91	0,67
Intervalle (jours)	7		6,9	6,97

Figure 17 - Résultats des estimations de mortalité avifaune- plateforme Shiny

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	26.71	5.43	69.44	10.30	52.14
Huso	31.42	6.76	76.89	12.20	59.12
Winkelmann	72.73	13.93	231.58	27.59	155.26
Jones	36.96	7.61	99.83	14.23	72.48

Exemple de lecture : le parc tuerait entre 6,76 et 76,89 oiseaux, avec une médiane s'établissant à 31,42 cadavres, sur toute la période suivie (d'après Huso).

Chiroptères

Figure 18 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny

Paramètres	Période printanière	Période estivale	Période automnale	EolApp
Efficacité observateur	0,25		0,34	0,30
Persistance (jours)	2,38		5,88	Calculée par le logiciel
Pourcentage de prospection	0,64	0,46	0,91	0,67
Intervalle (jours)	7		6,9	6,97

Figure 19 - Résultats des estimations de mortalité chiroptères - plateforme Shiny

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	18.76	0.00	62.33	0.00	42.97
Huso	22.02	0.00	69.67	0.00	48.86
Winkelmann	50.63	0.00	194.72	0.00	126.57
Jones	25.91	0.00	89.02	0.00	60.14

Exemple de lecture : le parc tuerait entre 0 et 69,67 chiroptères, avec une médiane s'établissant à 22,02 cadavres, sur toute la période suivie (d'après Huso).

3.2.4. Synthèse

Figure 20 - Estimations de mortalité pour le parc entier et sur l'ensemble de la période étudiée

Estimation	Nombre de cadavres estimés	
	Avifaune	Chiroptères
Erickson Nestimé	28,82	7,78
Jones Nestimé	39,93	11,91
Huso Nestimé	34,61	11,25
Shiny (Huso)	31,42 [6,76 – 76,89]	22,02 [0 – 69,97]

Figure 21 - Estimations de mortalité par éolienne et sur l'ensemble de la période étudiée

Estimation	Nombre de cadavres estimés	
	Avifaune	Chiroptères
Erickson Nestimé	7,21	1,94
Jones Nestimé	9,98	2,98
Huso Nestimé	8,65	2,81
Huso Shiny (95%)	7,86 [1,69-19,22]	5,5 [0-17,49]

Les calculs projettent d'après HUSO une mortalité de 34,61 oiseaux sur la période d'étude, soit 8,65 cas par éolienne. La plateforme Shiny indique, pour un intervalle de confiance à 95 %, entre 6,76 et 76,89 cas, la médiane s'établissant à 31,42 cas pour le parc (toujours d'après HUSO).

Les calculs projettent d'après HUSO une mortalité de 11,25 chiroptères sur la période d'étude, soit 2,81 cas par éolienne. La plateforme Shiny indique, pour un intervalle de confiance à 95 %, entre 0 et 69,97 cas, la médiane s'établissant à 22,02 cas pour le parc (toujours d'après HUSO).

Il est retenu une prédition de la mort, entre 1,69 et 19,22 oiseaux et entre 0 et 17,49 chauves-souris par éolienne pour la période échantillonnée en 2024.

À noter que les projections sont globalement surestimées en raison de divers biais qui seront discutées dans la partie 4 du rapport.

Les intervalles ayant pour borne basse 0 indiquent néanmoins une faible fiabilité des résultats.

4. ANALYSE DES RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. ANALYSE DES CAS DE MORTALITE OBSERVES

4.1.1. Causes des interactions avec les éoliennes

La littérature est abondante concernant la mortalité des oiseaux et des chiroptères causés par les structures humaines. La collision avec les éoliennes est richement documentée.

Figure 22 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraîner des collisions

Facteur	Taxon	Explication
		Le brouillard, la pluie mais également les vents forts peuvent entraîner une mauvaise visibilité ainsi qu'une difficulté de manœuvre pour les oiseaux.
		Les chauves-souris évitent de circuler lorsqu'il pleut, qu'il fait trop froid ou que le vent est trop fort car cela nuit à l'abondance des insectes et ne leur permet donc pas de maintenir un ratio apport/dépense énergétique positif. Elles préfèrent donc voler par temps clair, vent faible et lorsque les températures sont douces.
		La nuit, la visibilité est très réduite. Les migrants nocturnes, qui sont par ailleurs généralement des oiseaux diurnes qui choisissent de circuler de nuit pour échapper aux prédateurs sont plus sujets à la collision en raison du manque de repères visuels. Ils ne sont pas adaptés à la détection d'obstacles dans le noir.
		Les périodes de migration sont plus dangereuses que celles de reproduction et d'hivernage. En effet, en hiver, les oiseaux limitent généralement leurs déplacements pour économiser leur énergie tandis qu'en été, ils sont souvent cantonnés à un territoire de nidification assez restreint, ce qui limite leurs déplacements. Ils bougent également le plus souvent à faible altitude, simplement pour relier leurs zones de repos à celles de nourrissage. En revanche, pour migrer, les oiseaux ont souvent tendance à s'élever à des hauteurs qui leur permettent de s'affranchir des obstacles inhérents au sol (arbres, constructions humaines type habitations...). Ils se retrouvent alors facilement dans la fenêtre de rotation des pales. Le fait d'évoluer en groupe est également plus accidentogène, tout comme celui de migrer de nuit (voir point précédent).
		Comme pour les oiseaux, les périodes de migration sont généralement les plus dangereuses. En effet, en hiver, les chiroptères sont en sommeil (risque nul). En été, les femelles restent généralement dans un rayon d'éloignement assez restreint vis-à-vis de leur lieu de mise-bas car leurs petits ont besoin de leur chaleur pour survivre. Elles sortent donc dans l'unique but de se nourrir vite et efficacement. Certaines espèces sont migratrices (noctules et Pipistrelle de Nathusius) et réalisent donc un trajet de plusieurs centaines de kilomètres entre leurs gîtes de mise-bas et ceux d'hibernation. Pendant ces déplacements, elles circulent souvent à des altitudes plus élevées pour éviter les obstacles et émettent moins de signaux d'écholocation, non seulement pour économiser leurs forces, mais aussi parce qu'en théorie, les obstacles doivent être rares. Elles sont donc plus à même de se laisser surprendre par les pales en fonctionnement.
		La lumière peut attirer les oiseaux (phénomène de phare) et notamment les migrants. Il est recommandé de ne pas éclairer les éoliennes et de préférer une lumière intermittente blanche plutôt que rouge.
		La lumière peut attirer insectes, source de nourriture des chiroptères qui viennent donc chercher leurs proies là où elles se trouvent.
		La position d'un aérogénérateur en fonction des enjeux écologiques est souvent déterminée lors de l'étude d'impact initiale. Il y a donc des risques différents selon le secteur d'implantation et il est donc commun qu'une éolienne soit plus accidentogène que sa voisine directe. Les haies, arbres et boisements peuvent également attirer bon nombre d'oiseaux (potentialité de

Figure 22 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraîner des collisions

Facteur	Taxon	Explication									
		reproduction, de nourrissage et de refuge). Les éoliennes situées près de tels habitats sont donc obligatoirement plus à risques que celles placées en plein champ.									
		Tout élément du paysage susceptible d'attirer les insectes est donc attractif pour les chauves-souris. Les arbres, haies, broussailles et les boisements sont donc des habitats prisés par cette faune. Les éoliennes situées près de tels habitats sont donc nécessairement plus à risques que les autres. Eurobats préconise un éloignement de 200 mètres de tout élément arboré.									
		Comme pour le positionnement des éoliennes au sein d'un parc, les effets cumulés de plusieurs parcs les uns par rapport aux autres peuvent entraîner un risque plus grand. Les migrateurs notamment doivent réagir et ajuster leur trajectoire de manière répétée, ce qui entraîne des mouvements parfois anarchiques, désorganisés et de dernière minute qui fatiguent et désorientent les groupes, augmentant le risque de collision. Ces effets cumulés peuvent aussi exister entre un parc et d'autres structures comme une ligne électrique ou des bâtiments.									
		Comme pour les oiseaux, la rencontre d'obstacles multiples peut entraîner des pertes énergétiques de contournement ou d'évitement qui peuvent nuire aux individus déjà affaiblis par la migration et entraîner des souffrances qui augmentent les collisions.									
		La sensibilité à l'éolien est en effet très variable d'une espèce à l'autre. Les rapaces sont notamment concernés car ils chassent souvent dans des habitats propices à l'installation d'éoliennes. Leurs comportements et leur aisance à prendre de la hauteur augmentent fortement le risque de collision. Les migrateurs sont également plus exposés car ils circulent généralement en groupe, créant un effet de dilution de vigilance. Ceux appréciant d'alterner des phases de vol et de repos/alimentation dans les champs sont également concernés par ils réalisent des décollages et des atterrissages fréquents qui les font traverser les surfaces de rotation.									
		La sensibilité est également directement liée à l'espèce, les chauves-souris ubiquistes c'est-à-dire celles à l'aise avec une circulation en espace ouvert sont davantage susceptibles de rencontrer des éoliennes que celles fortement liées aux boisements. Les migratrices sont également plus exposées à la collision en raison de leurs déplacements sur de longues distances et à des altitudes supérieures.									
			Jour de l'année		Luminosité		Paysage		Effets cumulés		Comportement individuel

Les oiseaux, comme les chiroptères, ne percutent pas toujours que les pales en fonctionnement mais également les mâts ou les nacelles. Le risque de collision dépend de l'espèce, du nombre d'individus, du comportement mais également des conditions météorologiques (brouillard ou pluie qui rendent faible la visibilité du parc éolien par l'avifaune) et de la topographie du site (Drewitt et Langston 2006). Les chiroptères sont également susceptibles de subir un barotraumatisme entraînant la mort (Baerwald et al. 2008).

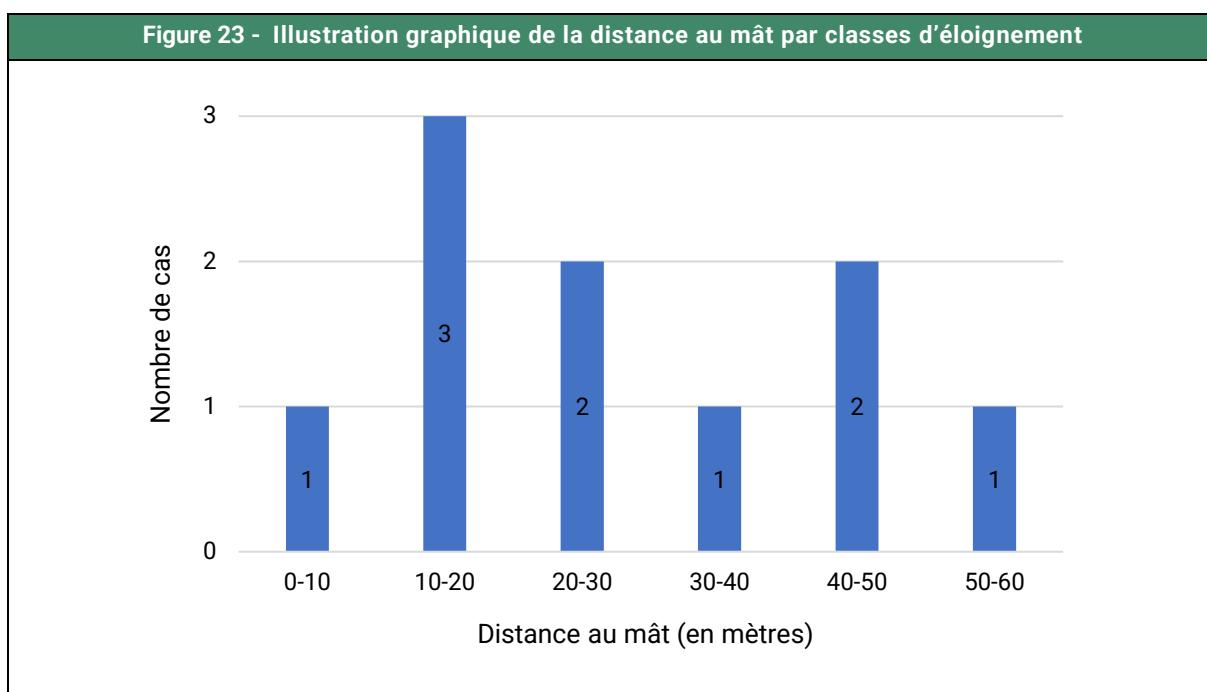
4.1.2. Age et sexe

L'état de conservation des carcasses retrouvées peut parfois rendre difficile l'identification de l'espèce et du sexe lorsque l'espèce présente un dimorphisme sexuel. Seuls les cadavres de Faucon crécerelle et le Roitelet triple bandeau ont pu être sexés en raison de leur état et de la présence d'un dimorphisme sexuel.

4.1.3. Distance au mât

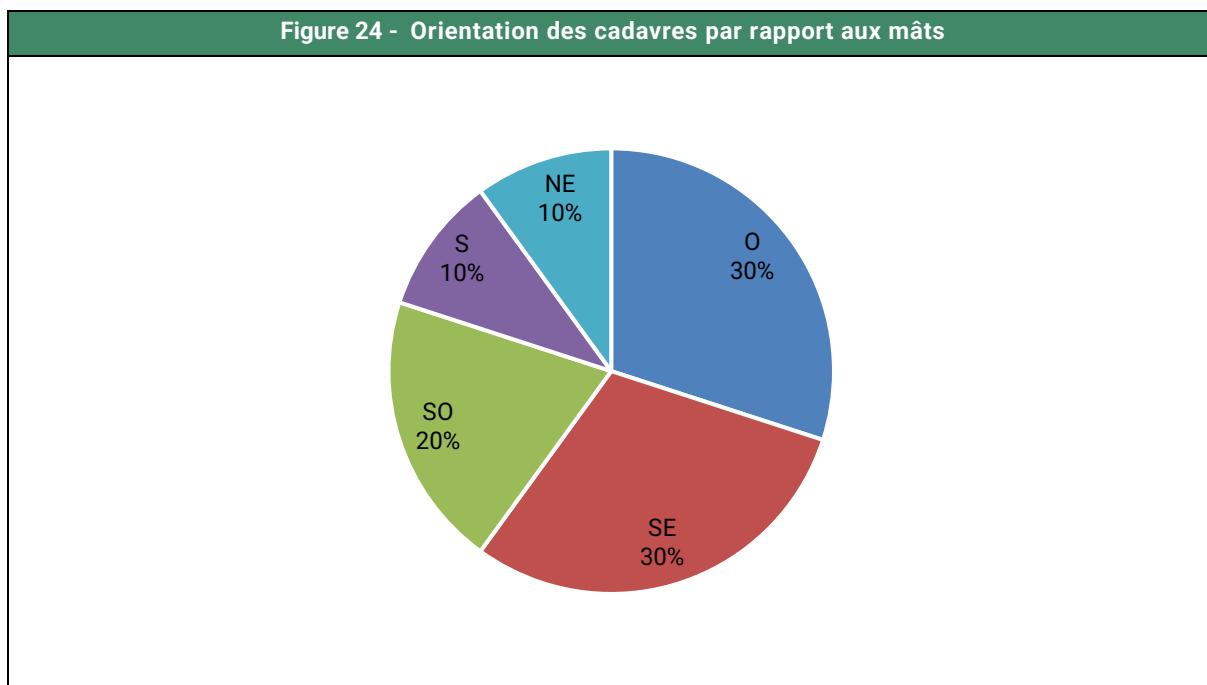
La distance moyenne au mât des cadavres découverts est de 28,1 mètres.

Les corps peuvent être précipités directement au sol après leur impact, ou projetés. Le déplacement des corps par des prédateurs entre le moment où ils tombent au sol et leur découverte n'est pas exclu. Cela peut biaiser le distance moyenne obtenue. On ne tire donc aucune conclusion de ce paramètre.



4.1.4. Orientation

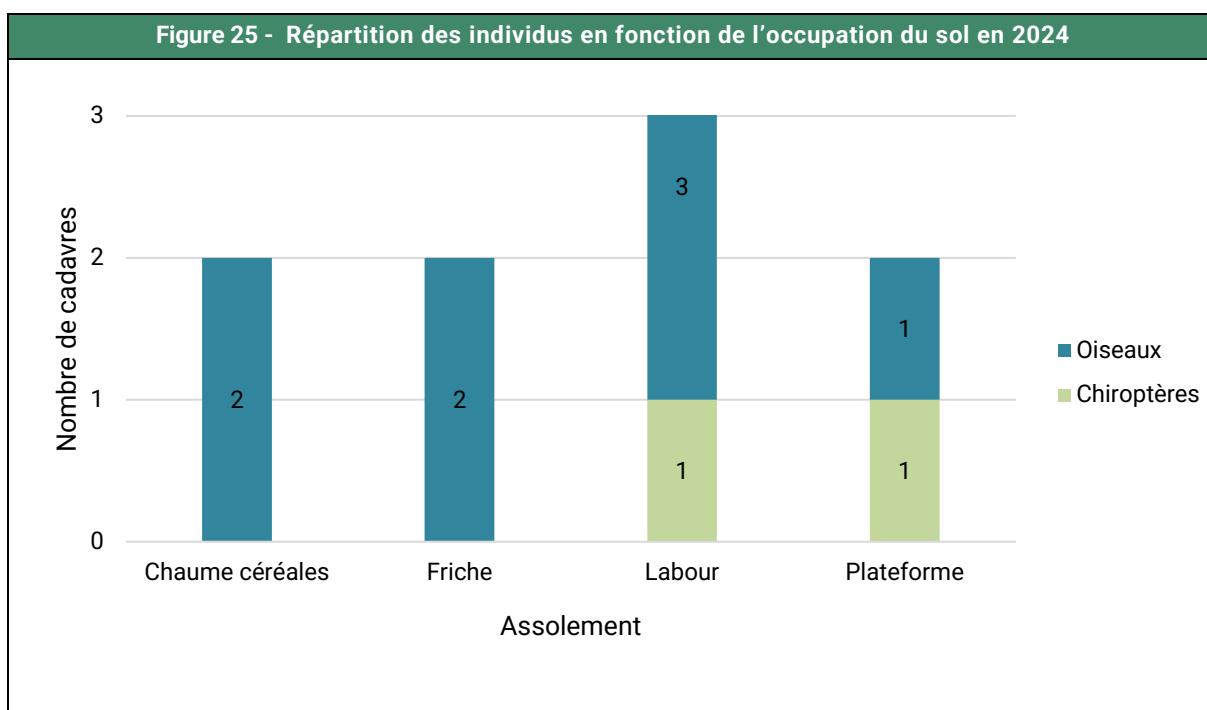
D'après la figure ci-après, les chauves-souris et les oiseaux ont majoritairement été observés à l'ouest et au sud-est (60%) des éoliennes.



4.1.5. Occupation du sol

La majorité des cadavres découverts se situaient au niveau des parcelles labourées.

En conclusion les individus ont été découverts sur des milieux pas végétalisés ou avec une végétalisation basse.



4.1.6. Statut des espèces et sensibilités à l'éolien

Oiseaux

Figure 26 - Statut des oiseaux trouvés lors des prospections										
Espèce	Nombre de cadavre	Protection national	Listes rouges				Région	Directive Oiseaux		
			Europe	France						
				Nicheur	Hiver	De passage				
Faucon crécerelle	1	Art. 3	LC	NT	NA	NA	LC	-		
Perdrix grise	1	-	LC	LC	-	-	NT	OII ; OIII		
Pigeon ramier	5	-	LC	LC	LC	NA	LC	OII ; OIII		
Roitelet à triple bandeau	1	Art. 3	LC	LC	NA	NA	LC	OII		

En gras les espèces patrimoniales.

Figure 27 - Sensibilité à l'éolien des oiseaux trouvés lors des prospections				
Espèce	Indice de vulnérabilité France ¹	Sensibilité à la perte d'habitat	Sensibilité à la collision	Cas de mortalité (T.Dürr ² France, 2023)
Faucon crécerelle	2,5	Non	Très élevée	347 cas
Perdrix grise	0,5	Oui	Élevée	166 cas
Pigeon ramier	0,5	Non	Élevée	222 cas
Roitelet à triple bandeau	1	Non	Élevée	384 cas

Indice de vulnérabilité : 0,5 : très faible / 1 – 1,5 : faible / 2 – 2,5 : moyen / 3 – 3,5 : fort / 4 – 4,5 : très fort.

En gras les espèces patrimoniales.

Toutes les espèces retrouvées lors du suivi de 2024 sont connues pour être sensibles au risque de collision et barotraumatisme. Selon une étude de la LPO³ ainsi que les chiffres de mortalité compilés par T. Dürr (en 2023), ces espèces font parties de celles les plus couramment impactées par les parcs éoliens.

¹ <https://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/25102017-guide-regional-hdf-priseencomptedesoiseauxetdeschauvessouris danslesprojetsdeoliens.pdf>

² <https://lfp.brandenburg.de/lfp/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>

³ LPO, 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. 92 p

Figure 28 - Principales espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes (Source : LPO, 2017¹)

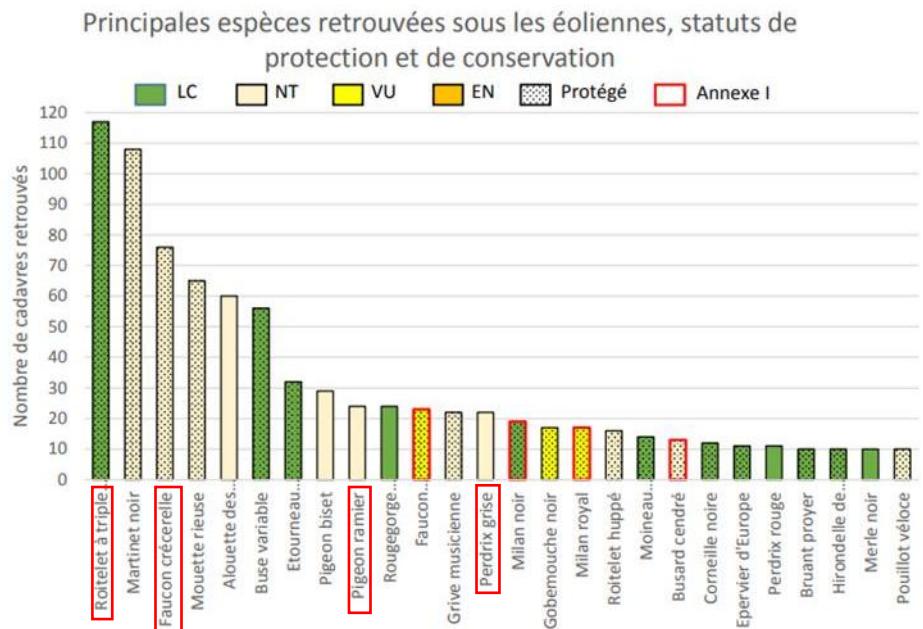
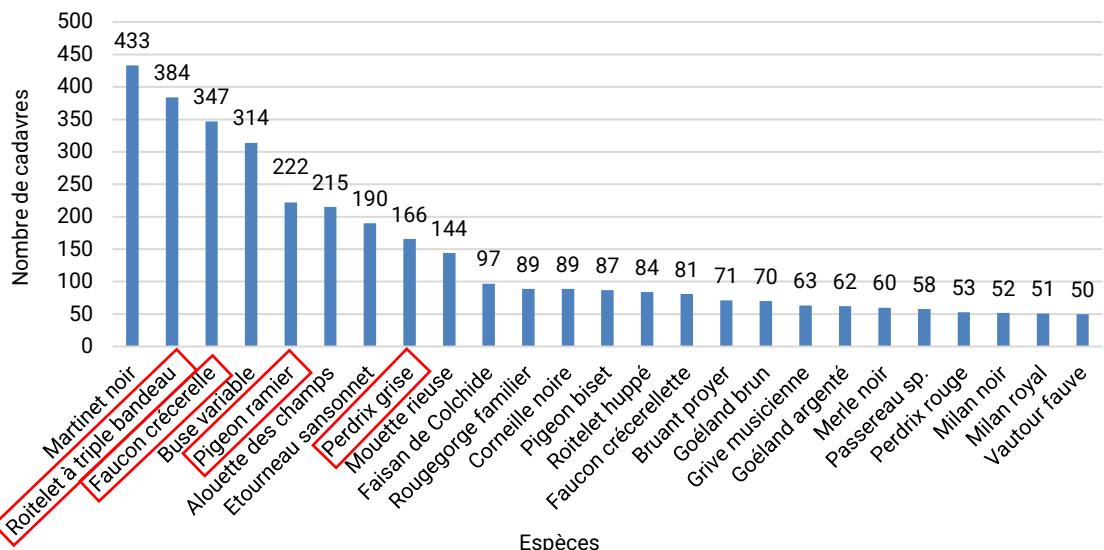


Figure 29 - Cas de mortalité en France – Les espèces les plus impactées (Dürr, 2023)



Encadré en rouge, les espèces retrouvées mortes en 2024 sur le parc.

¹ LPO, 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. 92 p

Chiroptères

Figure 30 - Statut des chiroptères trouvés lors des prospections

Espèce	Nombre de cadavre	Protection national	Listes rouges			Directive Habitat
			Europe	France	Région	
Pipistrelle sp.	2	-	-	-	-	-

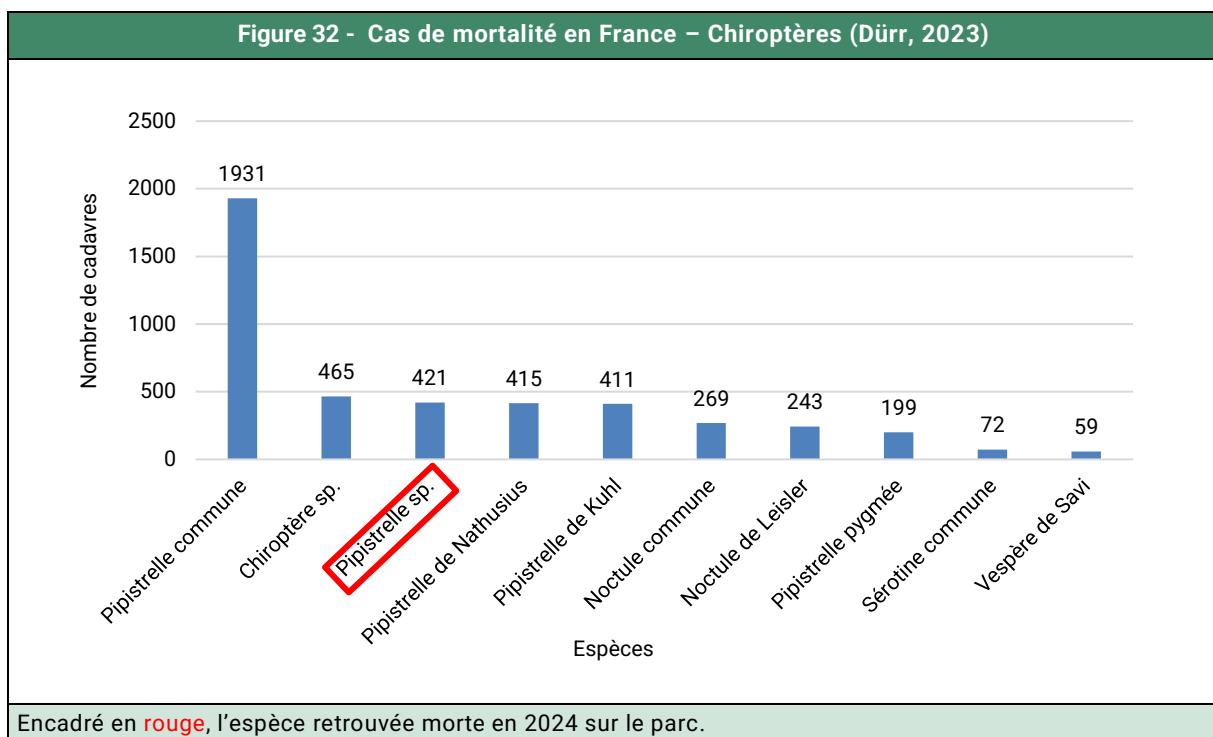
Figure 31 - Sensibilité à l'éolien des chiroptères trouvés lors des prospections

Espèce	Indice de vulnérabilité France ¹	Sensibilité au dérangement	Sensibilité à la collision et au barotraumatisme	Espèce prioritaire 2016/2025 ²	Cas de mortalité (T. Dürr ³ France, 2023)
Pipistrelle sp.	-	-	-	-	421 cas

Indice de vulnérabilité : 0,5 : très faible / 1 – 1,5 : faible / 2 – 2,5 : moyen / 3 – 3,5 : fort / 4 – 4,5 : très fort.

Le groupe des chiroptères est connu pour être sensible au risque de collision et de barotraumatisme. La Pipistrelle indéterminée fait partie des espèces les plus couramment impactées par les parcs éoliens (Dürr 2023).

Figure 32 - Cas de mortalité en France – Chiroptères (Dürr, 2023)



¹ Guide de préconisation pour la prise en compte des enjeux chiroptérologiques et avifaunistiques dans les projets éoliens – région Hauts de France – septembre 2017

² Plan National d'Actions en faveur des chiroptères (PNA) 2016-2025, Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, janvier 2017.

³ <https://lfp.brandenburg.de/lfp/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>

4.2. ANALYSE DES RESULTATS DES TESTS

4.2.1. Test observateur

Le test lié à l'efficacité de l'observateur est généralement mis en place deux fois par suivi de manière à s'adapter aux variations liées aux conditions météorologiques et à l'évolution des supports (hauteur de la végétation, état du sol...). Dans le cas du suivi du parc étudié, deux tests ont été réalisés, à savoir au début de l'été et un au début de l'automne. Pour rappel, 15 leurres ont été placés par une personne A au sein des cercles de prospection des 4 éoliennes, et une personne B a effectué ses transects de recherche en essayant de les repérer comme elle repérerait un cadavre.

Le taux d'efficacité observateur est jugé globalement bon (60%).

Le taux d'efficacité observateur est moyen pour les petits leurres (30%) et bon pour les grands leurres (84%).

4.2.2. Test de persistance

Après avoir disposé les cadavres tests au sein des parcelles, l'observateur a tenté de les retrouver grâce à leurs positions GPS. En règle générale, les cadavres disparaissent rapidement, que ce soit à cause de la prédateur (par les renards, les rapaces, les insectes nécrophages...) ou éventuellement à cause des passages des engins agricoles dans les champs. En moyenne, d'après la bibliographie, environ la moitié des cadavres devraient disparaître dès les premières 48 heures.

Pour les éoliennes suivies, la persistance chute en moyenne après un jour sur site en été (présence de 6 cadavres sur les 16). À l'automne, la persistance chute en moyenne au bout du troisième jour (présence de 7 cadavres sur les 16).

Le type de culture environnant, la proximité de terriers de prédateurs et de leurs petits ou tout simplement le hasard de la prospection d'animaux peuvent influencer cet indice. La persistance peut donc être très différente d'une éolienne à l'autre dans le temps en fonction de la présence des prédateurs mobiles. En période estivale comme automnale, c'est l'éolienne E3 où la durée de persistance des cadavres est la plus faible (0,75 jours en été et 2,00 jours en automne).

La persistance moyenne est plutôt faible en période estivale (2,38 jours) et bonne en période automnale (5,88 jours).

4.2.3. Pourcentage de prospection et taux de correction de surface

De manière globale, se trouve sous une éolienne :

- Une partie gravillonnée correspondant aux fondations du mât, au chemin d'accès et à la plateforme.
- Une zone de terre meuble et une zone enherbée en friche se situant autour des fondations, souvent constituée de graminées plus ou moins hautes selon l'entretien.
- Une zone d'activité agricole.

Les parties gravillonnées offrent une visibilité maximale (sol nu), tandis que les zones de friches, si elles ne sont pas entretenues, en offrent une plutôt médiocre. La valeur du taux de prospection est donc spécifique à une éolienne pour une période donnée, ici : la saison.

Dans le cas du parc éolien des Hauts de Melleray, les quatre éoliennes se situent en plein champ. Théoriquement, l'entièretendue des aires de prospection peut être parcourue. Cependant, les variétés cultivées à certains endroits, comme le colza, le blé ou l'orge, peuvent rendre la parcelle inaccessible.

C'est pourquoi un indice de correction de surface (A) propre à chacune de ces éoliennes a été intégré dans tous les calculs. Au plus la surface réellement prospectée s'approche de la surface théorique, au plus les estimations sont précises, et au plus la surface prospectée est faible, au plus le risque d'erreurs par surestimation du calcul est grand.

Le pourcentage de prospection est bon au printemps et moyen en été, avec respectivement 64% et 46 % de surface prospectable. En automne, il est meilleur avec 91 % de la surface prospectée.

4.3. ANALYSE DES CALCULS DE MORTALITE

4.3.1. Note sur les méthodes utilisées

D'après une étude menée en région Rhône-Alpes¹ qui s'est penchée sur la justesse des différentes méthodes de calcul, il semblerait que l'indice d'Erickson ne soit pas pertinent lorsque la durée de persistance est trop élevée (ce qui n'est pas le cas ici). Les méthodes de Jones et d'Huso, qui fonctionnent à chaque fois, seraient les plus proches de la réalité. Une standardisation des suivis de mortalité au niveau national permettrait de reconnaître l'utilisation préférentielle de l'indice d'Huso et de proposer un protocole national réplicable.

Une étude menée par la LPO Vendée² confirme le choix de l'utilisation de cet indice, tandis que la LPO France préfère faire une moyenne des indices calculés.

Les analyses présenteront donc 3 indices et les conclusions seront basées sur les calculs selon Huso, les intervalles de confiance étant issus de l'utilisation de Shiny (CNRS).

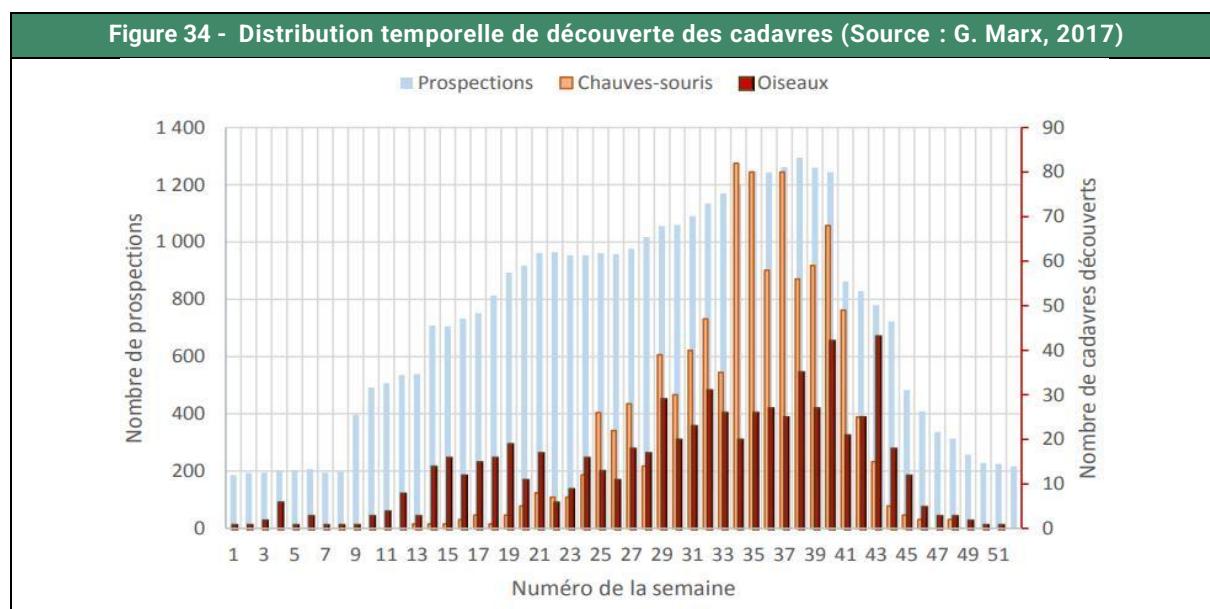
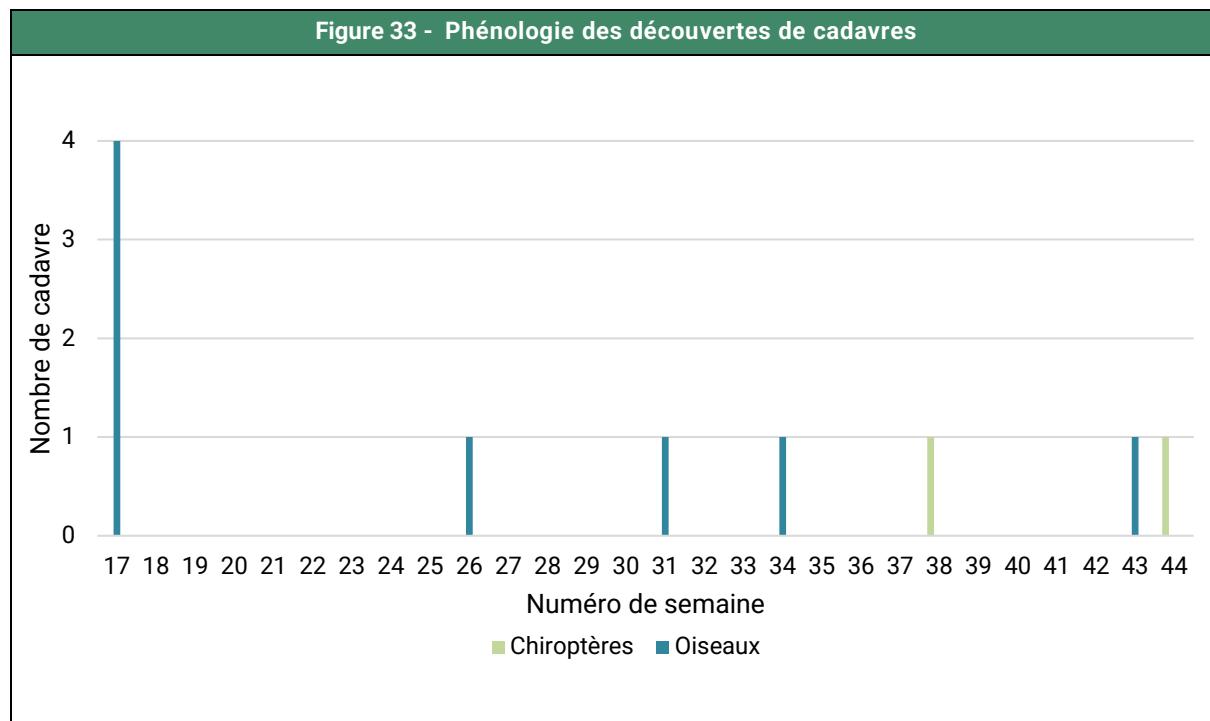
¹ Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes, LPO Drôme, 2010

² Retour sur 10 années de suivi de mortalité en Vendée, LPO Vendée, 2013

À noter que les modèles d'estimation sont basés sur l'utilisation d'indices américains qui diffèrent fortement de ceux mis en évidence en Europe. La durée de persistance observée aux USA est notamment bien plus longue, ce qui fait que les calculs produits pour la France sont automatiquement surestimés, biaisés par un indice local de persistance trop faible.

Aucun modèle ne prend d'ailleurs en compte le fait qu'un cadavre manqué par l'observateur au passage P1 puisse être trouvé au passage P2 ce qui entraîne nécessairement la surestimation des projections. **Les projections seront donc nuancées dans la partie discussion.**

4.3.2. Analyse temporelle des résultats



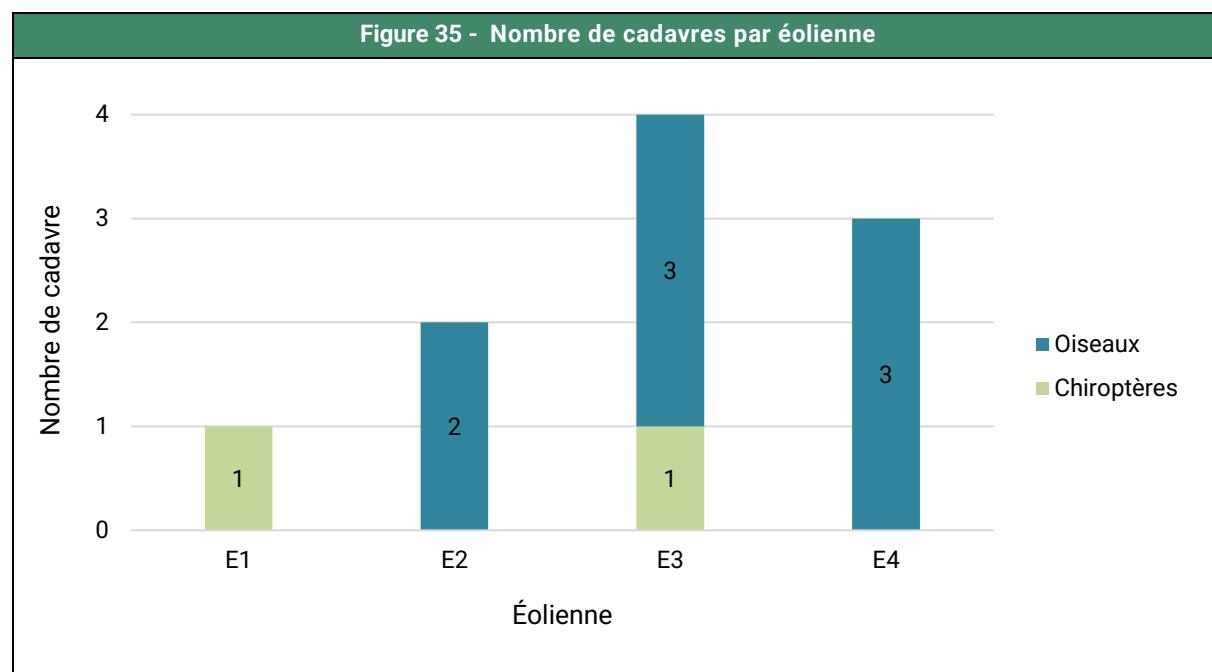
D'après la bibliographie (Figure 34 - 58), l'automne est généralement la période la plus mortifère, notamment pour les chiroptères. Ce constat semble se confirmer d'après les recherches au sol puisque les deux cadavres de chiroptères ont été trouvés entre la semaine 31 et 44.

4.3.3. Analyse spatiale des résultats

Toutes les éoliennes ont entraîné des cas de mortalité.

Les éoliennes E3 et E4 ont été à priori les plus accidentogènes avec respectivement quatre et trois cadavres retrouvés sous chacune.

Les raisons qui ont poussé les individus à s'approcher des pales restent floues et mal connues, et sont donc très spéculatives. Les éoliennes E3 et E4 se situent à moins de 200 mètres d'un boisement. Ces milieux peuvent constituer des corridors privilégiés pour la chiroptérofaune et l'avifaune. Ces éléments d'explications sont évidemment des théories qui pourraient faire l'objet d'études spécifiques plus poussées pour être confirmées et/ou développées.



4.3.4. Analyse globale de la mortalité

Figure 36 - Estimation de mortalité pour l'ensemble de la période étudiée				
Méthode	Pour le parc éolien		Par éolienne	
	Avifaune	Chiroptères	Avifaune	Chiroptères
Erickson	28,82	7,78	7,21	1,94
Jones	39,93	11,91	9,98	2,98
Huso	34,61	11,25	8,65	2,81
Shiny 95% (Huso)	31,42 [6,76-76,89]	22,02 [0-69,97]	7,86 [1,69-19,22]	5,5 [0-17,49]

Pour le parc éolien des Hauts de Melleray, l'estimation varie entre 7,21 (selon la méthode d'Erickson) et 9,98 cadavres d'oiseaux par éolienne pour la période étudiée (selon la méthode de Jones). La méthode de Huso donne un résultat intermédiaire, à savoir 8,65 cadavres. L'utilisation d'Eolapp (Shiny - Huso) permet d'obtenir des intervalles de confiance à 95% qui se situent entre 1,69 et 19,22 cas par éolienne avec une médiane s'établissant à 7,86 cas.

Pour les oiseaux, les modèles prévoient 8,65 cas par éolienne, ce qui est légèrement supérieur aux prédictions de la LPO¹ (7 oiseaux en moyenne par éolienne et par an).

Pour les chiroptères, l'estimation varie entre 1,94 (selon la méthode d'Erickson) et 2,98 cadavres de chiroptères par éolienne pour la période étudiée (selon la méthode de Jones). La méthode de Huso donne un résultat intermédiaire, à savoir 2,81 cadavres. L'utilisation d'Eolapp (Shiny - Huso) permet d'obtenir des intervalles de confiance à 95% qui se situent entre 0 et 17,49 cas par éolienne avec une médiane s'établissant à 5,5 cas.

Concernant les chiroptères, les modèles prévoient 2,81 cas par éolienne, ce qui est dans l'ordre des prédictions de la bibliographie² (entre 0 et 3 cas par éolienne et par an).

La comparaison des estimations tend vers des conclusions similaires à celles tirées de la mortalité brute, à savoir que le parc génère une mortalité aviaire plus importante que celle des chiroptères.

¹ MARX, G. ; LPO (2017). Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015, juin 2017, 92 p

² Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Green, M., Rodrigues, L., & Hedenstrom, A. (2010a). Bat mortality at wind turbines in Northwestern Europe. Acta Chiropterologica, 12(2), 261-274.

<https://doi.org/10.3161/150811010X537846>

5. CONCLUSION GENERALE DU SUIVI DE MORTALITE

À partir des 28 passages de mortalité effectués entre la semaine 17 et 44 de l'année 2024, dix cadavres ont été découverts.

Huit cadavres d'oiseaux ont été découvert : Faucon crécerelle (1 cas), Perdrix grise (1 cas), Pigeon ramier (5 cas), Roitelet à triple bandeau (1 cas).

Toutes les espèces retrouvées lors du suivi de 2024 sont connues pour être sensibles au risque de collision et barotraumatisme. D'après plusieurs études (LPO¹, T.Dürr²(2023)), ces espèces font parties de celles les plus couramment impactées par les parcs éoliens. En effet, ces espèces nichent à terre dans les cultures (Perdrix grise), chassent au-dessus des cultures (Faucon crécerelle), se nourrissent au sein des cultures (Pigeon ramier) ou transitent (Roitelet à triple bandeau). La présence d'un canon effaroucheur, mis en place à cause d'une corbeautière dans le bosquet, entre les éoliennes E3 et E4 le long du bosquet peut être une explication du nombre important de Pigeon ramier retrouvés morts sous ces deux éoliennes.

Les calculs projettent d'après HUSO, une mortalité de 8,65 oiseaux par éolienne entre les semaines 17 et 44 pour l'année 2024. Les données fournies par l'application EolApp se situent à 7,86 oiseaux par éolienne (IC 95 % : 1,69–19,22).

Deux cadavres de chiroptères ont été découverts : Pipistrelle indéterminée (2 cas).

Pour les chauves-souris, le groupe des Pipistrelles est connu pour être souvent exposé à la collision ou au barotraumatisme.

Les calculs projettent d'après HUSO, une mortalité de 2,81 chiroptères par éolienne entre les semaines 17 et 44 pour l'année 2024. Les données fournies par l'application EolApp se situent à 5,5 chiroptères par éolienne (IC 95 % : 0–17,49).

Pour les chiroptères, les analyses des données de l'appareil d'écoute en continu installé en altitude pendant l'année 2024 et exposées dans la partie suivante permettront de statuer sur l'intensité et la composition du flux chiroptérologique transitant au niveau du parc.

Afin de conclure plus aisément sur les impacts résiduels liés au fonctionnement des éoliennes, les résultats d'estimations de mortalité seront discutés dans la partie discussion du présent rapport.

¹ MARX, G. ; LPO (2017). Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015, juin 2017, 92 p

² <https://lfp.brandenburg.de/lfp/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-vogel-und-fledermaeuse/>

ETUDE DES CHIROPTERES

ÉTUDE DES CHIROPTÈRES

1. PROTOCOLE D'ECOUTE EN CONTINU EN NACELLE D'EOLIENNE

1.1. OBJECTIFS DU PROTOCOLE

Des écoutes en continu à hauteur des nacelles des éoliennes E1 et E3 ont été réalisées entre le 13 mars 15 novembre 2024 afin de pouvoir corrélérer les données d'altitude aux résultats des recherches de mortalité.

L'éolienne E1 est représentative de la typologie d'habitats qui composent le site d'étude à savoir les milieux cultivés. Quant à l'éolienne E3, elle a été choisie en raison de sa proximité avec un boisement.

L'objectif de cette expertise a été la qualification et quantification de l'activité chiroptérologique autour du rotor de l'éolienne. Les résultats, analysés par saison, permettent de quantifier plus précisément les risques de mortalité au niveau du parc éolien.

Une corrélation avec les données météorologiques (vitesse de vent et température) permettra également d'apprécier les paramètres favorables à l'activité chiroptérologique.

1.2. PROTOCOLE DES ECOUTES EN CONTINU

1.2.1. Dispositif d'écoute

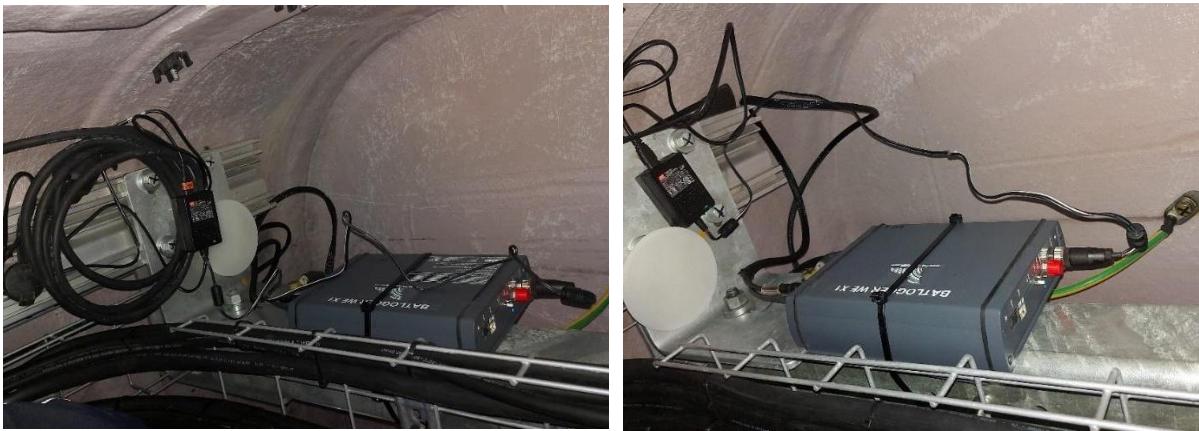
Le Batlogger WE X1 de chez Elekon a été spécialement développé pour monitorer l'activité chiroptérologique au sein des éoliennes.

Il permet des écoutes passives sur plusieurs mois et est accessible à distance par une connexion satellite en 4G. Grâce à sa fiabilité et sa connexion à distance, il ne nécessite aucune maintenance. Un abonnement annuel à Batlogger connect est néanmoins obligatoire et permet de surveiller l'enregistreur, de tester le microphone 24h/24h, de modifier les paramètres (périodes d'enregistrement, plages horaires...), de visualiser et sauvegarder les sons.

Le microphone est placé à l'avant de la nacelle dans le trou de cordiste.

Le Batlogger et son microphone présentent une sensibilité de 10 à 150 khertz (full spectrum) et enregistre en temps réel d'une heure avant le coucher de soleil à une heure après le lever. Son horodatage est automatique grâce à sa localisation GPS.

Envol Environnement atteste de la conformité et du bon fonctionnement des microphones installés sur le parc éolien des Hauts de Melleray sur l'ensemble de la période d'écoute.



Batlogger installé dans la nacelle de l'éolienne E1 (à gauche) et E3 (à droite)

Source : JPÉE (Photographies prises sur site).

Éoliennes équipées

Les éoliennes E1 et E3 ont été équipée avec un Batlogger WEX1 en 2024.

La cartographie suivante localise les éoliennes équipées d'un Batlogger au sein du parc éolien des Hauts de Melleray.



Carte 8 - Localisation des éoliennes équipées d'un Batlogger

LEGENDE

Parc éolien :

- Éoliennes suivies
- Éoliennes équipées d'un Batlogger

Durée d'échantillonnage

Ce protocole permet d'étudier l'activité chiroptérologique au niveau du rotor de l'éolienne E1 et E3 sur toute la durée de la nuit (enregistrement 1 heure avant le coucher du soleil jusqu'à 1 heure après le lever du soleil) et 7j/7 sur toute la période d'activité des chiroptères. Dans le cadre de l'étude, ce protocole a été appliqué entre mars et novembre 2024 avec un Batlogger disposé en nacelle de l'éolienne E1 et E3. L'installation a été réalisée le 13 mars 2024. Les tableaux suivants présentent les périodes d'enregistrement par le dispositif d'écoutes en continu pour chacune des saisons.

Figure 37 - Calendrier des durées d'échantillonnage sur E1 selon les phases étudiées			
Périodes	Saisons	Nombre de nuits d'écoute	Temps d'écoute total (en heures)
Du 13 mars au 31 mai 2024	Transits printaniers	78	962,12
Du 01 juin au 15 août 2024	Mise-bas	75	792,17
Du 16 août au 15 novembre 2024	Transits automnaux	84	1 264,77
		237	3 019,05

Figure 38 - Calendrier des durées d'échantillonnage sur E3 selon les phases étudiées			
Périodes	Saisons	Nombre de nuits d'écoute	Temps d'écoute total (en heures)
Du 13 mars au 31 mai 2024	Transits printaniers	72	902,28
Du 01 juin au 15 août 2024	Mise-bas	75	792,17
Du 16 août au 15 novembre 2024	Transits automnaux	89	1 303,85
		236	2 998,30

Plusieurs nuits (une partie ou la totalité de la nuit) n'ont pas pu être enregistrées en raison de dysfonctionnement (coupure d'alimentation de l'éolienne).

Les périodes où des coupures ont eu lieu sont listées ci-après :

Éolienne E1 :

- 1) Du 23 au 24 mai
- 2) Du 22 au 24 août
- 3) Du 6 au 10 septembre
- 4) Du 24 au 25 septembre

Éolienne E3 :

- 1) Du 18 au 24 avril
- 2) Du 23 au 24 mai
- 3) Du 22 au 24 août

2. METHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES SIGNAUX ULTRASONIQUES

2.1. ANALYSE DES ENREGISTREMENTS

Présentation du logiciel Sonochiro

Le logiciel Sonochiro, créé par le bureau d'études Biotope permet l'identification automatique des détections acoustiques enregistrées par le BATLOGGER. Utilisant la méthode des algorithmes, le logiciel est capable d'analyser les paramètres des signaux émis par les chauves-souris. Différents paramètres sont analysés (durée du signal, puissance maximale du signal, fréquence terminale du signal, amplitude du signal, durée entre deux signaux successifs...) puis comparés à la base de données. Cette base de données permet ainsi la discrimination de la plupart des espèces ou groupes d'espèces. Une vérification manuelle est néanmoins réalisée par un chiroptérologue en cas de doute et en fonction des espèces et du risque d'erreur (voir explications dans les paragraphes suivants).

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, ratios signal/bruit...).
- Une classification des cris basée sur les mesures d'un large panel de sons de référence. La classification s'appuie sur la méthode des forêts d'arbres décisionnels (« random forest ») qui semble la plus performante pour la classification des signaux d'écholocation de chauves-souris (Armitage & Ober, 2010). Contrairement aux autres méthodes de classification (réseaux de neurones, analyses discriminantes...), elle tolère bien la multiplicité des types de cris par espèce. De plus, elle permet d'obtenir, pour chaque cri, une probabilité d'appartenance à chaque espèce potentielle.
- 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 différentes entre elles, les séquences sont alors identifiées au groupe d'espèces également assorti 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 dont le signal passe en arrière-plan sur la fenêtre de visualisation des signaux enregistrés via le logiciel Batsound.

Traitemet et analyse des résultats issus de Sonochiro

Basé sur le calcul d'algorithmes, le logiciel Sonochiro compare les signaux enregistrés aux signaux issus d'une base de données largement documentée (détenue par le bureau d'études Biotope). La classification des signaux dans telle ou telle catégorie d'espèces est réalisée par une multitude de comparaison des signaux. La fiabilité du résultat est également précisée, ce qui rend l'analyse relativement précise.

Le risque d'erreurs est considéré comme fort pour une valeur comprise entre 0 et 2. Le risque d'erreurs est modéré pour une valeur comprise entre 3 et 5. Une valeur comprise entre 6 et 8 correspond à un risque d'erreurs faible tandis qu'un indice supérieur à 8 indique un risque d'erreurs très faible. Dans ces conditions, la qualité de l'enregistrement et l'indice de confiance annoncé ont orienté notre étude de la façon suivante :

Pour le groupe des Murins :

- Peu importe l'indice espèce, la moitié des pistes est vérifiée manuellement tandis que nous appliquons ce que nous avons vérifié sur l'autre moitié des pistes.

Pour le groupe des Pipistrelles :

- Indice espèce compris entre 5 et 10 : le nom de l'espèce défini par le logiciel est validé après vérification de quelques pistes.
- Indice espèce compris entre 0 et 4 : Un plus grand nombre de pistes est vérifié pour corroborer ce qu'a défini le logiciel.

Pour le groupe des Noctules et des Sérotines :

- Indice espèce compris entre 5 et 10 : le nom de l'espèce défini par le logiciel est validé après vérification de quelques pistes.
- Indice espèce compris entre 0 et 4 : Un plus grand nombre de pistes est vérifié pour corroborer ce qu'a défini le logiciel.

Pour le groupe des Rhinolophes : toutes les pistes ont été vérifiée.

Pour la Barbastelle d'Europe :

- Indice espèce compris entre 5 et 10 : le nom de l'espèce défini par le logiciel est validé après vérification de quelques pistes.
- Indice espèce compris entre 0 et 4 : Un plus grand nombre de pistes est vérifié pour corroborer ce qu'a défini le logiciel.

2.2. TRAITEMENT DES DONNEES SPECIFIQUES

Dès lors que l'analyse du signal a pu permettre de déterminer l'espèce, les données spécifiques sont traitées afin de quantifier l'activité et le comportement de ladite espèce.

2.2.1. Généralités

L'utilisation du nombre de contacts de chauves-souris permet une évaluation plus rigoureuse de leur activité. En effet, un seul individu peut émettre plusieurs cris, il est donc difficile d'identifier le nombre d'individus.

Le contact acoustique est l'élément de base. C'est l'unité quantitative de l'activité qui permettra la comparaison entre les études menées par d'autres auteurs (BARATAUD M., 2012). Un contact correspond à une séquence acoustique bien différenciée, captée en hétérodyne ou en division de fréquences. Un train de signaux (même très court, de quelques signaux) constitue donc un contact brut. Si un deuxième le suit immédiatement avec un court silence entre les deux (supérieur à la durée des intervalles entre signaux d'une même séquence), il correspondra à un deuxième contact brut. Un même individu chassant en aller et retour, peut ainsi être noté plusieurs fois, car les résultats quantitatifs expriment bien une mesure de l'activité et non une abondance de chiroptères.

Certaines circonstances posent cependant un problème de quantification des contacts bruts. Lorsqu'une ou plusieurs chauves-souris restent chasser dans un secteur restreint, elles peuvent fournir une séquence sonore continue (parfois sur plusieurs minutes) que l'on ne doit pas résumer à un contact unique par individu, ce qui exprimerait mal le niveau élevé de son activité. On compte, dans ce cas, un contact toutes les tranches pleines de cinq secondes pour chaque individu présent. Cette durée correspondant environ à la durée moyenne d'un contact isolé. Ainsi, une séquence sans interruption durant 8 secondes sera notée comme deux contacts, une séquence durant 12 secondes sera comptée comme trois contacts...

Le contact dit « contact brut » est directement enregistré sur le terrain via l'appareil de détection ultrasonore (Batlogger). Cette unité représente effectivement l'émission d'un cri à un moment « t ». Elle sera l'unité utilisée pour étudier l'activité chiroptérologique au niveau du rotor de l'éolienne.

2.3. LIMITES DE L'ETUDE CHIROPTEROLOGIQUE

Limites des expertises de terrain

- **La capacité de détection de l'appareil :** les détecteurs Batlogger sont en mesure de capter les émissions ultrasoniques dans un rayon approximatif de 10 à 150 mètres selon les espèces présentes. Dans ce cadre, l'aire d'échantillonnage apparaît relativement restreinte à l'échelle de l'aire d'étude. La situation fixe de l'appareil à un endroit précis de la zone d'étude ne permet donc pas la détection des passages des chauves-souris en dehors de l'aire de réception du microphone de l'appareil.
- **Les conditions météorologiques et la ressource alimentaire :** l'activité chiroptérologique n'est pas régulière et dépend de nombreux facteurs externes tels que la ressource alimentaire et les conditions météorologiques.
- **La détection des signaux sur le terrain :** certains types de cris comme les fréquences modulées abruptes sont de très faibles portées. Par exemple, l'enregistrement devient inexploitable à plus de 10m pour les rhinolophes ou 15m pour les murins.
- **La détection des chauves-souris en migration :** limitée par les comportements des chiroptères en transit qui utilisent alors peu leur système d'écholocation.
- **La perte de données due à un dysfonctionnement du parc éolien** (problème d'alimentation, coupure d'alimentation...).
 - **L'absence de données météorologiques :** Dans notre cas, en 2024, un manque de données météorologiques a pu être constaté pour la nuit du 24 mai (éolienne E3). Au total ce sont 4 contacts qui sont concernés.

Limites de la méthodologie liées à l'identification spécifique des signaux

- **La détermination des signaux** : le travail de détection comporte une limite importante dans la détermination exacte des signaux enregistrés. Le risque d'erreur existe concernant notamment l'identification des espèces de la famille des Vespertilionidés, des genres Pipistrellus et Myotis. L'utilisation d'un logiciel perfectionné (BatSound) et d'ouvrages scientifiques de qualité reconnue (Écologie acoustique des chiroptères d'Europe - Michel Barataud, 2015) ont en grande partie limité les risques d'erreurs.
- **La présence de parasites** : la présence de bruits matériels et notamment la rotation de l'éolienne peuvent être source de parasites. Dans ce cas, les analyses peuvent être moins précises voire impossibles.

Malgré ces limites, le protocole par détections ultrasoniques demeure une méthodologie fiable et pertinente. Il donne lieu à une étude approfondie et complète des populations chiroptérologiques présentes dans le secteur d'étude et permet ainsi d'évaluer de façon rigoureuse l'intérêt chiroptérologique du site considéré.

3. METHODE DE CALCUL DES NIVEAUX D'ACTIVITE PAR NUIT

Envol Environnement propose un référentiel basé sur les données de 12 études réalisées entre 2023 et 2024 sur nacelle d'éoliennes exclusivement, en région Centre-Val de Loire. Les seuils sont proposés en nombre de contacts bruts par nuit échantillonnée et par nuit positive.

Six classes de valeurs d'activité ont été définies :

- Activité faible si inférieure à Q25% car correspondant aux 75% des résultats du référentiel les plus souvent obtenus ;
- Activité modérée si comprise entre Q25% et Q50% car correspondant aux 50-75% des résultats les plus souvent obtenus ;
- Activité assez forte si comprise entre Q50% et Q75% car correspondant aux 25-50% des résultats les plus souvent obtenus ;
- Activité forte si comprise entre Q75% et Q90% car correspondant aux 10-25% des résultats les plus souvent obtenus ;
- Activité très forte si supérieure à Q90% car correspondant aux 10% des résultats les plus souvent obtenus.

Figure 39 - Seuils d'activité chiroptérologique en nacelle par espèce par Envol Environnement (contacts bruts/nuit échantillonnée)

Espèces	Q25	Q50	Q75	Q90
Grand murin	0,000	0,000	0,000	0,000
Pipistrelle commune	0,372	0,535	0,901	1,452
Pipistrelle de Kuhl	0,078	0,094	0,380	1,073
Pipistrelle de Nathusius	0,068	0,093	0,129	0,178
Pipistrelle pygmée	0,000	0,000	0,000	0,005
Noctule commune	0,293	0,722	1,408	3,469
Noctule de Leisler	0,730	0,861	1,113	4,041
Oreillard gris	0,000	0,000	0,000	0,000
Sérotine commune	0,000	0,000	0,003	0,021
Sérotine bicolore	0,000	0,005	0,025	0,039
Toutes espèces mélangées	1,661	2,725	3,501	15,097

Figure 40 - Seuils d'activité chiroptérologique en nacelle par espèce par Envol Environnement (contacts bruts/nuit positive)

Espèces	Q25	Q50	Q75	Q90
Grand murin	0,000	0,000	0,000	0,000
Pipistrelle commune	3,572	5,317	7,154	9,763
Pipistrelle de Kuhl	1,650	3,708	7,100	13,901
Pipistrelle de Nathusius	2,000	2,276	3,286	5,214
Pipistrelle pygmée	0,000	0,000	0,000	0,900
Noctule commune	4,575	7,450	10,970	17,020
Noctule de Leisler	3,823	4,799	5,694	14,746
Oreillard gris	0,000	0,000	0,000	0,000
Sérotine commune	0,000	0,000	0,250	3,700
Sérotine bicolore	0,000	0,750	2,083	2,333
Toutes espèces mélangées	5,978	8,705	10,270	29,727

4. RESULTATS DES ECOUTES EN CONTINU EN NACELLE SUR TOUTE LA PERIODE D'ETUDE

4.1. INVENTAIRE COMPLET

Les tableaux dressés ci-après présentent l'inventaire de toutes les espèces de chiroptères détectées au niveau du rotor de l'éolienne E1 et E3 (présenté en nombre de contacts bruts).

Espèces	Période échantillonnée						Listes rouges			Directive Habitats					
	Transits printaniers		Mise-bas		Transits automnaux		Centre-Val de Loire	France	Europe						
	Micro nacelle		Micro nacelle		Micro nacelle										
	Contacts	Pourcentage	Contacts	Pourcentage	Contacts	Pourcentage									
	Noctule commune	-	-	8	6,61%	24	19,83%	NT	VU	LC	IV				
Noctule de Leisler	-	-	44	36,36%	23	19,01%	NT	NT	LC	IV					
Noctule de Leisler/Sérotine commune	-	-	7	5,79%	1	0,83%	-	-	-	-					
Noctule sp.	-	-	-	-	11	9,09%	-	-	-	-					
Pipistrelle commune	-	-	52	42,98%	45	37,19%	LC	NT	-	IV					
Pipistrelle de Kuhl	-	-	2	1,65%	3	2,48%	LC	LC	LC	IV					
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	-	-	-	-	2	1,65%	-	-	-	-					
Pipistrelle de Nathusius	-	-	-	-	9	7,44%	NT	NT	LC	IV					
Noctule sp./Sérotine sp.	2	100%	8	6,61%	3	2,48%	-	-	-	-					
Total	2	100%	121	100%	121	100%									
Nombre d'espèces	0		4		5										
Statuts de protection et de conservations décrits p 23.															

Figure 42 - Inventaire complet des espèces enregistrées par le BATLOGGER au niveau de l'éolienne E3

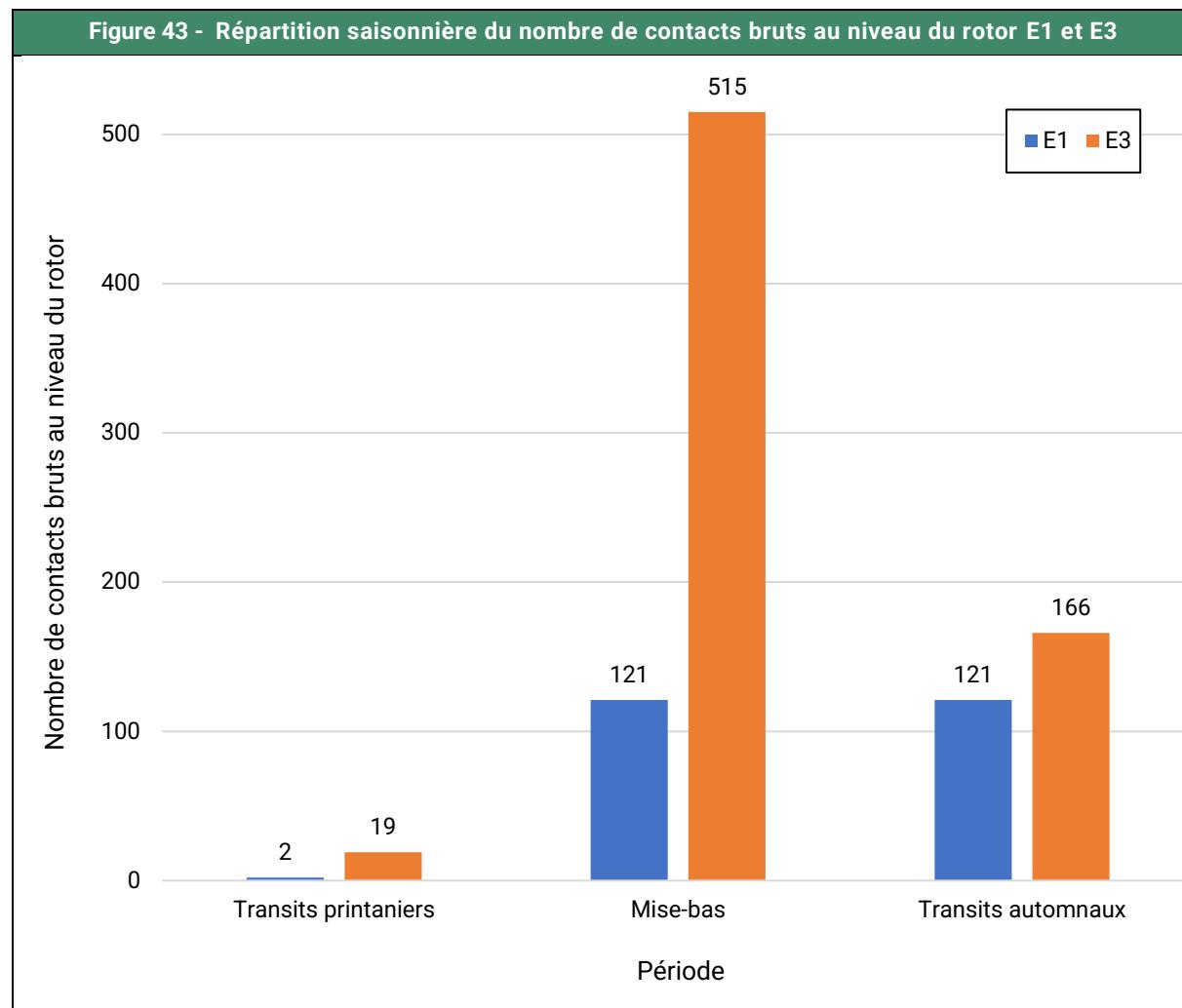
Espèces	Période échantillonnée						Listes rouges			Directive Habitats					
	Transits printaniers		Mise-bas		Transits automnaux		Centre-Val de Loire	France	Europe						
	Micro nacelle		Micro nacelle		Micro nacelle										
	Contacts	Pourcentage	Contacts	Pourcentage	Contacts	Pourcentage									
Noctule commune	2	10,53%	110	21,36%	27	16,27%	NT	VU	LC	IV					
Noctule de Leisler	6	31,57%	33	6,41%	60	36,14%	NT	NT	LC	IV					
Noctule de Leisler/Sérotine commune	-	-	-	-	1	0,60%	-	-	-	-					
Noctule sp.	-	-	7	1,36%	-	-	-	-	-	-					
Pipistrelle commune	2	10,53%	221	42,91%	45	27,11%	LC	NT	-	IV					
Pipistrelle commune/Nathusius	-	-	11	2,14%	-	-	-	-	-	-					
Pipistrelle de Kuhl	4	21,05%	44	8,54%	13	7,83%	LC	LC	LC	IV					
Pipistrelle de Nathusius	2	10,53%	85	16,51%	9	5,42%	NT	NT	LC	IV					
Pipistrelle pygmée	-	-	1	0,19%	-	-	DD	LC	LC	IV					
Sérotine bicolore	-	-	-	-	7	4,22%	NA	DD	LC	IV					
Noctule sp./Sérotine sp.	3	15,79%	3	0,58%	4	2,41%	-	-	-	-					
Total	19	100%	515	100%	166	100%									
Nombre d'espèces	5		6		6										
Statuts de protection et de conservations décrits p23.															

Le protocole d'écoute en continu a permis le recensement de sept espèces. Toutes sont protégées en France et quatre d'entre elles sont patrimoniales en raison de leurs statuts de conservation défavorables en France ou en région.

Quelques contacts n'ont pas permis une identification complète et ont donc été classés sous la forme de « couples » d'espèces probables.

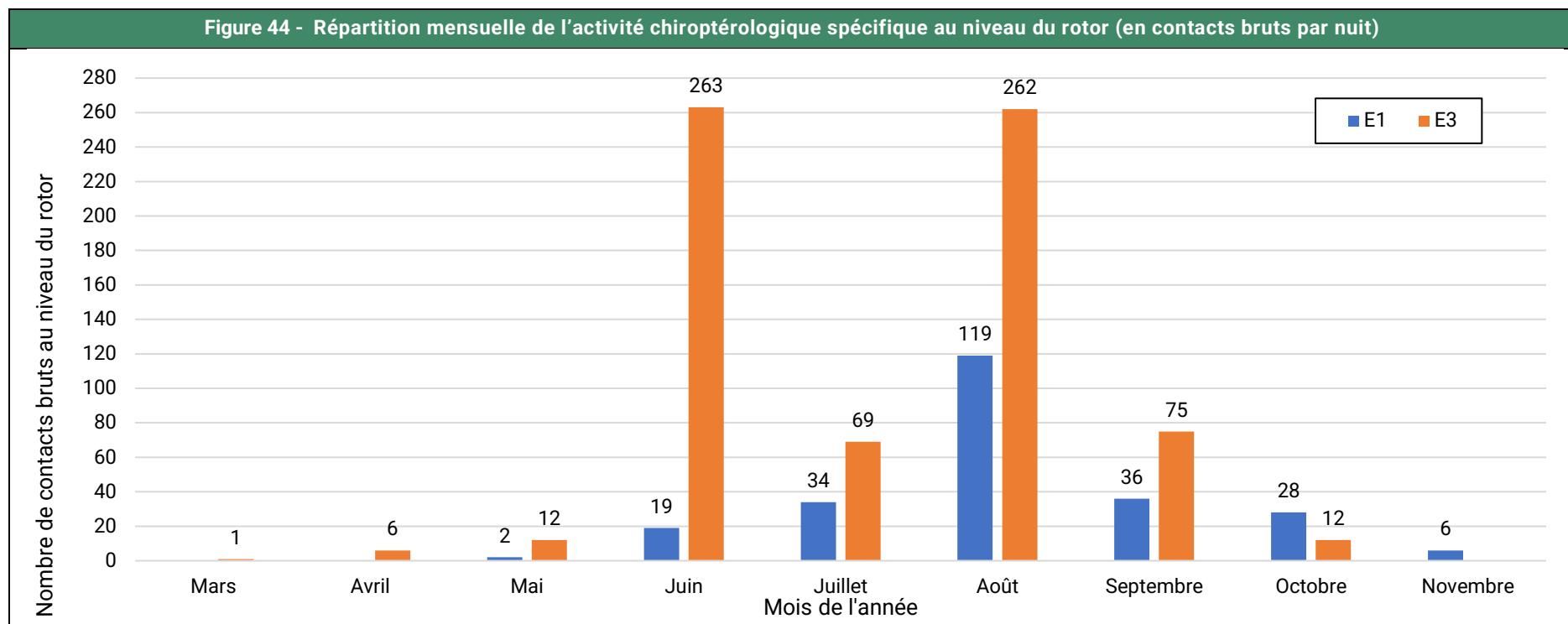
4.1.1. Répartition de l'activité en fonction des périodes

Le graphique ci-dessous présente l'activité des chiroptères au niveau de E1 et de E3. L'activité est plus importante au niveau de l'éolienne E3 (700 contacts) qu'au niveau de l'éolienne E1 (244 contacts). Cette différence peut être induite par l'effet attractif du bois situé au nord de E3, notamment pour les activités de chasse en canopée des espèces de haut vol. La période d'activité maximale des chiroptères en altitude a eu lieu durant la période de mise-bas.



4.1.2. Répartition mensuelle de l'activité sur toute la période d'étude

Toutes espèces confondues, on observe sur le graphique suivant une variation de l'activité au cours des différents mois. En période de mise-bas (juin – mi-août), l'activité est plus importante qu'aux transits printaniers. En période de transits automnaux (mi-août – novembre), l'activité est intense entre août et septembre. Cette période de migration (espèces migratrices), de transits automnaux (toutes les espèces) et d'activité sociale (reproduction) intense est souvent la période la plus sensible au risque de collision.



Pour E1 l'activité est hétérogène sur l'ensemble de l'année, variant de 0 à 119 contacts par mois. Il apparaît que les chauves-souris sont surtout présentes entre le mois de juillet et octobre (88,93 % des contacts). Le mois qui présente la plus grande activité est le mois d'août avec 119 contacts bruts. Tout comme observé au niveau de l'éolienne E1, l'activité près de l'éolienne E3 est hétérogène, variant de 1 à 263 contacts par mois. Il apparaît que les chauves-souris sont surtout présentes entre les mois de juin et de septembre (85,24% des contacts). Le mois de juin présente l'activité la plus importante avec 263 contacts bruts.

4.1.3. Répartition journalière de l'activité sur toute la période d'étude

Les graphiques suivants représentent l'activité chiroptérologique au niveau des rotors de l'éolienne E1 et E3, en nombre de contacts bruts pour chacune des nuits d'enregistrement sur l'ensemble de la période considérée.

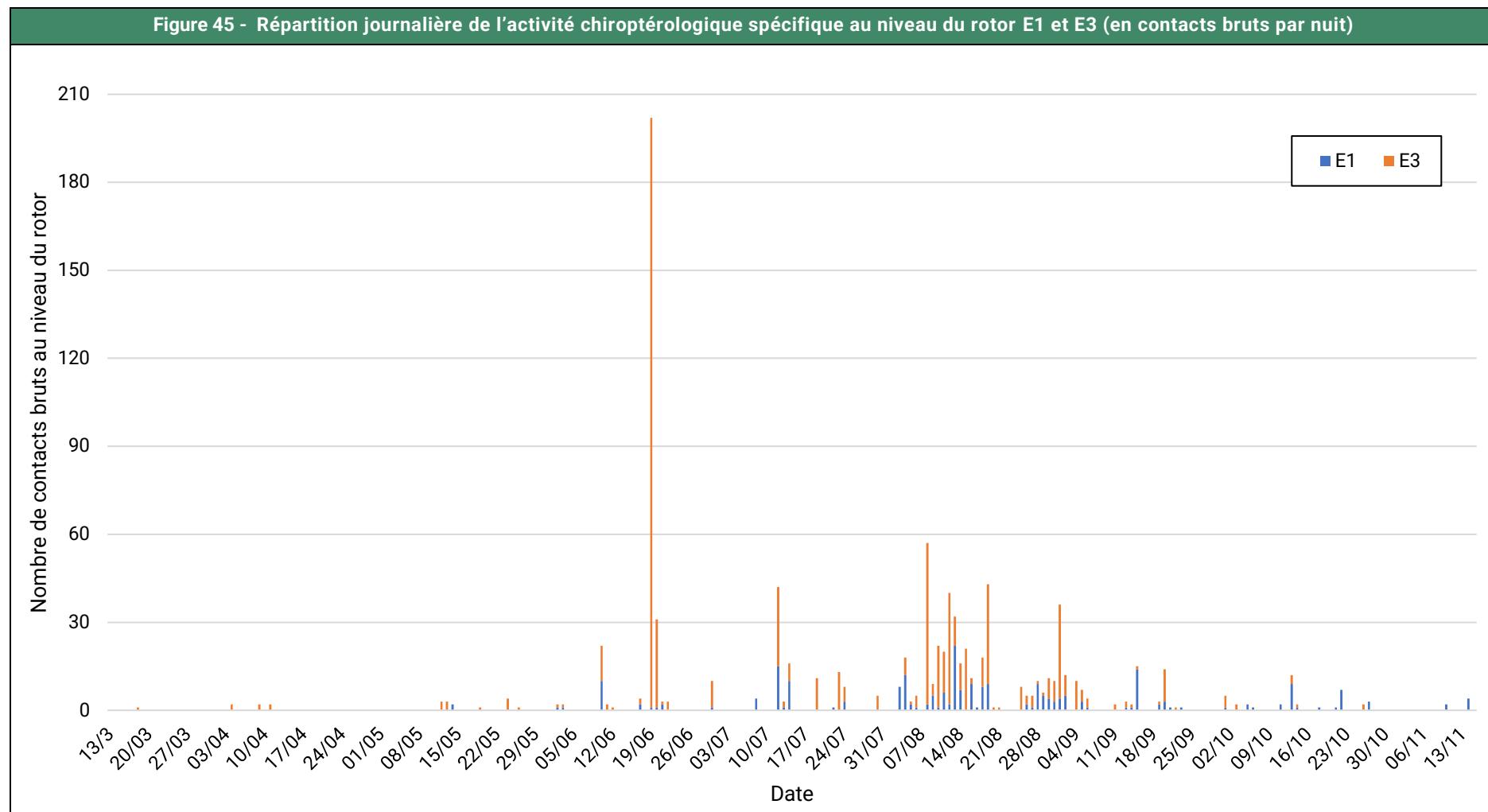
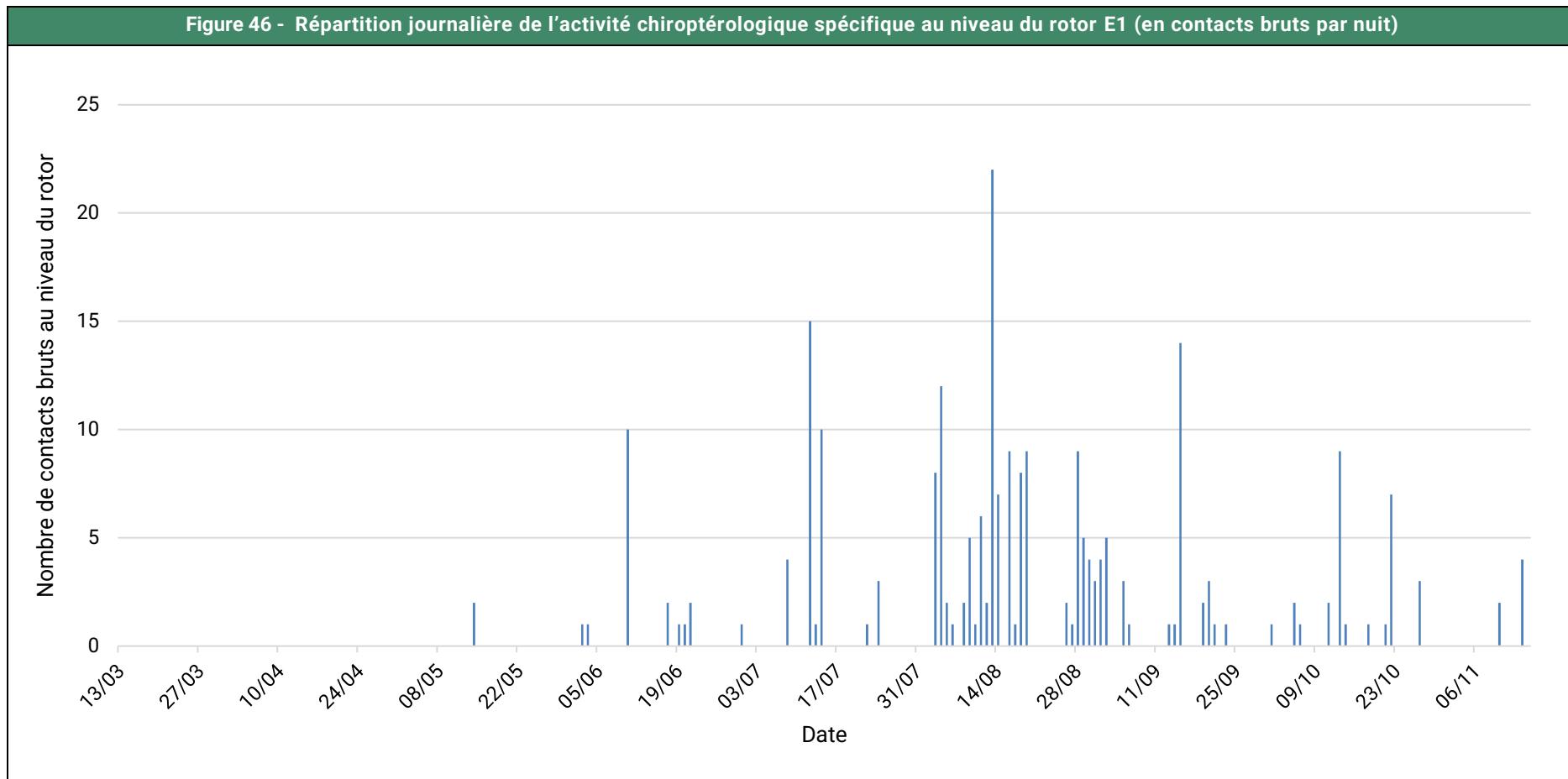
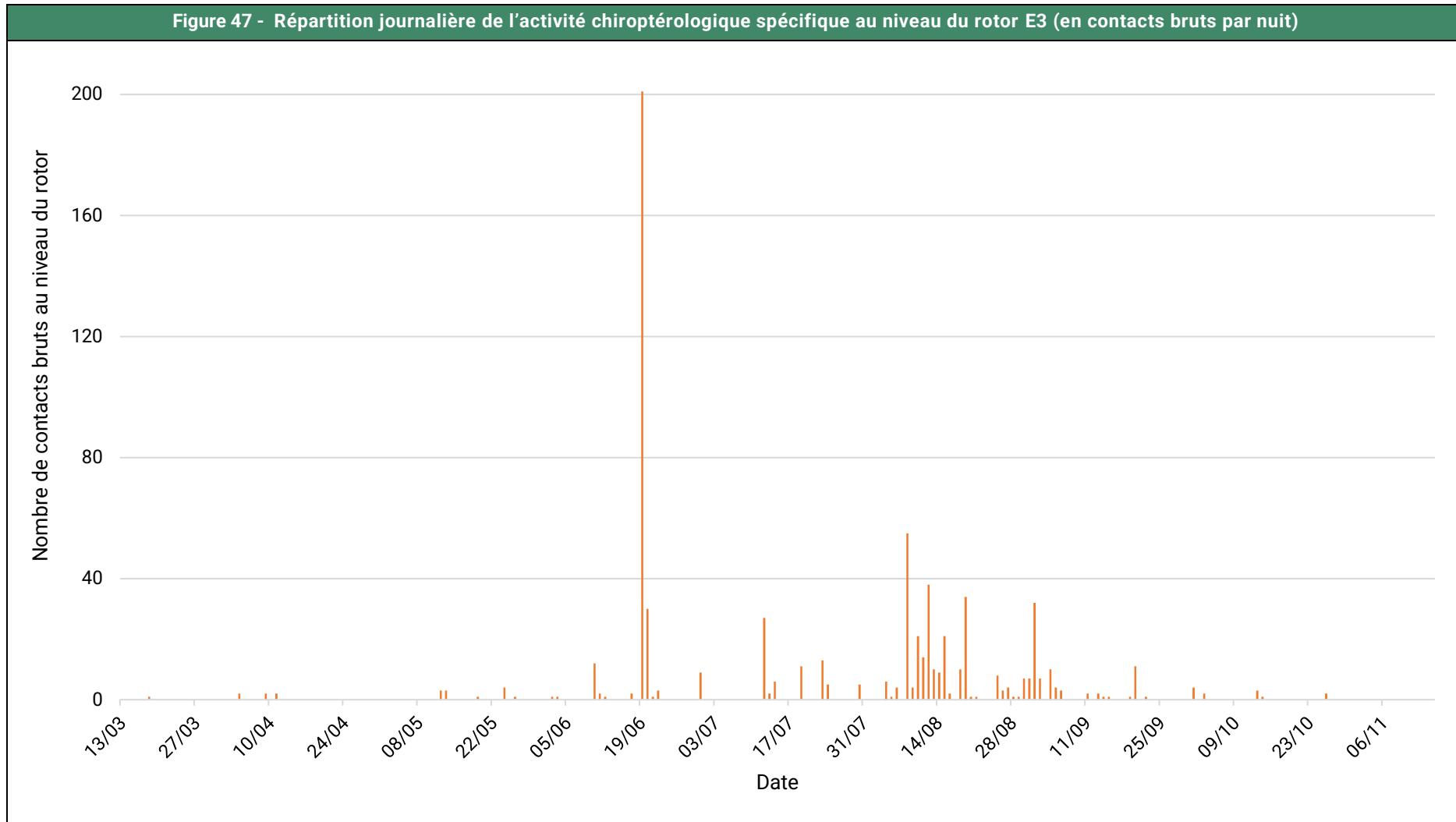


Figure 46 - Répartition journalière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor E1 (en contacts bruts par nuit)



Sur toute la période d'écoute, l'activité est majoritairement concentrée entre les mois de juin et d'octobre, périodes de mise bas et de transits automnaux. La plus forte activité ayant été relevée en période de mise-bas, la nuit du 13 août 2024 (22 contacts).

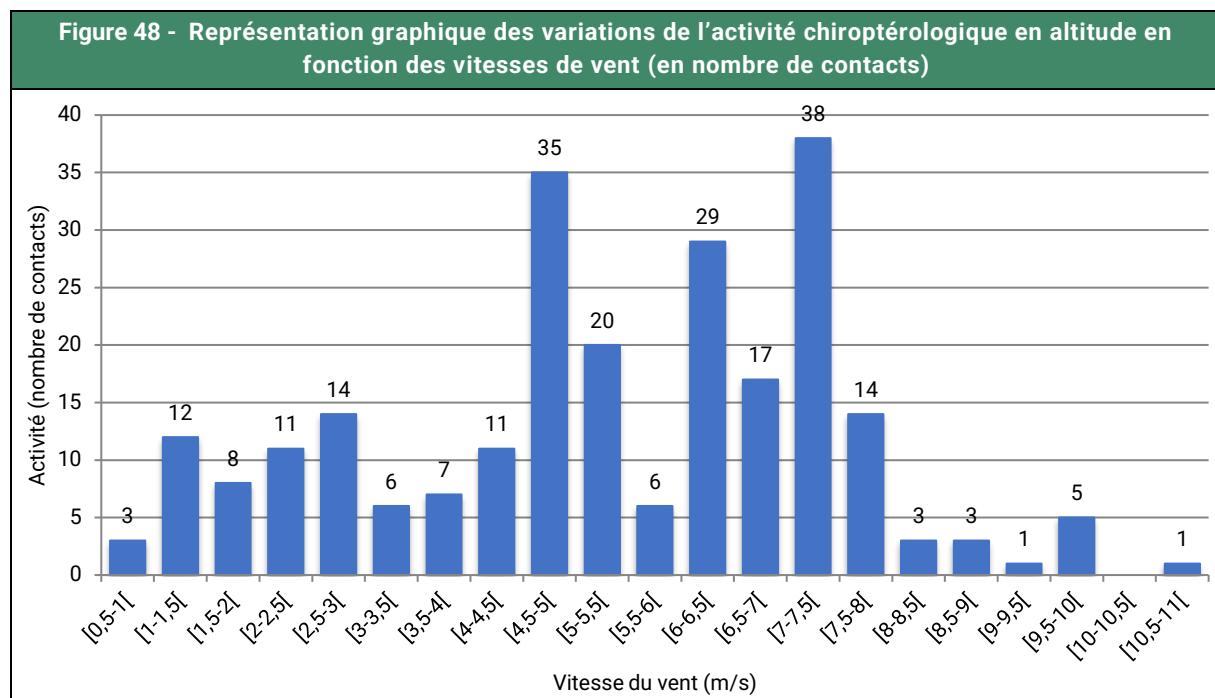
Figure 47 - Répartition journalière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor E3 (en contacts bruts par nuit)



Sur toute la période d'écoute, l'activité est majoritairement concentrée entre les mois de juin et de septembre, périodes de mise bas et de transits automnaux. La plus forte activité ayant été relevée en période de mise-bas, la nuit du 19 juin 2024 (201 contacts).

4.1.4. Répartition de l'activité en fonction de la vitesse de vent sur toute la période d'étude

Résultats au niveau de l'éolienne E1



Les données montrent que localement, l'activité a eu lieu entre 0,5 et 11 m/s à hauteur de nacelle.

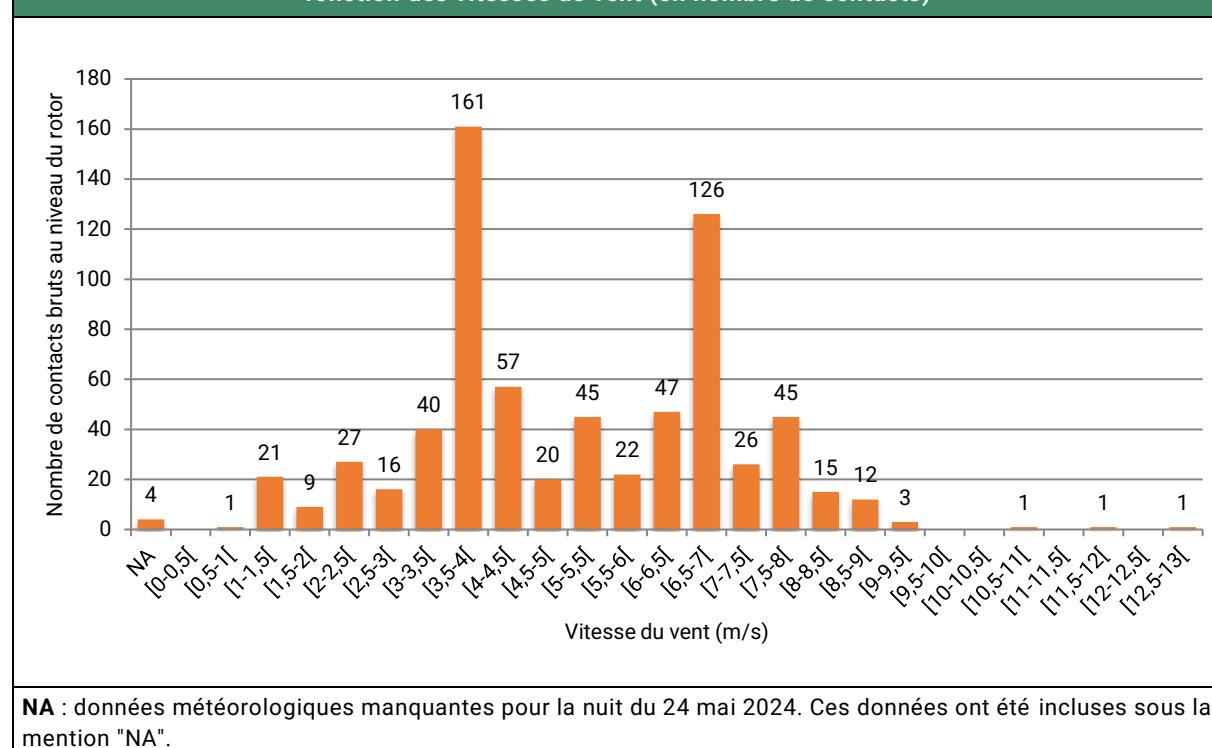
Figure 49 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent

Classe de vitesse du vent (en m/s)	Nombre de contacts (année)	Pourcentages	Pourcentages cumulés
X < 3	48	19,67%	19,67%
3 ≤ X < 4	13	5,33%	25,00%
4 ≤ X < 5	46	18,85%	43,85%
5 ≤ X < 5,5	20	8,20%	52,05%
5,5 ≤ X < 6	6	2,46%	54,51%
6 ≤ X < 6,5	29	11,89%	66,39%
6,5 ≤ X < 7	17	6,97%	73,36%
7 ≤ X < 7,5	38	15,57%	88,93%
7,5 ≤ X < 8	14	5,74%	94,67%
X ≥ 8	13	5,33%	100,00%
Total	244	100,00%	-

Les données montrent que l'activité se concentre sous les 7,5 m/s de vent à hauteur de nacelle (88,93% des contacts enregistrés).

Résultats au niveau de l'éolienne E3

Figure 50 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent (en nombre de contacts)



NA : données météorologiques manquantes pour la nuit du 24 mai 2024. Ces données ont été incluses sous la mention "NA".

Les données montrent que localement, l'activité a eu lieu entre 0,5 et 13 m/s à hauteur de nacelle. Toutefois, l'activité mesurée entre 9,5 et 13 m/s est réduite à 3 contacts.

Figure 51 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent

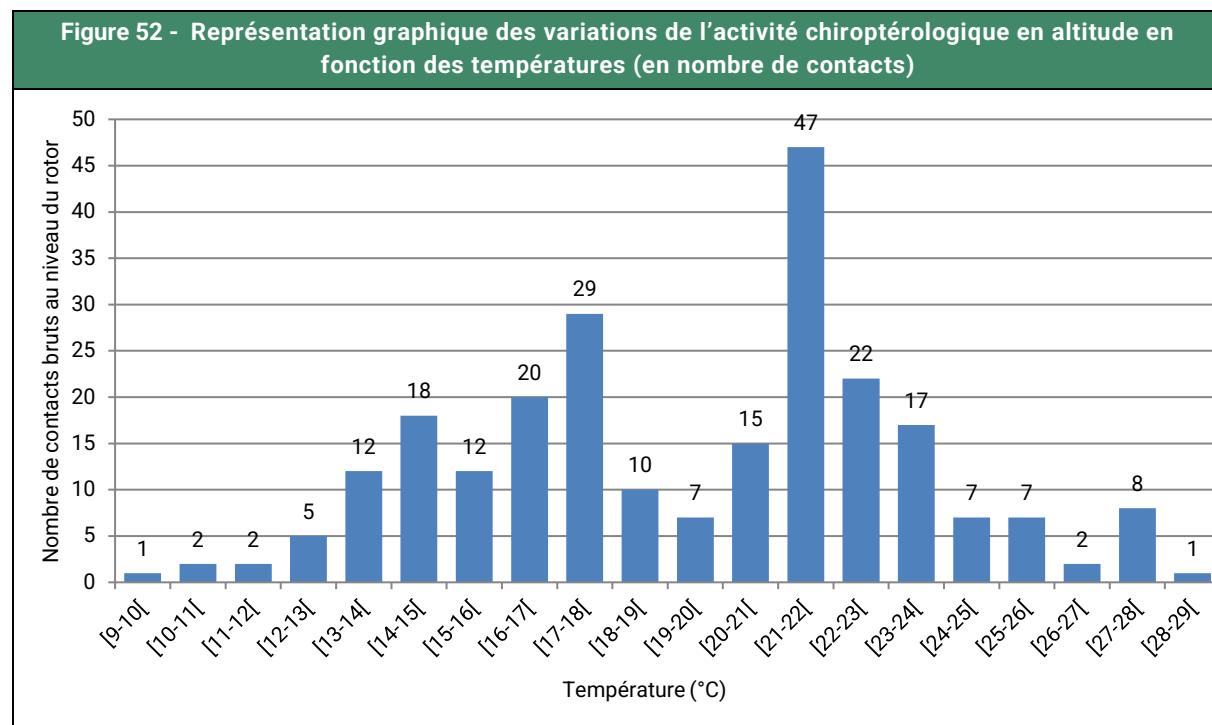
Classe de vitesse du vent (en m/s)	Nombre de contacts (année)	Pourcentages	Pourcentages cumulés
X < 3	74	10,63%	10,63%
3 ≤ X < 4	201	28,88%	39,51%
4 ≤ X < 5	77	11,06%	50,57%
5 ≤ X < 5,5	45	6,47%	57,04%
5,5 ≤ X < 6	22	3,16%	60,20%
6 ≤ X < 6,5	47	6,75%	66,95%
6,5 ≤ X < 7	126	18,10%	85,06%
7 ≤ X < 7,5	26	3,74%	88,79%
7,5 ≤ X < 8	45	6,47%	95,26%
X ≥ 8	33	4,74%	100,00%
Total	696*	100,00%	-

* Les données NA (données manquantes) ont été retirées. Les données NA représentent 0,57% de notre jeu de données (4 sur 700).

Les données montrent que l'activité se concentre plutôt sous les 7,5 m/s de vent à hauteur de nacelle (88,79%) des contacts.

4.1.5. Répartition de l'activité en fonction de la température sur toute la période d'étude

Résultats au niveau de l'éolienne E1



Les données montrent que l'activité s'est répartie de 9 à 29°C (température mesurée à l'extérieur de la nacelle).

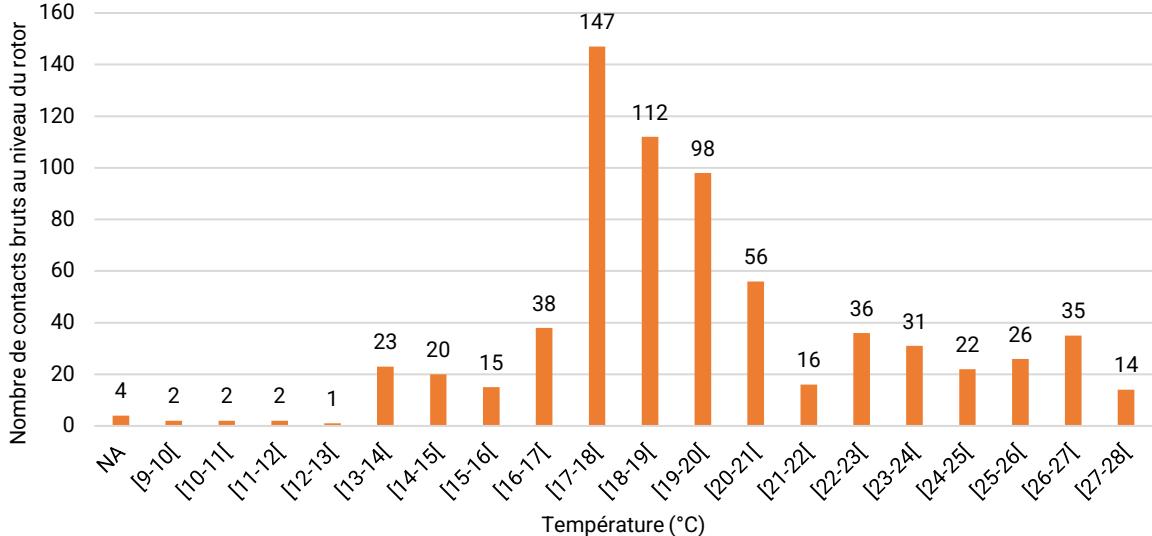
Figure 53 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures

Classe de températures (en °C)	Nombre de contacts	Pourcentages	Pourcentages cumulés
X < 10	1	0,41%	100,00%
10 < X < 11	2	0,82%	99,59%
11 < X < 12	2	0,82%	98,77%
12 < X < 13	5	2,05%	97,95%
13 < X < 14	12	4,92%	95,90%
14 < X < 15	18	7,38%	90,98%
15 < X < 18	61	25,00%	83,61%
18 < X < 20	17	6,97%	58,61%
20 < X < 25	108	44,26%	51,64%
X ≥ 25	18	7,38%	7,38%
Total	244	100,00%	-

Notons que 90,98% des contacts sont enregistrés pour les températures variant entre 14° et 29°C. Notons que le pic d'activité a été enregistré à des températures comprises entre 14°C et 25°C (204 contacts).

Résultats au niveau de l'éolienne E3

Figure 54 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures (en nombre de contacts)



NA : données météorologiques manquantes pour la nuit du 24 mai 2024. Ces données ont été incluses sous la mention "NA".

Les données montrent que l'activité s'est répartie de 9°C à 28°C (température mesurée à l'extérieur de la nacelle).

Figure 55 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures

Classe de températures (en $^{\circ}\text{C}$)	Nombre de contacts	Pourcentages	Pourcentages cumulés
X < 10	2	0,29%	100,00%
10 < X < 11	2	0,29%	99,71%
11 < X < 12	2	0,29%	99,43%
12 < X < 15	44	6,32%	99,14%
15 < X < 16	15	2,16%	92,82%
16 < X < 17	38	5,46%	90,66%
17 < X < 18	147	21,12%	85,20%
18 < X < 20	210	30,17%	64,08%
20 < X < 25	161	23,13%	33,91%
X ≥ 25	75	10,78%	10,78%
Total	696*	100,00%	-

* Les données NA (données manquantes) ont été retirées. Les données NA représentent 0,57% de notre jeu de données (4 sur 700).

Notons que 90,66% des contacts sont enregistrés pour les températures variant entre 16°C et 28°C. Notons que le pic d'activité a été enregistré à des températures comprises entre 17°C et 20°C (593 contacts).

4.1.6. Répartition de l'activité en fonction de l'heure après le coucher du soleil sur toute la période d'étude

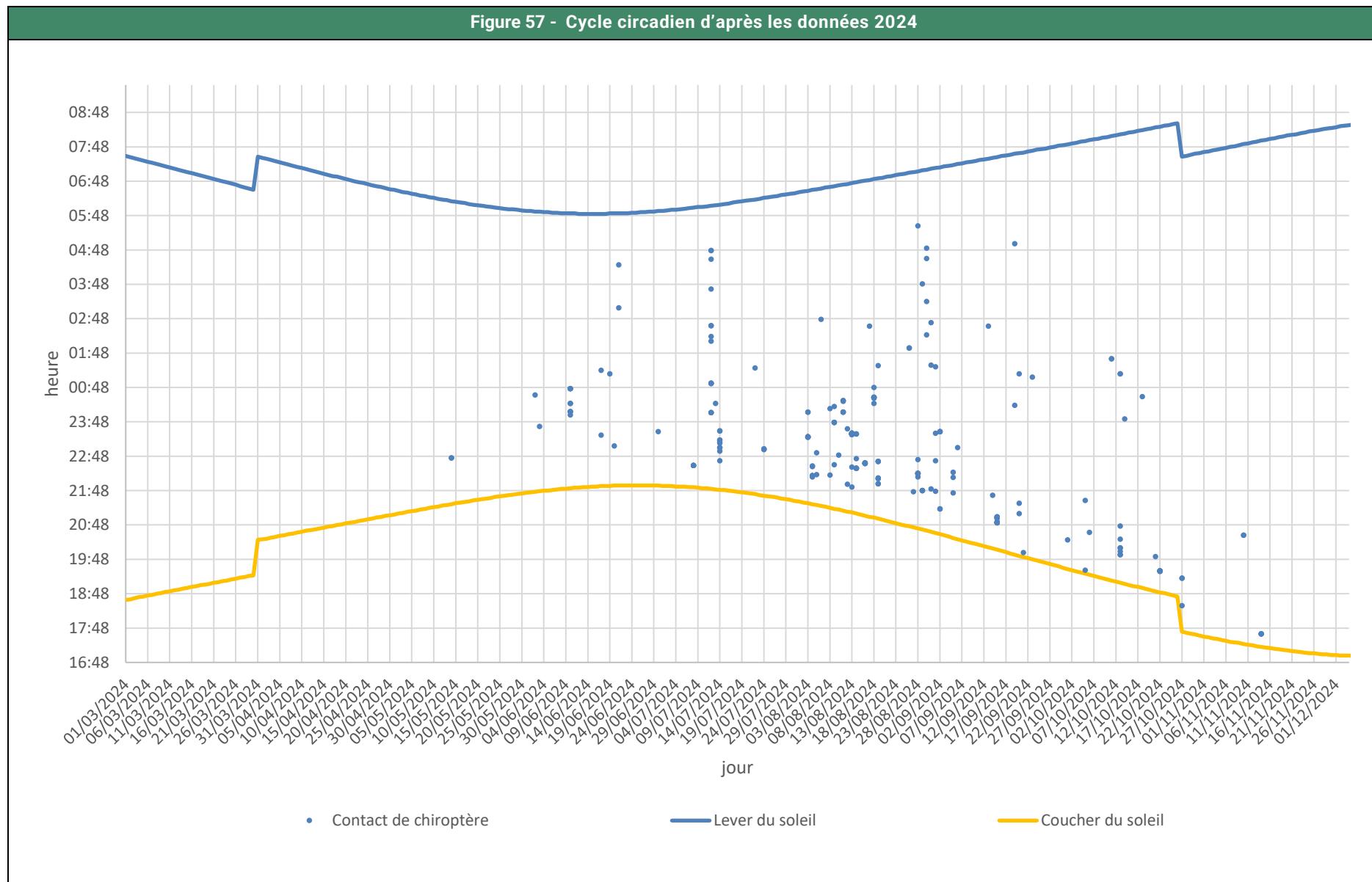
Résultats au niveau de l'éolienne E1

Figure 56 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit		
Heure de passage	Nombre de contacts	Pourcentages
Du coucher à 1h après le coucher	53	21,72%
De 1h après le coucher à 2h après le coucher	80	32,79%
De 2h après le coucher à 3h après le coucher	56	22,95%
De 3h après le coucher à 4h après le coucher	20	8,20%
De 4h après le coucher à 5h après le coucher	9	3,69%
De 5h après le coucher à 6h après le coucher	10	4,10%
De 6h après le coucher à 7h après le coucher	11	4,51%
De 7h après le coucher à 8h après le coucher	2	0,82%
De 8h après le coucher à 9h après le coucher	2	0,82%
De 9h après le coucher à 10h après le coucher	1	0,41%
Toute la nuit	244	100,00%

Il apparaît que l'activité a majoritairement eu lieu pendant les 5 heures qui ont suivi le coucher du soleil (89,3% de l'activité). Ce paramètre est le plus difficile à appréhender, car il dépend fortement des conditions météorologiques et de la période.

Il est intéressant de relever la présence de plusieurs contacts survenus peu de temps après le coucher du soleil, à savoir le 21 septembre, le 5 octobre et le 27 octobre (Figure 57 - page 85). Ces contacts peuvent témoigner de la présence probable de gîtes à proximité.

Figure 57 - Cycle circadien d'après les données 2024

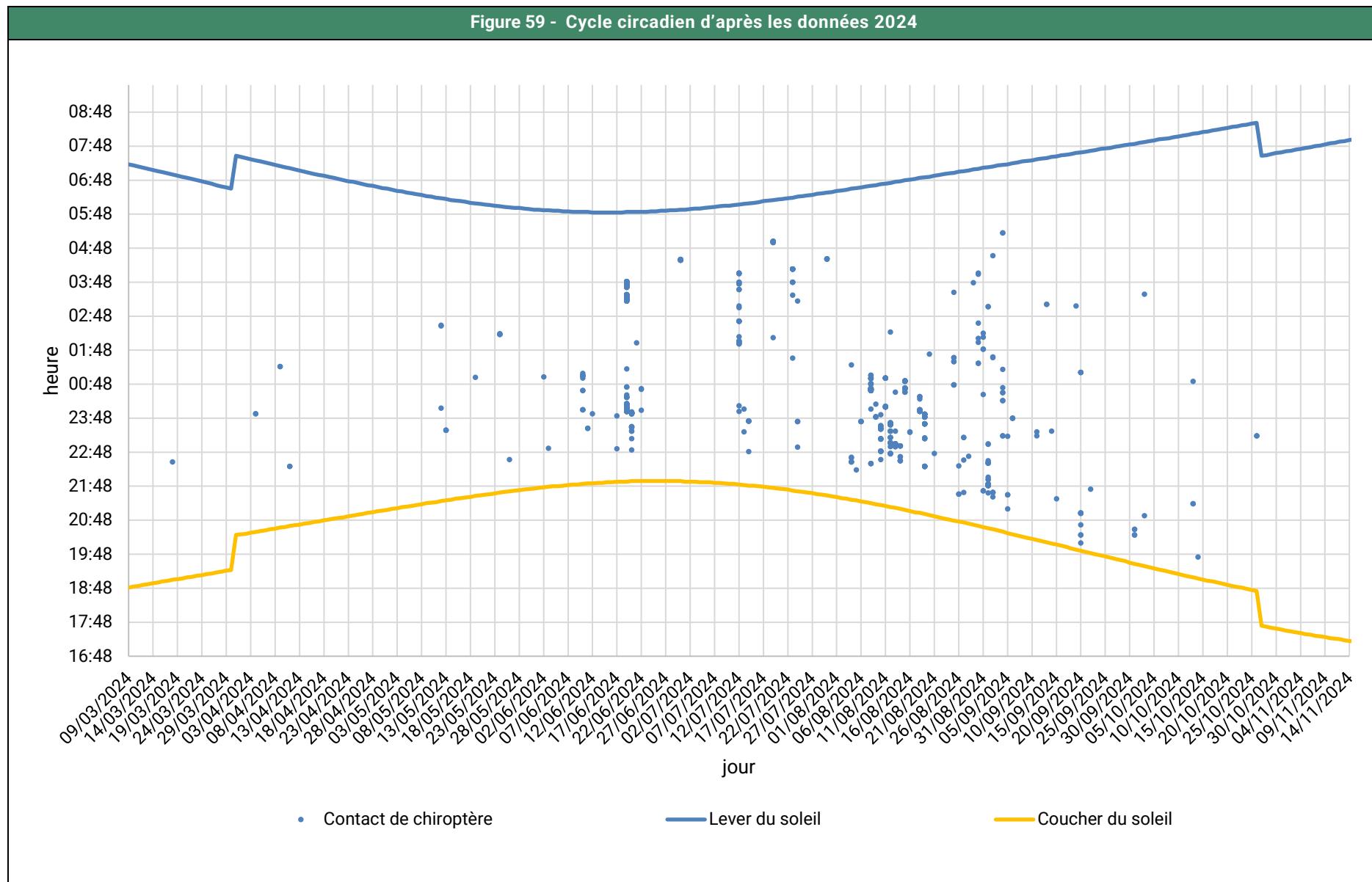


Résultats au niveau de l'éolienne E3

Figure 58 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit		
Heure de passage	Nombre de contacts	Pourcentages
Du coucher à 1h après le coucher	16	2,29%
De 1h après le coucher à 2h après le coucher	127	18,14%
De 2h après le coucher à 3h après le coucher	205	29,29%
De 3h après le coucher r à 4h après le coucher	113	16,14%
De 4h après le coucher à 5h après le coucher	35	5,00%
De 5h après le coucher à 6h après le coucher	153	21,86%
De 6h après le coucher à 7h après le coucher	33	4,71%
De 7h après le coucher à 8h après le coucher	15	2,14%
De 8h après le coucher à 9h après le coucher	3	0,43%
Toute la nuit	700	100,00%

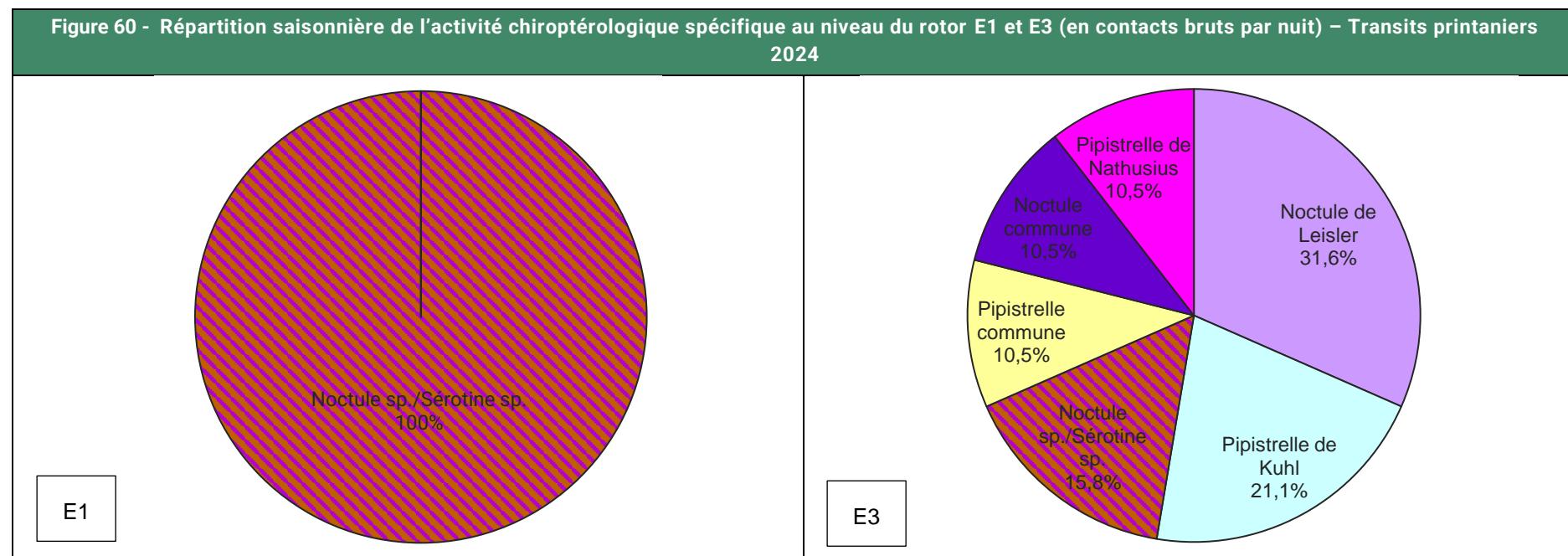
Il apparaît que l'activité a majoritairement eu lieu pendant les 6 heures qui ont suivi le coucher du soleil (92,7% de l'activité). Ce paramètre est le plus difficile à appréhender, car il dépend fortement des conditions météorologiques et de la période.

Figure 59 - Cycle circadien d'après les données 2024



4.2. RESULTATS DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE AU NIVEAU DU ROTOR DURANT LES TRANSITS PRINTANIERS

4.2.1. Répartition quantitative des espèces contactées en période de transits printaniers



En 2024, le cortège en période de transits printaniers est plus diversifié au niveau de l'éolienne E3 que E1 : 5 espèces et 1 couple d'espèces pour E3 et 1 couple d'espèces pour E1. Parmi les espèces recensées, la Noctule de Leisler domine (31,6%) suivie par la Pipistrelle de Kuhl (21,1%).

4.2.2. Niveaux d'activités

Figure 61 - Résultats en période de transits printaniers au niveau de E1					
Espèces	Nombre de nuits échantillonnées	Nombre de nuit ayant présenté une activité chiroptérologique	Nombre de contacts bruts	Nombre de contacts par nuit échantillonnée	Nombre de contacts par nuit de présence
Noctule sp./ Sérotine sp.	78	1	2	0,03	2,00
Transits printaniers	78	1	2	0,03	2,00
Niveaux d'activité : Faible, Modéré, Assez fort, Fort, Très fort					

Figure 62 - Résultats en période de transits printaniers au niveau de E3					
Espèces	Nombre de nuits échantillonnées	Nombre de nuit ayant présenté une activité chiroptérologique	Nombre de contacts bruts	Nombre de contacts par nuit échantillonnée	Nombre de contacts par nuit de présence
Noctule commune	72	1	2	0,03	2
Noctule de Leisler		4	6	0,08	1,5
Noctule sp./ Sérotine sp.		2	3	0,04	1,5
Pipistrelle commune		2	2	0,03	1
Pipistrelle de Kuhl		1	4	0,06	4
Pipistrelle de Nathusius		1	2	0,03	2
Transits printaniers	72	9	19	0,26	2,11
Niveaux d'activité : Faible, Modéré, Assez fort, Fort, Très fort					

L'activité lors des transits printaniers totalise 2 contacts au niveau de l'éolienne E1 et 19 contacts au niveau de l'éolienne E3, soit respectivement 0,03 et 0,26 contacts par nuit échantillonnée. 1% (E1) et 13% (E3) des nuits échantillonnées ont enregistré une activité chiroptérologique.

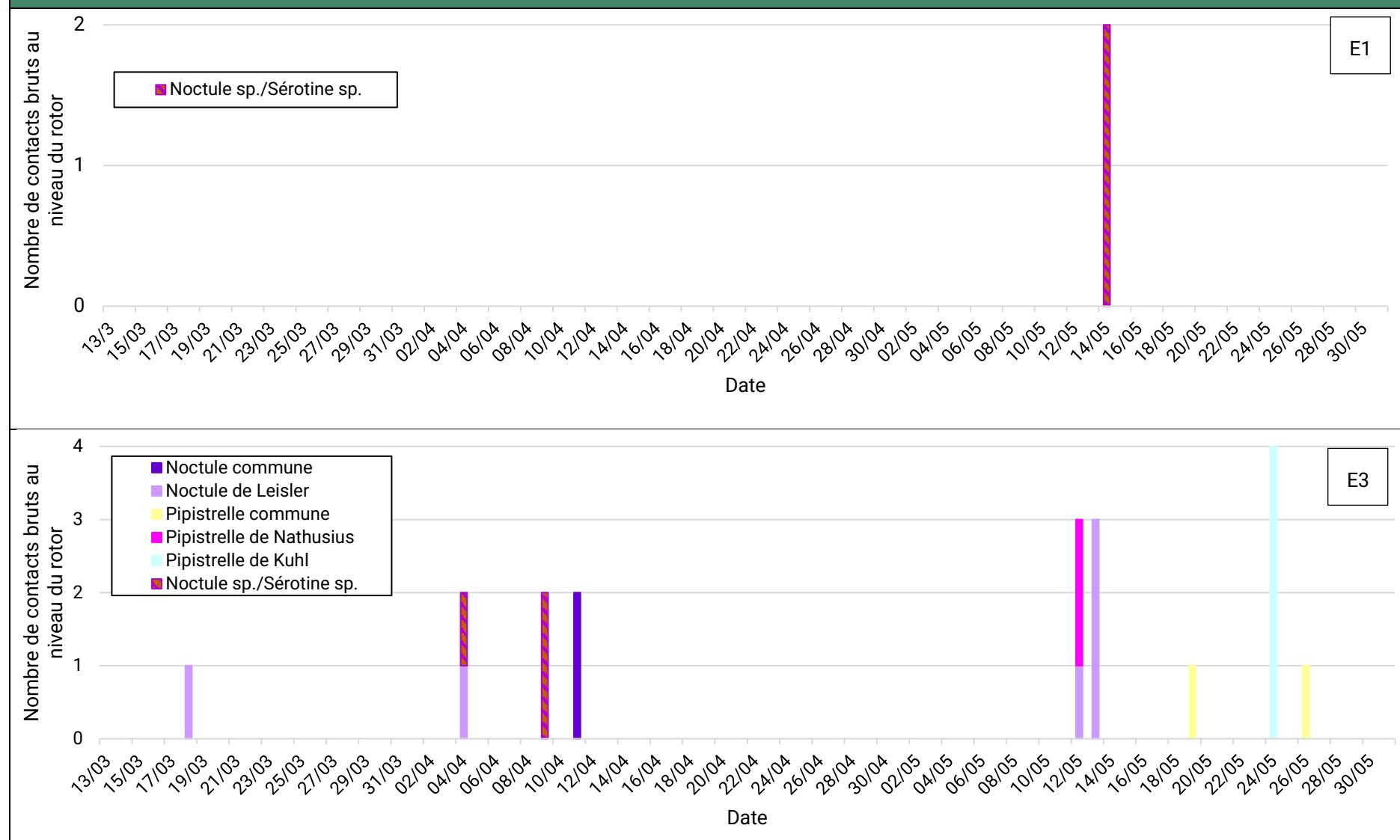
Au niveau de E1 et E3, l'activité est faible par nuit échantillonnée et par nuit de présence. À noter tout de même que l'activité était plus importante au niveau de E3 que de E1.

4.2.3. Répartition journalière de l'activité spécifique durant les transits printaniers

Les graphiques suivants représentent l'activité chiroptérologique au niveau rotor de l'éolienne E1 et E3 en nombre de contacts bruts pour chaque espèce contactée et pour chacune des nuits d'enregistrement sur l'ensemble de la période considérée.



Figure 64 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau des rotors (en contacts bruts par nuit) – Transits printaniers 2024



Il est important de noter l'absence de données liées à plusieurs périodes sans enregistrement (coupe) lors des transits printaniers :

- E1 : 23/05/2024 – 24/05/2024 ;
- E3 : 18/04/2024 – 24/04/2024 ; 23/05/2024 – 24/05/2024.

Les graphiques de l'activité des espèces illustrent ce qui a été expliqué précédemment. Au niveau de E1, seule 1 nuit sur les 78 échantillonnées a généré des contacts. Les 2 contacts correspondaient au couple Noctule sp. /Sérotine sp. L'activité chiroptérologique est qualifiée de faible pour E1. Au niveau de E3, 9 nuits sur 72 ont généré de l'activité, avec un maximum de 4 contacts par nuit. L'analyse a révélé une activité supérieure au niveau de E3 que E1, tout au long de la période des transits printaniers, bien que faible. Il semble donc que les chiroptères sont plus régulièrement présents au niveau de E3.

Cinq espèces ont été rencontrées au total sur les deux points d'écoute : la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Natusius.

La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont deux espèces migratrices de haut vol dont leur activité globale est qualifiée de faible. Leur activité a bien été relevée lors de la fenêtre temporelle qui correspond à leur période de migration. Les individus détectés étaient soit en migration pour rejoindre des gîtes de mise-bas soit en déplacement entre les gîtes et les terrains de chasse.

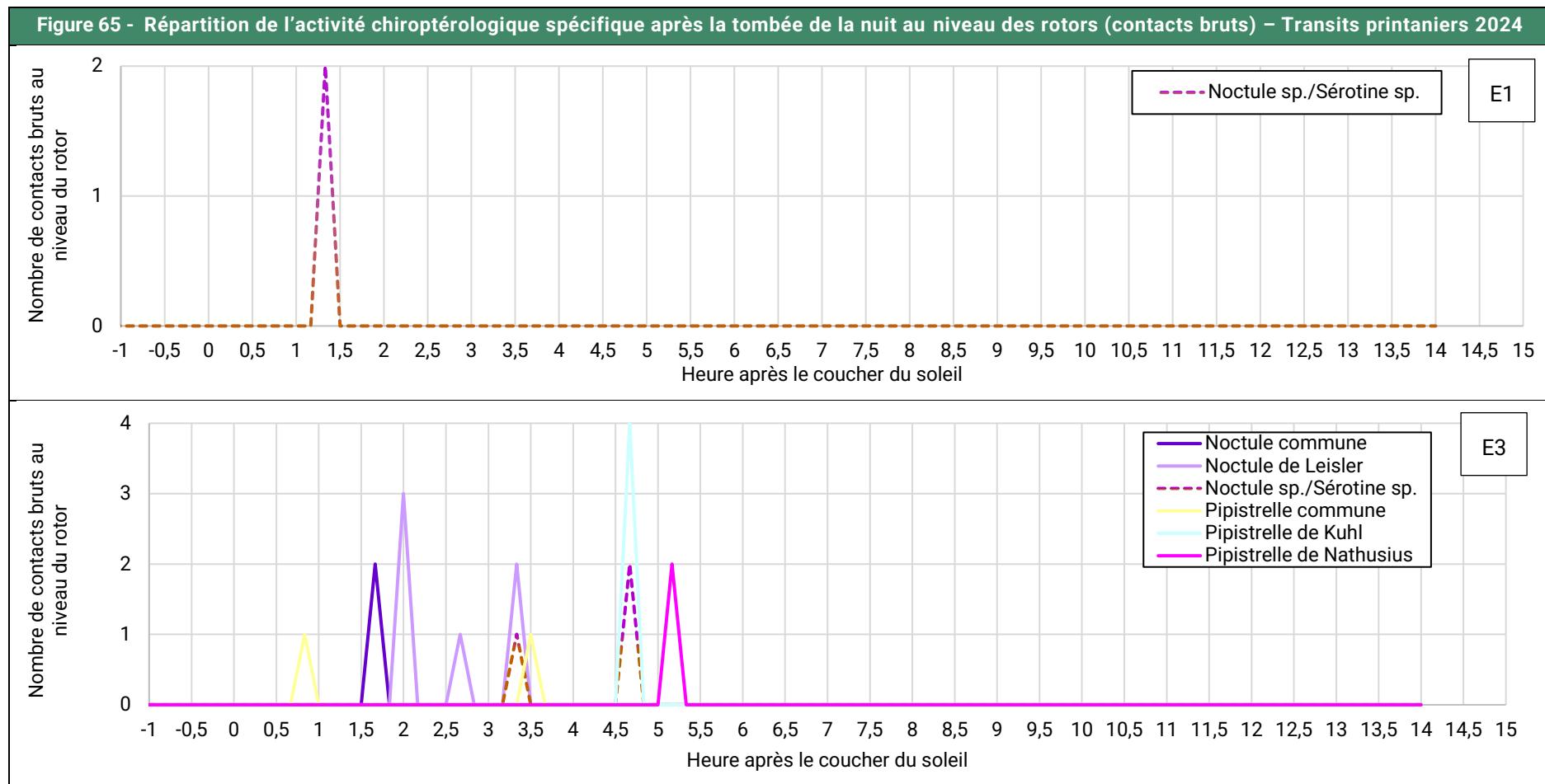
La période d'enregistrement tend à indiquer, comme pour les noctules, un passage en transit printanier de la Pipistrelle de Natusius. L'activité de l'espèce est considérée comme faible sur toute la période. La Pipistrelle de Natusius étant une espèce migratrice, il est possible qu'un flux migratoire soit présent au niveau de l'éolienne E3.

N'étant pas migratrices, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl se rencontrent à cette période en prospection alimentaire ou en simple déplacement. Au global, leur activité est jugée faible.

L'activité chiroptérologique est irrégulière en période de transits printaniers. Elle est globalement jugée faible.

À noter qu'aucun cadavre n'a été découvert sous les éoliennes à cette période.

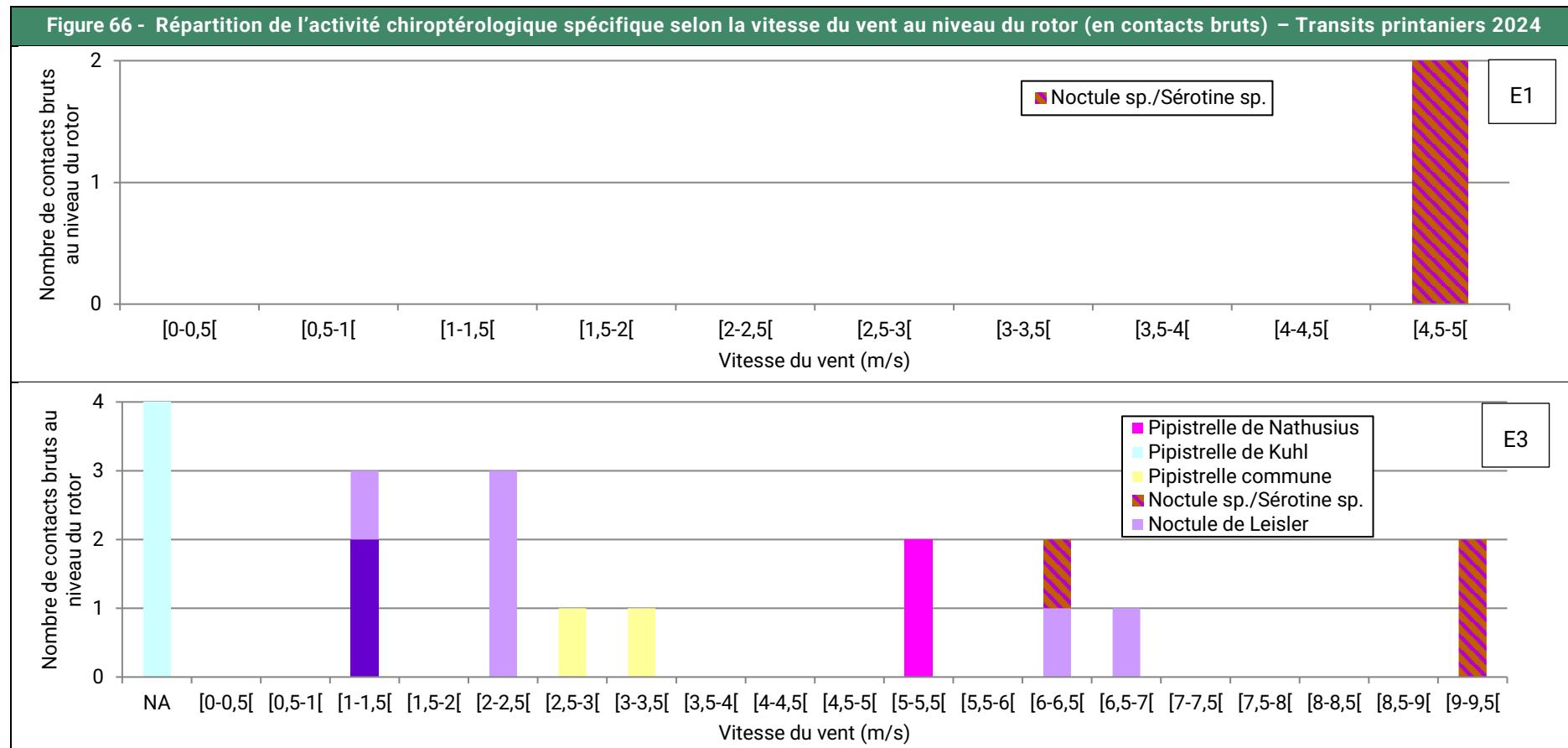
4.2.4. Répartition de l'activité spécifique après la tombée de la nuit durant les transits printaniers



Durant les transits printaniers, les chiroptères sont actifs en début de nuit. Pour E1, les 2 seuls contacts ont eu lieu pendant les 2 premières heures de la nuit. Pour E3, 89,5 % des contacts ont été enregistrés durant les 5 premières heures de la nuit.

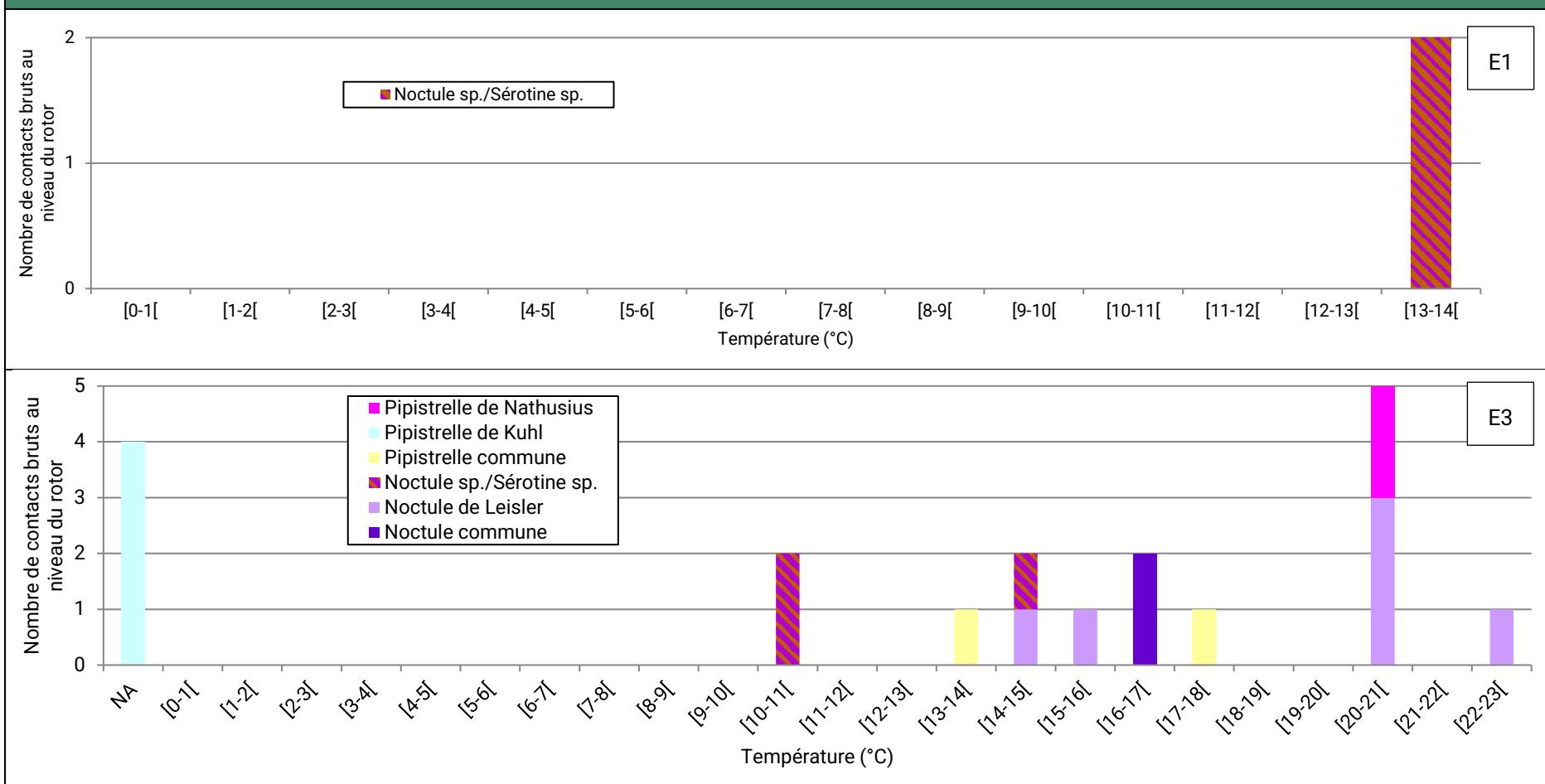
4.2.5. Répartition de l'activité spécifique selon les conditions météorologiques durant les transits printaniers

Les graphiques suivants représentent la répartition de l'activité chiroptérologique spécifique enregistrée au niveau du rotor selon les conditions météorologiques (vitesse de vent et température) sur l'ensemble de la période considérée. Une absence de données météorologique a été constatée au niveau de l'éolienne E3 le 24 mai 2024. Ces données ont été incluses sous la mention « NA » dans les graphiques ci-après.



En période de transits printaniers, 100% (E1) des contacts ont été enregistrés avec des vents d'une vitesse inférieure à 5 mètres par seconde. Pour E3, 86,67 % des contacts ont été enregistrés avec des vents d'une vitesse inférieure à 7 mètres par seconde.

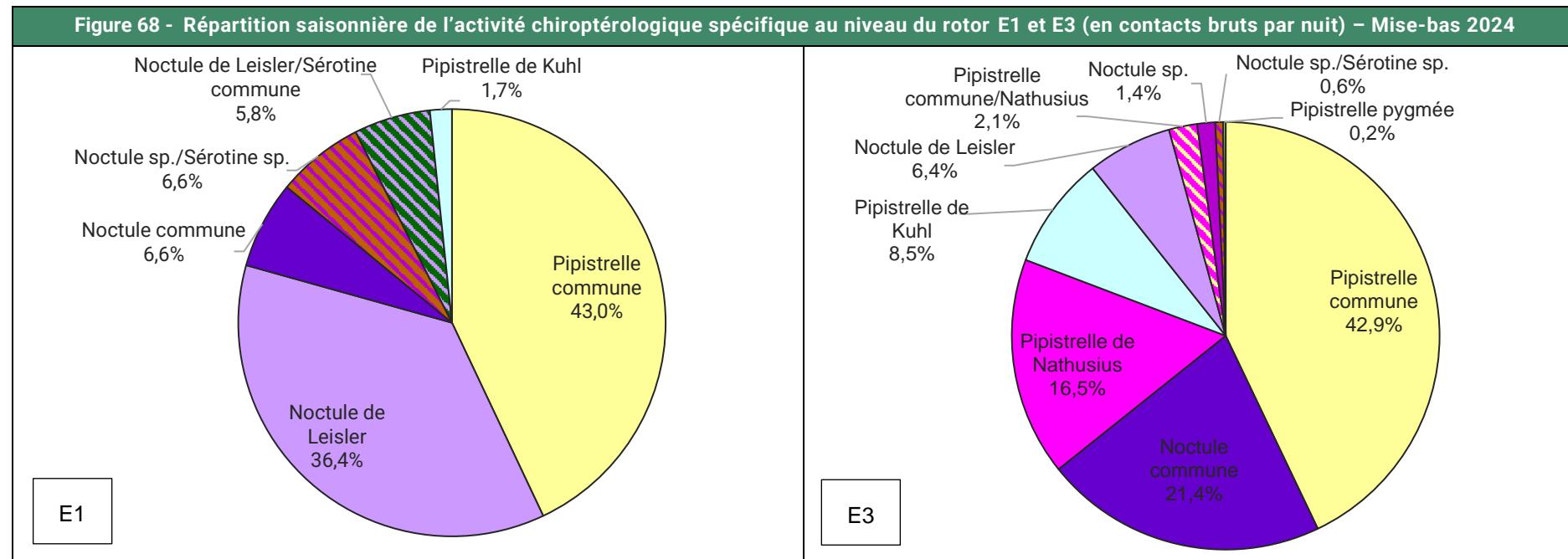
Figure 67 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers 2024



En période de transits printaniers, les deux seuls contacts enregistrés pour E1 ont eu lieu à des températures comprises entre 13 et 14°C. Pour E3 ce sont 86,67% des contacts qui ont été enregistrés pour les températures variant entre 13 et 23°C.

4.3. RESULTATS DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE AU NIVEAU DU ROTOR DURANT LA MISE-BAS

4.3.1. Répartition quantitative des espèces contactées en période de mise-bas



Durant la période de mise-bas, le cortège détecté au niveau des deux éoliennes est plus diversifié qu'aux transits printaniers, notamment pour E1. Contrairement aux transits printaniers, ce sont la Pipistrelle commune (42,9%) et la Noctule commune (21,4%) qui dominent le cortège de E3 (Noctule de Leisler et Pipistrelle de Kuhl lors des transits printaniers). Pour E1, la Pipistrelle commune domine (43 %), suivie par la Noctule de Leisler (36,4%). Rappelons qu'aucune espèce identifiée avec certitude n'avait été contacté lors des transits-printaniers au niveau de E1.

4.3.2. Niveaux d'activités

Figure 69 - Résultats en période de mise-bas au niveau de E1					
Espèces	Nombre de nuits échantillonnées	Nombre de nuit ayant présenté une activité chiroptérologique	Nombre de contacts bruts	Nombre de contacts par nuit échantillonnée	Nombre de contacts par nuit de présence
Noctule commune	75	3	8	0,11	2,67
Noctule de Leisler		7	44	0,59	6,29
Noctule de Leisler/Sérotine commune		2	7	0,09	3,5
Noctule sp./Sérotine sp.		6	8	0,11	1,33
Pipistrelle commune		17	52	0,69	3,06
Pipistrelle de Kuhl		2	2	0,03	1
Mise-bas	75	25	121	1,61	4,84
Niveaux d'activité : Faible, Modéré, Assez fort, Fort, Très fort					

Figure 70 - Résultats en période de mise-bas au niveau de E3					
Espèces	Nombre de nuits échantillonnées	Nombre de nuit ayant présenté une activité chiroptérologique	Nombre de contacts bruts	Nombre de contacts par nuit échantillonnée	Nombre de contacts par nuit de présence
Noctule commune	75	9	110	1,47	12,22
Noctule de Leisler		11	33	0,44	3
Noctule sp./Sérotine sp.		2	3	0,04	1,5
Noctule sp.		1	7	0,09	7
Pipistrelle commune		17	221	2,94	13
Pipistrelle de Kuhl		4	44	0,59	11
Pipistrelle de Nathusius		4	85	1,13	21,25
Pipistrelle pygmée		1	1	0,01	1
Pipistrelle commune/Nathusius		4	11	0,15	2,75
Mise-bas	75	29	515	6,87	17,76
Niveaux d'activité : Faible, Modéré, Assez fort, Fort, Très fort					

L'activité lors de la mise-bas totalise 121 contacts au niveau de l'éolienne E1 et 515 contacts au niveau de l'éolienne E3, soit respectivement 1,61 et 6,87 contacts par nuit échantillonnée. 33% (E1) et 39% (E3) des nuits échantillonnées ont enregistré une activité chiroptérologique.

Au niveau de E1, l'activité est qualifiée de faible par nuit échantillonnée et par nuit de présence. Pour E3, l'activité est forte par nuit échantillonnée et par nuit de présence. Cela montre que les chauves-souris ne sont pas présentes toutes les nuits mais lorsqu'elles le sont, leur activité est élevée. À noter que l'activité était plus importante au niveau de E3 que de E1.

4.3.3. Répartition journalière de l'activité spécifique durant la mise-bas

Les graphiques suivants représentent l'activité chiroptérologique au niveau rotor de l'éolienne E1 et E3 en nombre de contacts bruts pour chaque espèce contactée et pour chacune des nuits d'enregistrement sur l'ensemble de la période considérée.

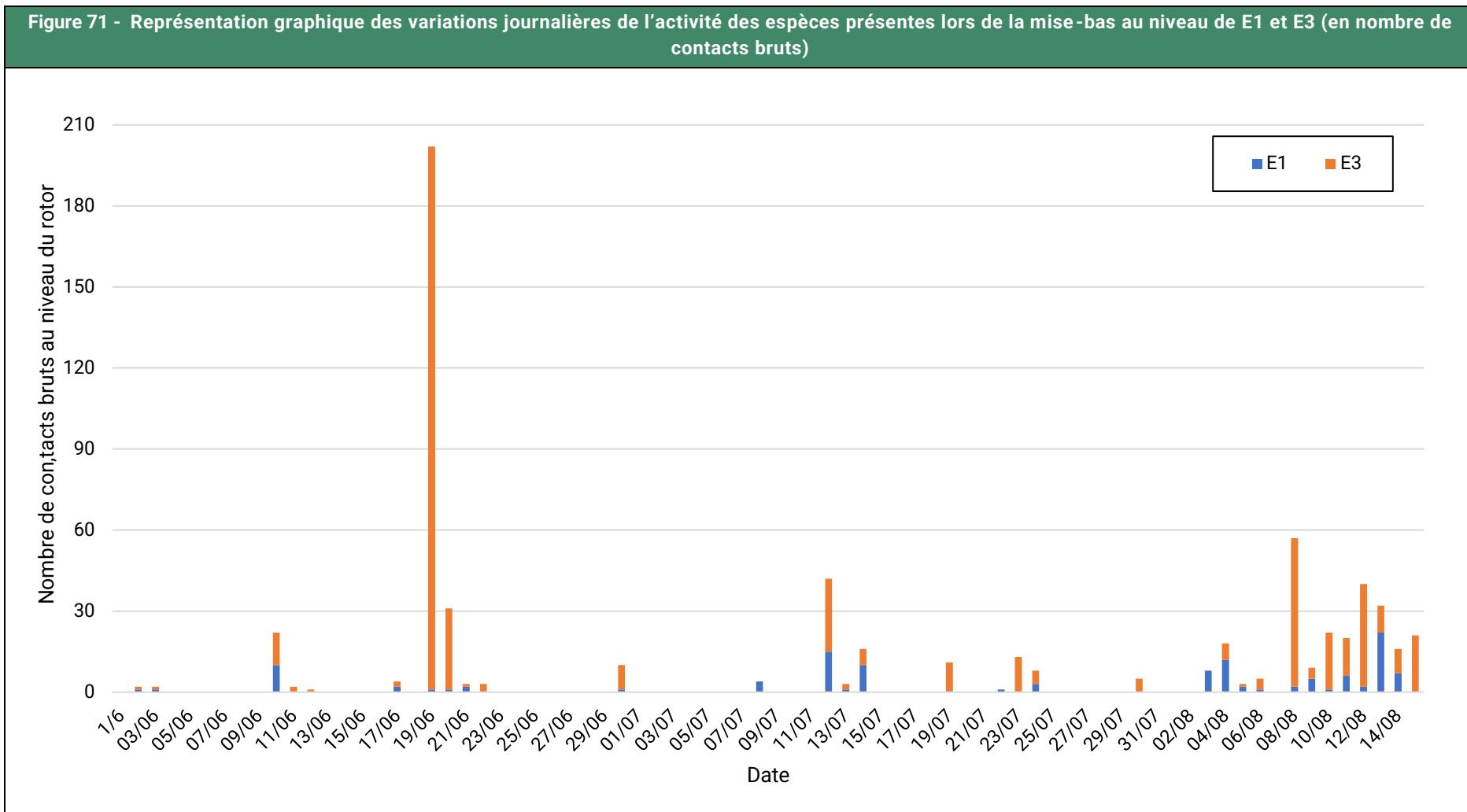


Figure 72 - Répartition saisonnière de l'activité de la Pipistrelle commune au niveau des rotors (en contacts bruts par nuit) – Mise-bas 2024

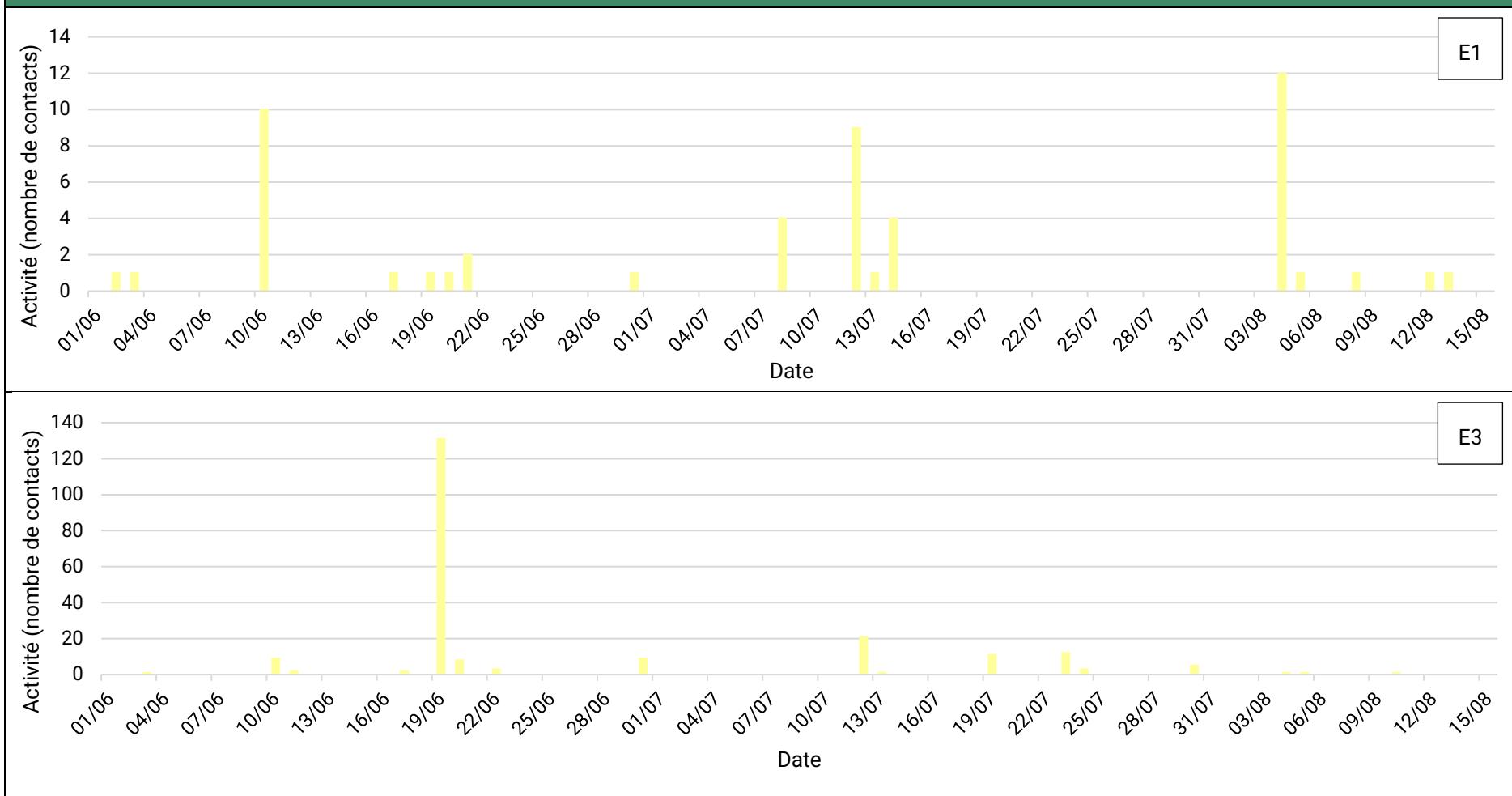


Figure 73 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique (hors Pipistrelle commune) au niveau des rotors (contacts bruts par nuit) – Mise-bas 2024



En période de mise-bas, l'analyse montre que l'activité autour de E3 est supérieure à celle enregistrée autour de E1 avec respectivement 515 et 121 contacts. Cela pourrait s'expliquer par la présence d'un bosquet à proximité de E3, abritant potentiellement des gîtes de parturition pour les espèces arboricoles. Ce bosquet constitue des milieux attractifs pour les femelles en période de mise-bas à la recherche de secteurs riches en proies ne les éloignant pas trop de leurs jeunes. Cette activité pourrait également s'expliquer par la possible présence de flux d'airs favorables aux chiroptères. L'activité en E1 et en E3 est globalement irrégulière, elle devient régulière à partir de début août. L'activité sur toute la période suivie (mise-bas) est qualifiée de faible pour E1 et de forte pour E3.

Six espèces ont été rencontrées au total sur les deux points d'écoute : la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Natusius et la Pipistrelle pygmée.

La Pipistrelle commune est l'espèce la mieux représentée dans ce cortège (E1 et E3). Son activité est qualifiée d'assez forte au niveau de E1 et de très forte au niveau de E3 pendant la période de mise bas. N'étant pas migratrices, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl se rencontrent à cette période en prospection alimentaire ou en simple déplacement. Notons un pic d'activité de la Pipistrelle commune le 19 juin 2024 sur E3 qui correspond probablement à des individus en chasse.

Le regain d'activité observé en août pour la noctule commune et la Noctule de Leisler, concorde avec la phase temporelle de migration connue de ces espèces. Nous pouvons supposer que nous avons un couloir de migration tertiaire. Seule la Noctule commune a une activité significative au niveau de l'éolienne E3. Son activité est qualifiée de faible (E1) à forte (E3) sur la période de mise-bas.

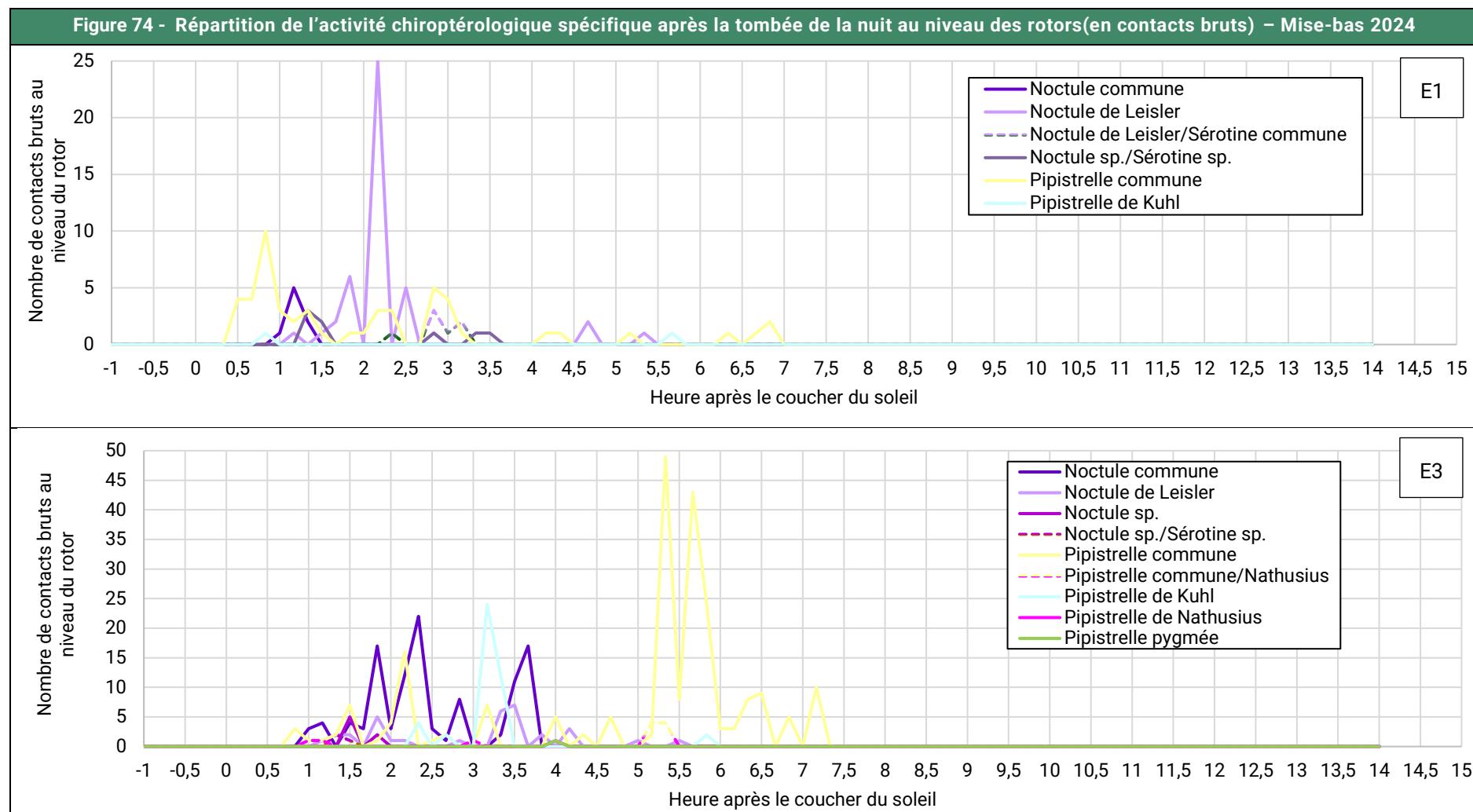
Le pic d'activité de la Pipistrelle de Natusius observé le 19 juin 2024 sur E3 correspond potentiellement à une activité de chasse.

Seuls quelques contacts de la Pipistrelle de Kuhl ont été enregistrés au niveau des deux éoliennes. Le pic d'activité de l'espèce qui a eu lieu le 8 aout au niveau de E3 correspond à de la chasse. L'unique contact de la Pipistrelle pygmée (E3) témoigne que l'unique individu n'a fait que passer.

Le regain d'activité de la Noctule de Leisler et la Noctule commune au mois d'août indique la présence d'une possible voie de migration tertiaire au niveau du parc éolien des Hauts de Melleray.

L'activité chiroptérologique est globalement jugée faible pour E1 et modérée pour E3.

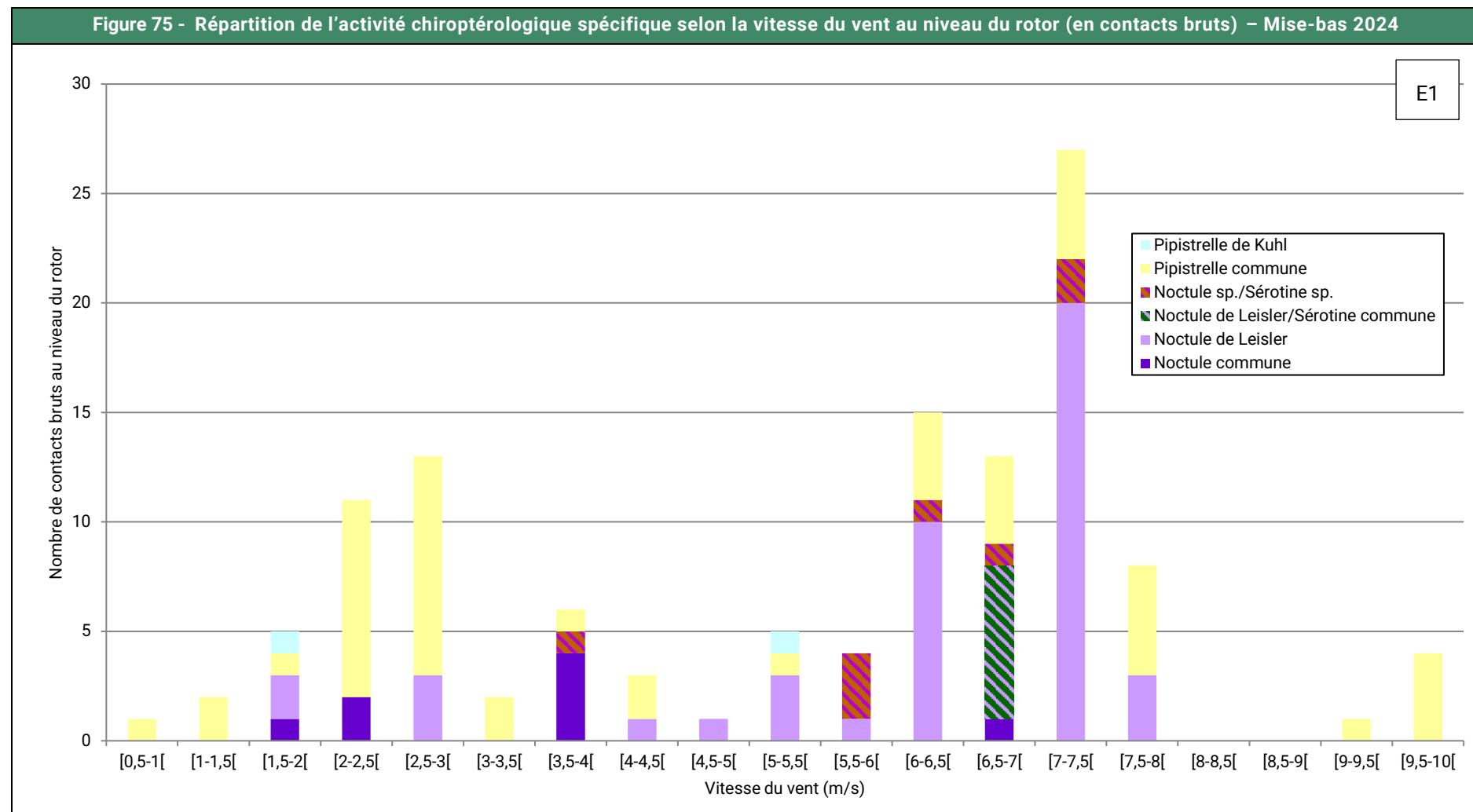
4.3.4. Répartition de l'activité spécifique après la tombée de la nuit durant la mise-bas

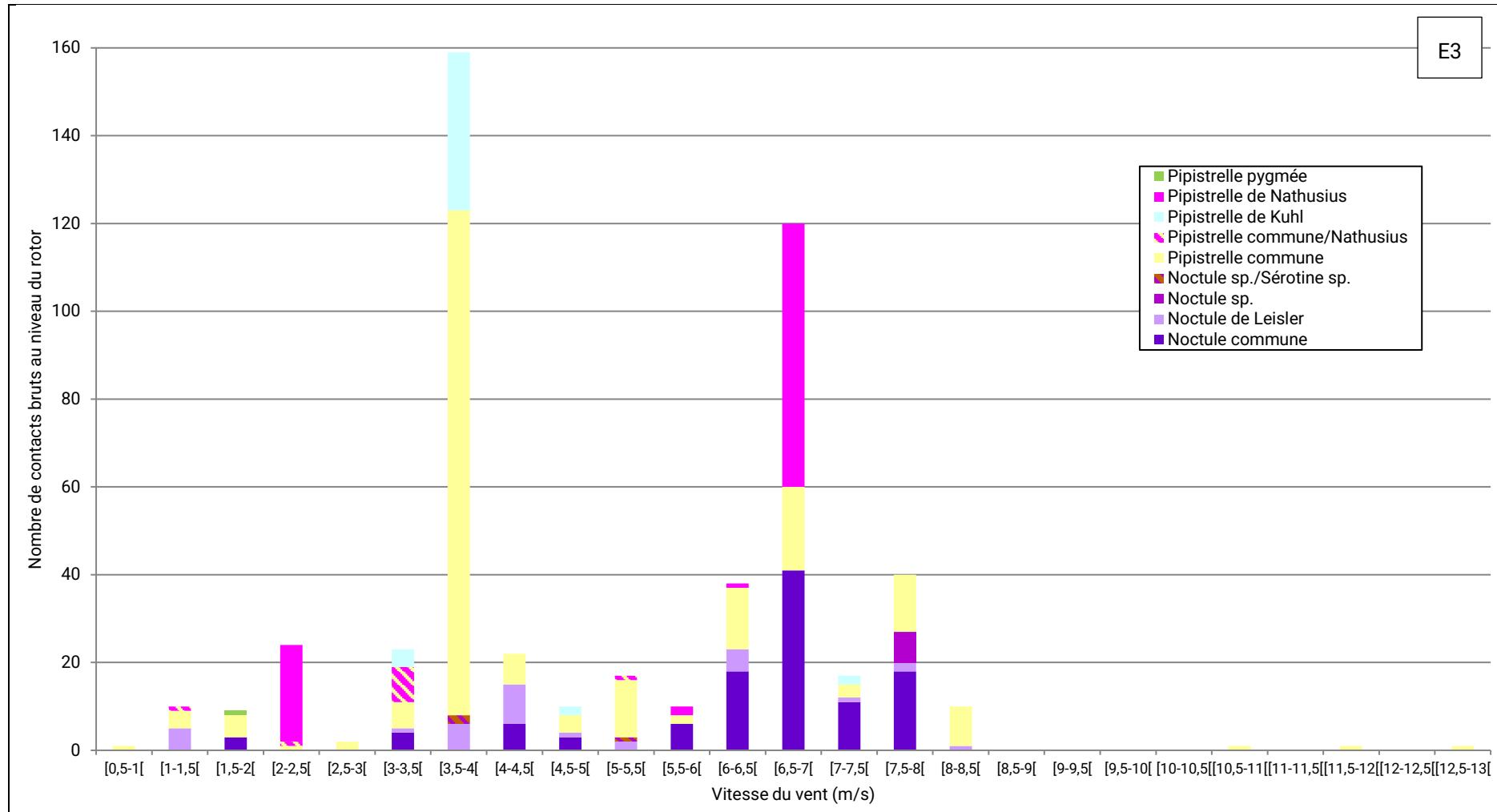


Durant la mise-bas, les chiroptères sont très actifs en début de nuit. Le dernier pic d'activité est observé à 6,8 heures (E1) et 7,3 heures (E3) après le coucher du soleil.

4.3.5. Répartition de l'activité spécifique selon les conditions météorologiques durant la mise-bas

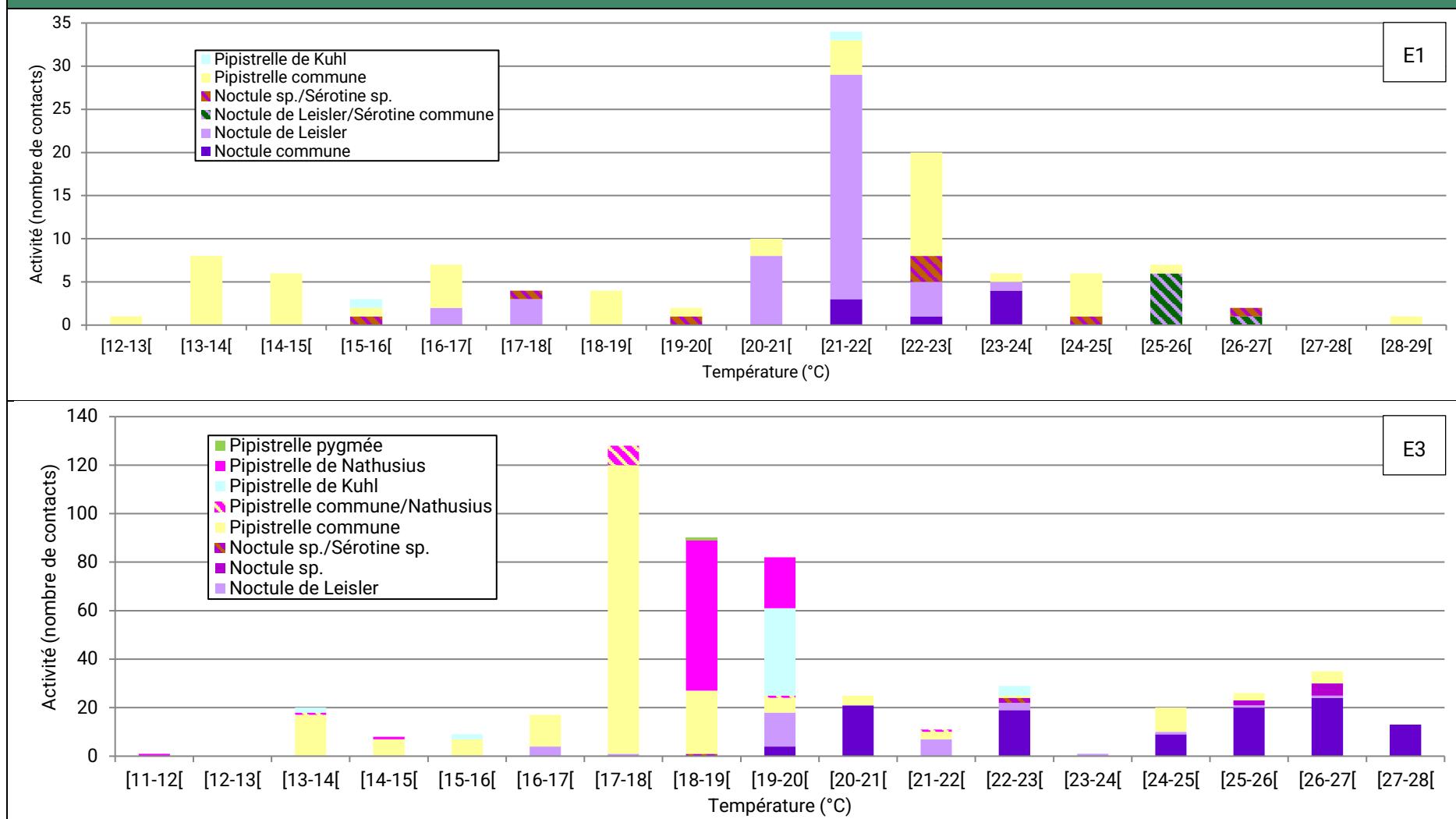
Les graphiques suivants représentent la répartition de l'activité chiroptérologique spécifique enregistrée au niveau du rotor selon les conditions météorologiques (vitesse de vent et température) sur l'ensemble de la période considérée.





En période de mise-bas, 89,71% (E1) et 89,26 % (E13) des contacts ont été enregistrés avec des vents d'une vitesse inférieure à 7,5 mètres par seconde.

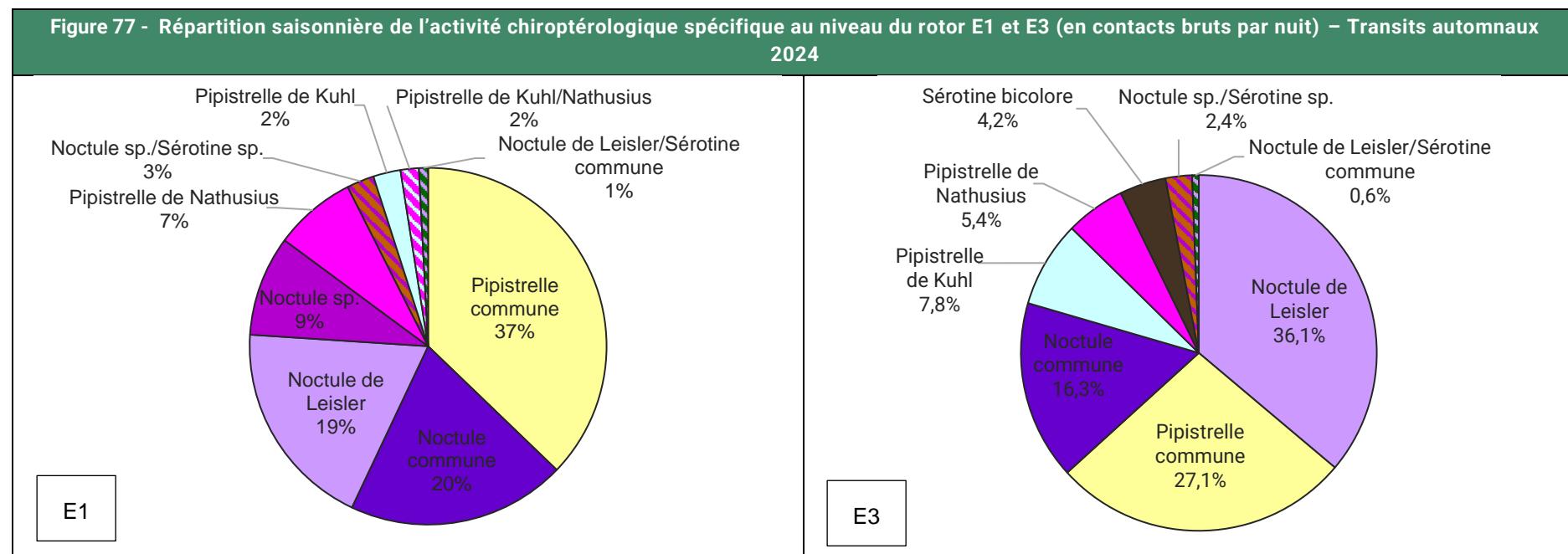
Figure 76 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas 2024



En période de mise-bas, 87,6% des contact au niveau de E1 ont été enregistrés pour les températures variant entre 15 et 29°C. Pour E3 ce sont 89,32 % des contacts qui ont été enregistrés pour les températures variant entre 17 et 28°C.

4.4. RESULTATS DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE AU NIVEAU DU ROTOR DURANT LES TRANSITS AUTOMNAUX

4.4.1. Répartition quantitative des espèces contactées en période de transits automnaux



Durant la période de transits automnaux, le cortège détecté au niveau des deux éoliennes est aussi diversifié qu'à la période de mise-bas. Tout comme en mise-bas, ce sont la Pipistrelle commune (37%) et la Noctule commune (20%) qui dominent majoritairement le cortège de E1. Pour E3, c'est la Noctule de Leisler (36,1%) et la Pipistrelle commune (27,1%) qui dominent le cortège.

4.4.2. Niveaux d'activités

Figure 78 - Résultats en période de transits automnaux au niveau de E1					
Espèces	Nombre de nuits échantillonnées	Nombre de nuit ayant présenté une activité chiroptérologique	Nombre de contacts bruts	Nombre de contacts par nuit échantillonnée	Nombre de contacts par nuit de présence
Noctule commune	84	9	24	0,29	2,67
Noctule de Leisler		14	23	0,27	1,64
Noctule de Leisler/ Sérotine commune		1	1	0,01	1
Noctule sp./ Sérotine sp.		3	3	0,04	1
Noctule sp.		2	11	0,13	5,5
Pipistrelle commune		12	45	0,54	3,75
Pipistrelle de Kuhl		2	3	0,04	1,5
Pipistrelle de Nathusius		3	9	0,11	3
Pipistrelle de Kuhl/ Nathusius		2	2	0,02	1
Transits automnaux	84	33	121	1,44	3,67
Niveaux d'activité : Faible, Modéré, Assez fort, Fort, Très fort					

Figure 79 - Résultats en période de transits automnaux au niveau de E3					
Espèces	Nombre de nuits échantillonnées	Nombre de nuit ayant présenté une activité chiroptérologique	Nombre de contacts bruts	Nombre de contacts par nuit échantillonnée	Nombre de contacts par nuit de présence
Noctule commune	89	5	27	0,30	5,4
Noctule de Leisler		17	60	0,67	3,53
Noctule de Leisler/ Sérotine commune		1	1	0,01	1
Noctule sp./ Sérotine sp.		3	4	0,04	1,33
Pipistrelle commune		8	45	0,51	5,63
Pipistrelle de Kuhl		6	13	0,15	2,17
Pipistrelle de Nathusius		7	9	0,10	1,29
Sérotine bicolore		3	7	0,08	2,33
Transits automnaux	89	29	166	2,10	6,45
Niveaux d'activité : Faible, Modéré, Assez fort, Fort, Très fort					

L'activité lors des transits automnaux totalise 121 contacts au niveau de l'éolienne E1 et 166 contacts au niveau de l'éolienne E3, soit respectivement 1,44 et 2,10 contacts par nuit échantillonnée. 39% (E1) et 33% (E3) des nuits échantillonnées ont enregistré une activité chiroptérologique.

Au niveau de E1 l'activité est qualifiée de faible par nuit échantillonnée et par nuit de présence. Pour E3, l'activité est modérée par nuit échantillonnée et par nuit de présence. À noter que l'activité était plus importante au niveau de E3 que de E1.

4.4.3. Répartition journalière de l'activité spécifique durant les transits automnaux

Les graphiques suivants représentent l'activité chiroptérologique au niveau rotor de l'éolienne E1 et E3 en nombre de contacts bruts pour chaque espèce contactée et pour chacune des nuits d'enregistrement sur l'ensemble de la période considérée.

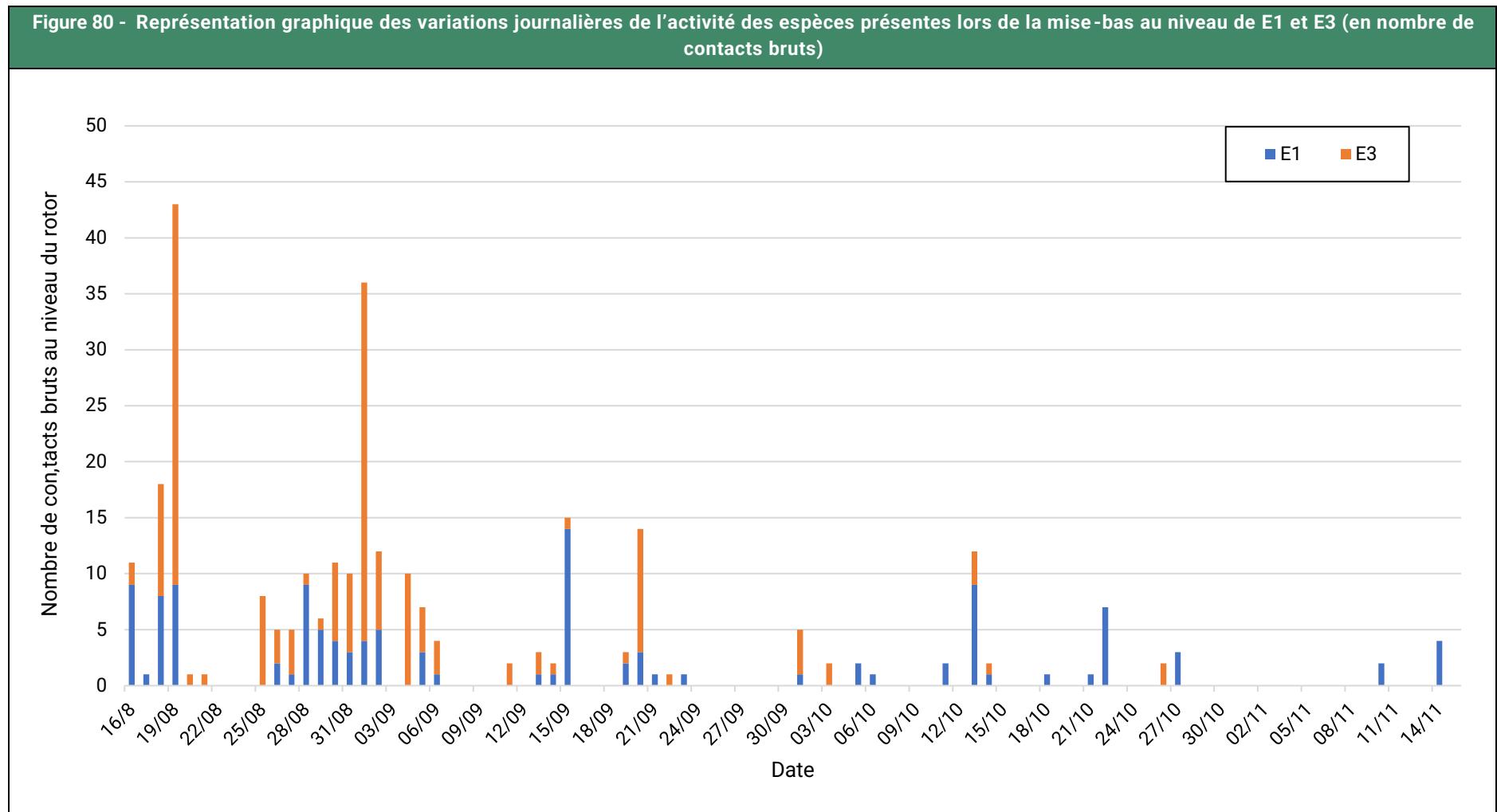
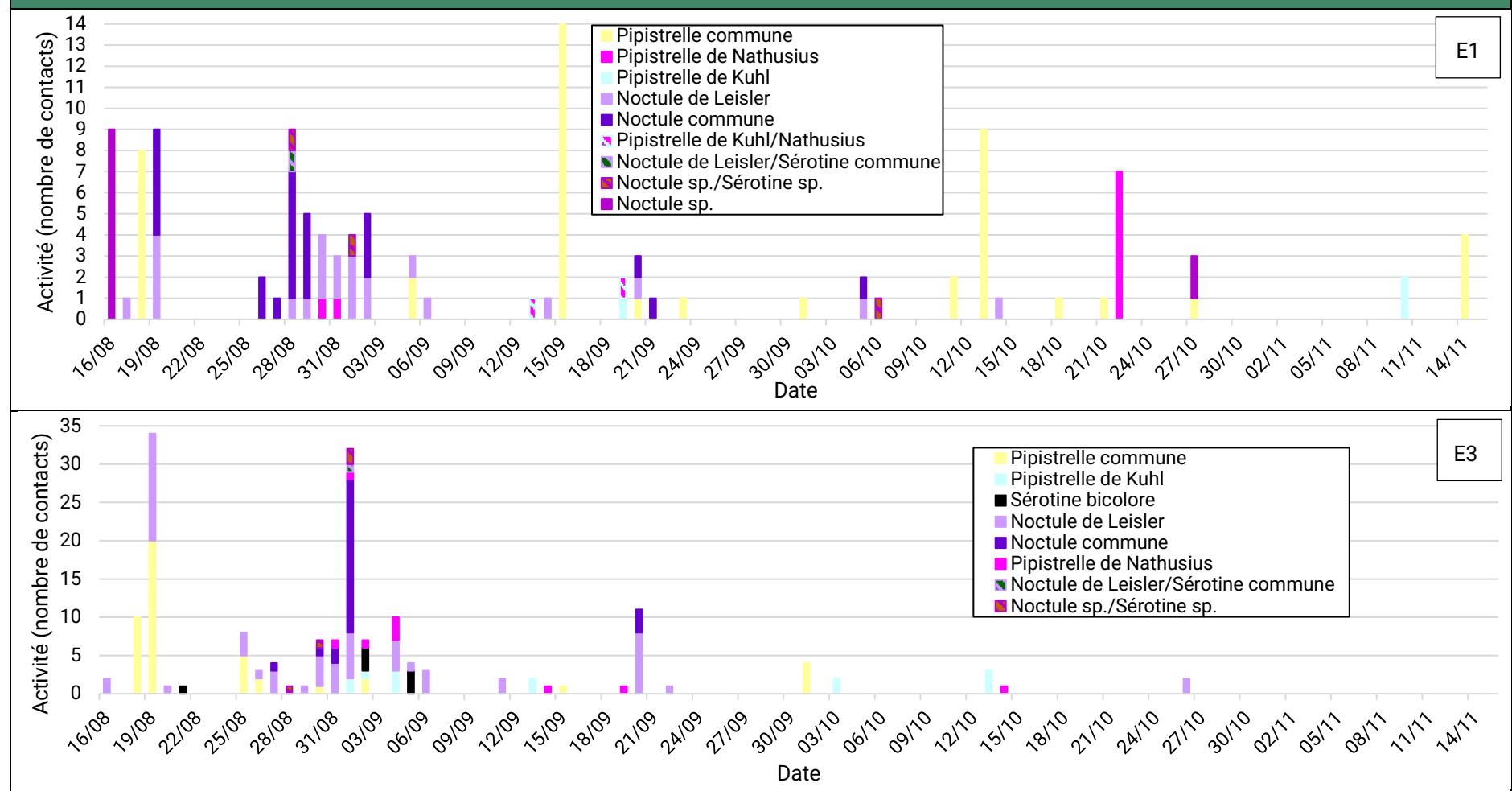


Figure 81 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau des rotors (en contacts bruts par nuit) – Transits automnaux 2024



Il est important de noter l'absence de données liées à plusieurs périodes sans enregistrement (coupe) lors des transits automnaux :

- E1 : 22/08/2024 – 24/08/2024 ; 06/09/2024 – 10/09/2024 ; 24/09/2024 – 25/09/2024.
- E3 : 22/08/2024 – 24/08/2024.

En période de transits automnaux, l'analyse montre que l'activité autour de E3 est supérieure à celle enregistrée autour de E1. La période d'activité principale s'étend du 16 août au 30 septembre. Sur toute la période suivie (transits automnaux), l'activité est qualifiée de faible pour E1 et de modérée pour E3.

Six espèces ont été rencontrées au total sur les deux points d'écoute : la Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolore.

La présence régulière de la Noctule commune et la Noctule de Leisler (espèces migratrices) entre le mois d'août et de septembre indique la possible présence d'un couloir de migration. En effet, leur période de détection principale correspond bien à la phénologie connue de leur passage migratoire. La Noctule commune et la Noctule de Leisler sont associées à un niveau d'activité faible pour E1 et faible à modéré pour E3, durant toute la période de suivi.

La Pipistrelle de Nathusius est associée à un niveau d'activité assez fort durant toute la période de suivi. Un pic d'activité est observé le 22 octobre 2024 (E1), en dehors de sa période de migration connue. Cette activité peut témoigner de la possible présence d'un individu sédentaire.

La Sérotine bicolore est une espèce migratrice mal connue dans la région qui présente une activité plus faible que les autres espèces.

N'étant pas migratrices, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl se rencontrent à cette période en prospection alimentaire ou en simple déplacement. Elles sont associées à un niveau d'activité faible.

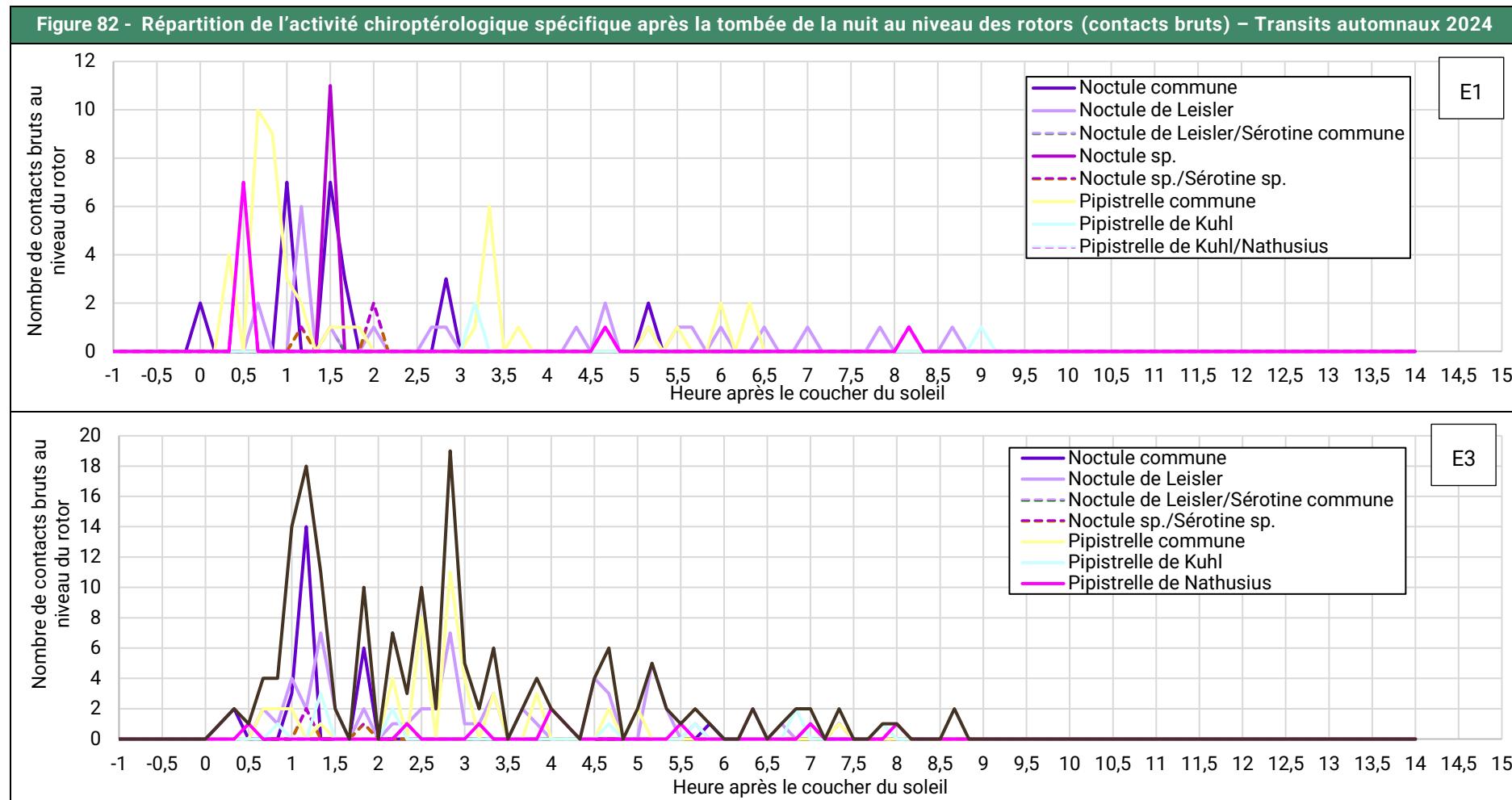
Les transits automnaux sont surtout marqués par la présence de la Noctule commune, de la Noctule de Leisler et de la Pipistrelle commune.

Une voie de migration tertiaire semble exister au niveau de E1 et de E3 pour la Noctule commune et la Noctule de Leisler.

L'activité chiroptérologique est globalement jugée faible pour E1 et modérée pour E3.

À noter que deux cadavres de pipistrelles indéterminées ont été découverts à cette période.

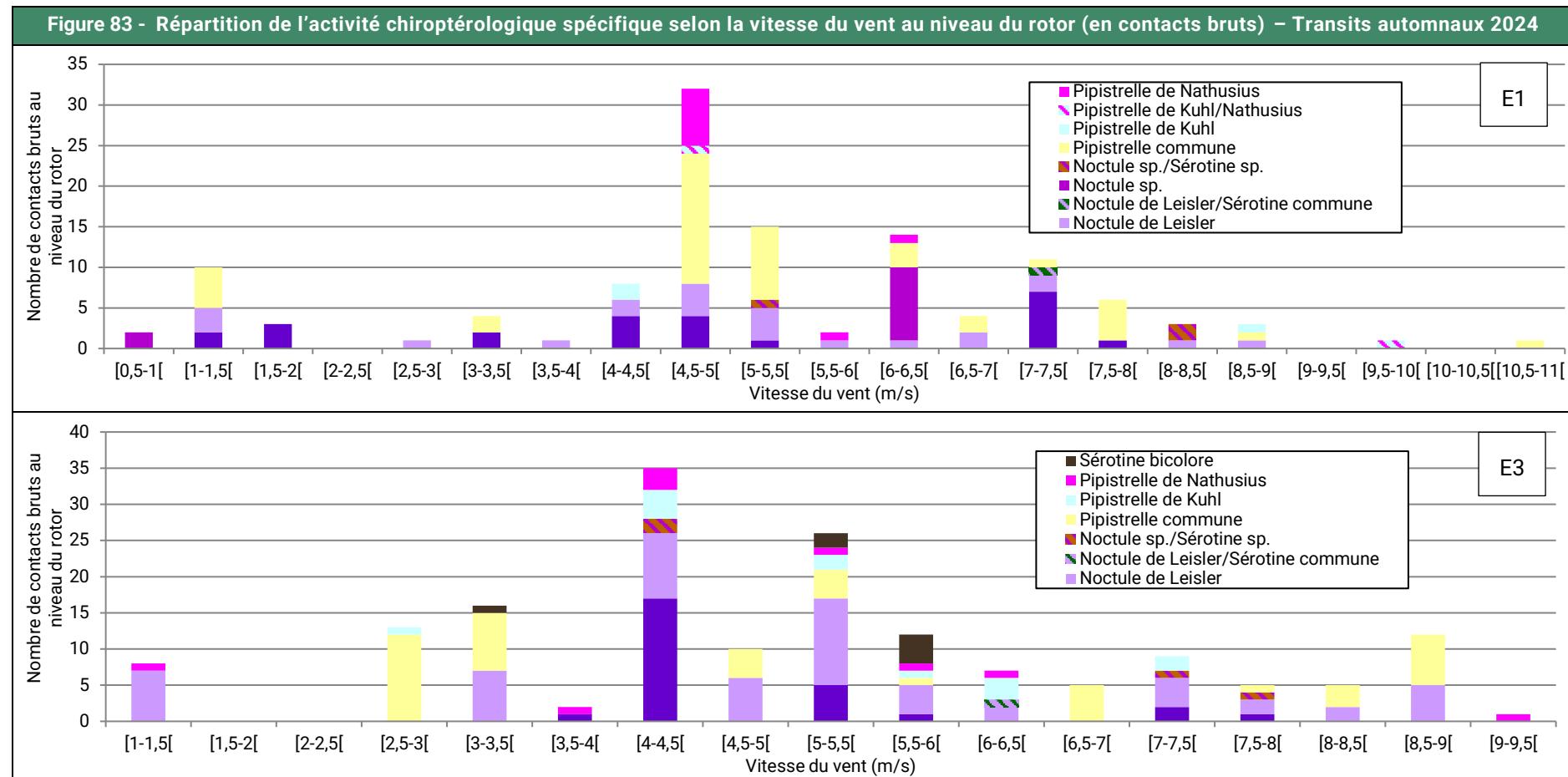
4.4.4. Répartition de l'activité spécifique après la tombée de la nuit durant les transits automnaux



Durant les transits automnaux, les chiroptères sont très actifs en début de nuit. Le dernier pic d'activité est observé environ à 9 heures après le coucher du soleil. Les contacts de Noctule commune observés très tôt après le coucher du soleil peuvent témoigner de la probable présence d'un gîte à proximité du site.

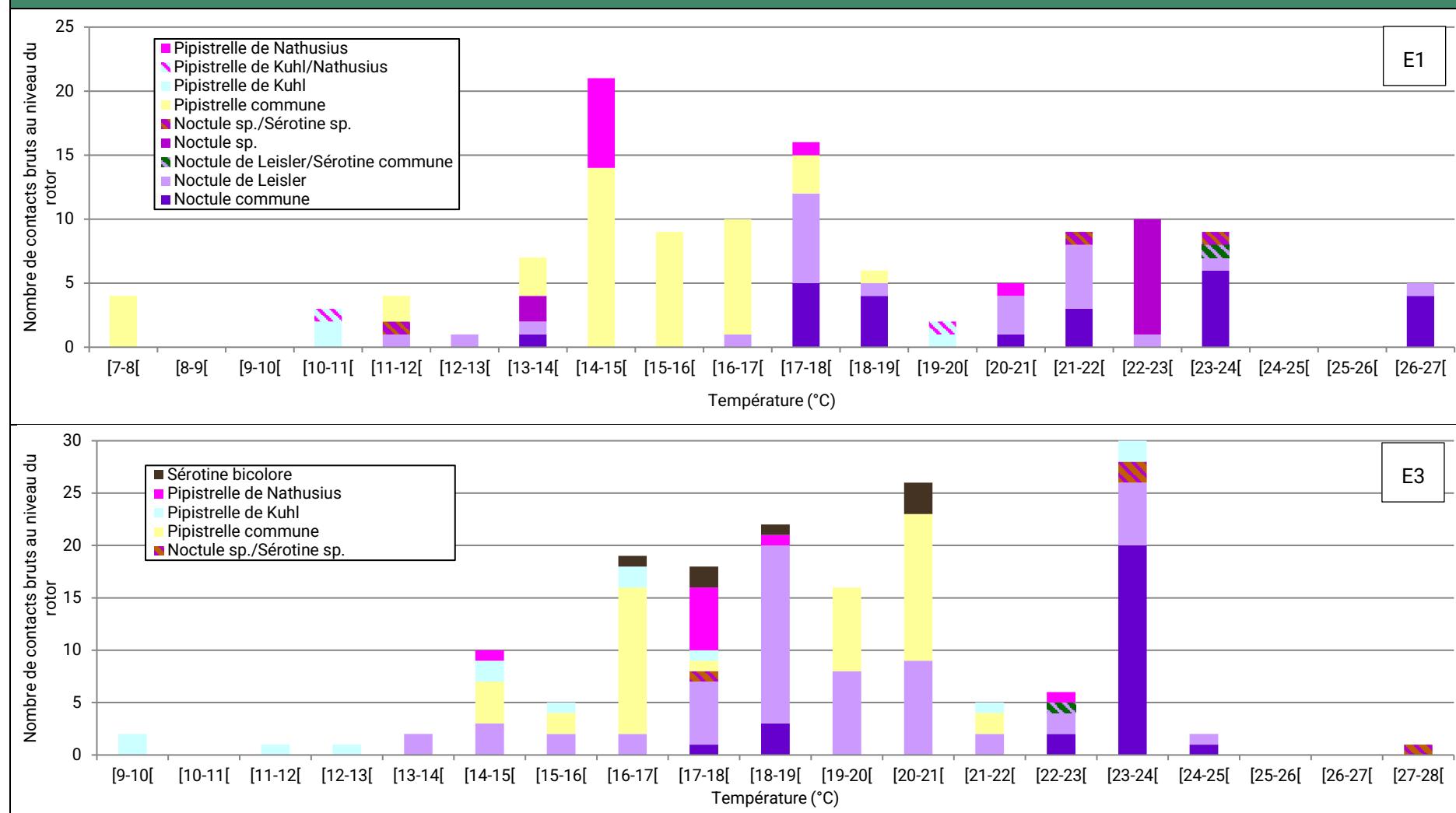
4.4.5. Répartition de l'activité spécifique selon les conditions météorologiques durant les transits automnaux

Les deux graphiques suivants représentent la répartition de l'activité chiroptérologique spécifique enregistrée au niveau du rotor selon les conditions météorologiques (vitesse de vent et température) sur l'ensemble de la période considérée.



En période de transits-automnaux, 88,43% (E1) et 89,16% (E3) des contacts ont été enregistrés avec des vents d'une vitesse inférieure à 7,5 et 8 mètres par seconde, respectivement.

Figure 84 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux 2024



En période de transits automnaux, 90,08% des contacts sont enregistrés pour les températures variant entre 13 et 27°C (E1) et 90,36% des contacts sont enregistrés pour les températures variant entre 15 et 28°C (E3).

5. NIVEAUX D'ACTIVITE ET SYNTHESE DES SENSIBILITES

5.1. NIVEAUX D'ACTIVITE PAR NUIT

Nuits	Nombre de nuits d'échantillonnage							
	Nombre de nuits par saison						Total	
	Transits printaniers		Mise-bas		Transits automnaux			
	E1	E3	E1	E3	E1	E3	E1	E3
Échantillonnées	78	72	75	75	84	89	237	236
Ayant présenté une activité chiroptérologique	1 (1%)	9 (13%)	25 (33%)	29 (39%)	33 (39%)	29 (33%)	59 (25%)	67 (28%)
Nombre de contacts bruts	2	19	121	515	121	166	244	700
Nombre de contacts par nuit d'écoute	0,03	0,26	1,61	6,87	1,44	2,10	1,03	2,97
Nombre de contacts par nuit de présence	2,00	2,11	4,84	17,76	3,67	6,45	4,14	10,44

Niveaux d'activité : Faible, Modéré, Assez fort, Fort, Très fort

Au niveau du rotor de l'éolienne E1, l'analyse montre qu'une activité chiroptérologique a été détectée en altitude entre 1% et 39% du temps en fonction de la saison. Sur la totalité de la période d'écoute, elle peut être qualifiée de faible (en moyenne 1,03 contacts bruts par nuit d'écoute). Notons tout de même que l'activité chiroptérologique est plus importante en période de mise-bas et de transits automnaux. Ramenée à un nombre de contacts par nuit de présence, le niveau d'activité reste inchangé.

Au niveau de l'éolienne du rotor E3, l'analyse montre qu'une activité chiroptérologique a été détectée en altitude entre 13% et 39% du temps en fonction de la saison. Sur la totalité de la période d'écoute, elle peut être qualifiée d'assez forte (en moyenne 2,97 contacts bruts par nuit d'écoute). Notons tout de même que l'activité chiroptérologique est plus importante en période de mise-bas et de transits automnaux. Ramenée à un nombre de contacts par nuit de présence, le niveau d'activité augmente. L'activité par nuit de présence est forte (10,44 contacts/nuit de présence). Cela montre que les chauves-souris ne sont pas présentes toutes les nuits mais lorsqu'elles le sont, leur activité est forte.

5.2. NIVEAUX DE SENSIBILITE PAR ESPECE ET PAR PERIODE

En France, parmi les 4 594 cadavres découverts et compilés (*T. Dürr - Août 2023*), les espèces impactées sont réparties comme suit :

Figure 86 - Synthèse des cas de mortalité de chiroptères en France (T.Dürr, août 2023)			
Espèces	Pourcentage	Espèces	Pourcentage
Pipistrelle commune	42,03%	Noctule indéterminée	0,11%
Chiroptère indéterminé	10,12%	Grand Murin	0,11%
Pipistrelle indéterminée	9,16%	Murin à moustaches	0,09%
Pipistrelle de Nathusius	9,03%	Murin de Natterer	0,07%
Pipistrelle de Kuhl	8,95%	Murin à oreilles échancreées	0,07%
Noctule commune	5,86%	Molosse de Cestoni	0,07%
Noctule de Leisler	5,29%	Murin de Daubenton	0,04%
Pipistrelle pygmée	4,33%	Murin de Bechstein	0,04%
Sérotine commune	1,57%	Oreillard gris	0,04%
Vespère de Savi	1,28%	Petit Murin	0,02%
Pipistrelle commune/pygmée	0,87%	Murin indéterminé	0,02%
Sérotine bicolore	0,24%	Oreillard roux	0,02%
Grande Noctule	0,22%	Oreillard indéterminé	0,02%
Minioptère de Schreibers	0,17%	Grand Rhinolophe	0,02%
Barbastelle d'Europe	0,13%		

En orange, les espèces contactées via les écoutes en continu sur le site d'étude

Sept espèces déterminées de chiroptères ont été inventoriées durant ce protocole d'écoute. Toutes sont protégées en France et toutes sont patrimoniales (exceptées la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle pygmée et la Sérotine bicolore) en raison de leurs statuts de conservation défavorables sur au moins une des listes rouges étudiées. Pour la Sérotine bicolore et la Pipistrelle pygmée, l'absence d'évaluation sur certaines listes rouges sont dues à un manque de données les concernant.

L'analyse des niveaux d'activité saisonnier de chaque espèce croisée avec leurs caractéristiques physiques et leurs comportements connus permet d'estimer le risque de collision et de barotraumatisme global de chaque espèce.

Figure 87 - Sensibilité à la collision estimée par espèce et par saison

Espèces	Sensibilité à la collision estimée					
	Transits printaniers		Mise-bas		Transits automnaux	
	E1	E3	E1	E3	E1	E3
Noctule commune	Non évaluée	Faible	Faible	Modérée à forte	Modérée	Modérée
Noctule de Leisler	Non évaluée	Faible	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Pipistrelle commune	Non évaluée	Faible	Modérée	Modérée à forte	Faible	Faible
Pipistrelle de Kuhl	Non évaluée	Faible	Faible	Modérée	Faible	Faible
Pipistrelle de Natusius	Non évaluée	Faible	Non évaluée	Modérée	Faible	Faible
Pipistrelle pygmée	Non évaluée	Non évaluée	Non évaluée	Faible	Non évaluée	Non évaluée
Sérotine bicolore	Non évaluée	Non évaluée	Non évaluée	Non évaluée	Non évaluée	Faible
Non évaluée : espèces non contactées en hauteur						

Globalement, les caractéristiques intrinsèques de certaines espèces font que, lorsqu'elles sont présentes, leur risque de collision et de barotraumatisme est significatif en raison notamment de leur taille supérieure ou de leur aisance à circuler en altitude.

Localement, la saison des transits printaniers présente le moins de risque pour les chiroptères tandis que celle de la mise-bas est une période plus critique (activité importante d'espèces sensibles et patrimoniales).

La Noctule commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle de Natusius présentent une sensibilité plus importante au risque de collision et au barotraumatisme entre la période de mise-bas et de transits automnaux en raison de leur activité mesurée à ces périodes, de leur écologie et de l'état de leurs populations.

Les autres espèces contactées sont concernées par une sensibilité faible durant toute la période du suivi.

6. VERIFICATION DE L'EFFICACITE DU BRIDAGE ET AMELIORATION

6.1. BRIDAGE ACTIF EN 2024

Conformément à l'arrêté préfectoral et dès la mise en service du parc en repowering, toutes les éoliennes ont été bridées la nuit selon les paramètres suivants dans le but de protéger la chiroptérofaune :

Figure 88 - Paramètres du bridage en place sur le parc éolien des Hauts de Melleray en 2024	
Éoliennes	Toutes les éoliennes
Heures de nuit	Du coucher au lever du soleil
Périodes	1 ^{er} août au 31 octobre
Vitesses de vent	Inférieurs à 6m/s
Températures	Supérieures à 10°C

6.2. NOMBRE DE CONTACTS PROTEGES PAR LE BRIDAGE 2024

Afin d'évaluer l'impact du bridage sur les chiroptères, chaque contact enregistré durant l'étude est mis en lien avec les conditions météorologiques correspondantes à l'heure du contact.

Il est possible de vérifier le pourcentage d'activité protégée par espèce pour vérifier l'efficacité du bridage pour les espèces qui en étaient les principales cibles (noctules notamment).

Le bridage en place en 2024 a permis de couvrir l'activité des chiroptères de 40,6% pour E1 (Figure 89 - 118) et 29,1% pour l'éolienne E3 (Figure 90 - page 119) sur la période étudiée en 2024. Le bridage a permis de protéger 42,7% (E1) et 44,1% (E3) des noctules.

Figure 89 - Nombre de contacts protégés par le bridage par espèce en 2024 – E1		
Espèce	Nombre de contacts détectés en 2024 du 13/03 au 15/11	Nombre de contacts protégés (pourcentage protégé)
Noctule commune	32	20 (62,5%)
Noctule de Leisler	67	25 (37,3%)
Noctule sp.	11	2 (18,2%)
Total noctules	110	47 (42,7%)
Noctule de Leisler/Sérotine commune	8	-
Noctule sp./Sérotine sp.	13	2 (15,4%)
Pipistrelle commune	97	42 (43,3%)
Pipistrelle de Kuhl	5	-
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	2	-
Pipistrelle de Nathusius	9	8 (88,9%)
Total	244	99 (40,6%)

Figure 90 - Nombre de contacts protégés par le bridage par espèce en 2024 – E3

Espèce	Nombre de contacts détectés en 2024 du 13/03 au 15/11	Nombre de contacts protégés (pourcentage protégé)
Noctule commune	139	46 (33,1%)
Noctule de Leisler	99	62 (62,6%)
Noctule sp.	7	-
Total noctules	245	108 (44,1%)
Noctule de Leisler/Sérotine commune	1	-
Noctule sp./Sérotine sp.	10	4 (40,0%)
Pipistrelle commune	268	30 (11,2%)
Pipistrelle commune/Nathusius	11	-
Pipistrelle de Kuhl	61	48 (78,7%)
Pipistrelle de Nathusius	96	7 (7,3%)
Pipistrelle pygmée	1	-
Sérotine bicolore	7	7 (100,0%)
Total	700	204 (29,1%)

7. SYNTHESE DES DONNEES RELATIVES A L'ACTIVITE CHIROPTEROLIGQUE AU NIVEAU DU ROTOR

L'analyse de l'activité saisonnière au niveau du rotor nous indique que :

- **Transits printaniers 2024** : L'activité en altitude est faible entre mars et mai pour les deux éoliennes suivies ;
- **Mise-bas 2024** : L'activité en altitude est faible pour E1 et forte pour E3 à cette période. La période d'activité maximale a eu lieu la première quinzaine d'août (début de la migration). La période d'activité de la Pipistrelle commune a eu lieu de fin juin à mi-août (pic d'activité maximale atteint le 4 août (E1) et le 19 juin (E3) 2024) ;
- **Transits automnaux 2024** : L'activité en altitude est faible pour E1 et modérée pour E3 à cette période. L'activité en altitude est maximale entre mi-août et septembre, notamment pour la Noctule commune et la Noctule de Leisler (plusieurs pics d'activité lié à une possible migration de l'espèce). La Pipistrelle commune reste active en altitude jusque mi-novembre.

L'analyse de l'activité au niveau du rotor nous indique également que :

- **Transits printaniers 2024** :
 - L'activité se concentre durant les 1,5 premières heures de la nuit (E1) et les 5 premières de la nuit (E3) ;
 - L'activité se concentre à moins de 5 m/s (E1) et 7 m/s (E3) de vent ;
 - L'activité se concentre à plus de 13°C (E1 et E3).
- **Mise-bas 2024** :
 - L'activité se concentre durant les 4 premières heures de la nuit (E1) et les 6 premières de la nuit (E3) ;
 - L'activité se concentre à moins de 7,5 m/s de vent (E1 et E3) ;
 - L'activité se concentre à plus de 15°C (E1) et 17 °C (E3).
- **Transits automnaux 2024** :
 - L'activité se concentre durant les 6 premières heures de la nuit (E1 et E3) ;
 - L'activité se concentre à moins de 7,5 m/s (E1) et 8 m/s (E3) de vent ;
 - L'activité se concentre à plus de 13°C (E1) et 15 °C (E3).

Autres éléments à retenir :

- La diversité spécifique est de 7 espèces et l'activité est plus marquée durant la mise-bas.
- Présence d'espèces de haut vol et/ou migratrices au niveau du rotor (Pipistrelle de Natusius, Pipistrelle pygmée, Sérotine commune, Sérotine bicolore, Noctule commune et Noctule de Leisler).
- Le cortège est principalement dominé par la Pipistrelle commune et la Noctule commune durant toute la période d'étude, suivies par la Pipistrelle de Natusius et la Noctule de Leisler.
- Le brillage mis en place du partir du 1^{er} août au 31 octobre 2024 a mené à la protection de 40,6% (E1) et 29,1% (E3) de l'activité chiroptérologique enregistrée au cours de l'année 2024.

DISCUSSION ET MESURES CORRECTIVES

DISCUSSION ET MESURES CORRECTIVES

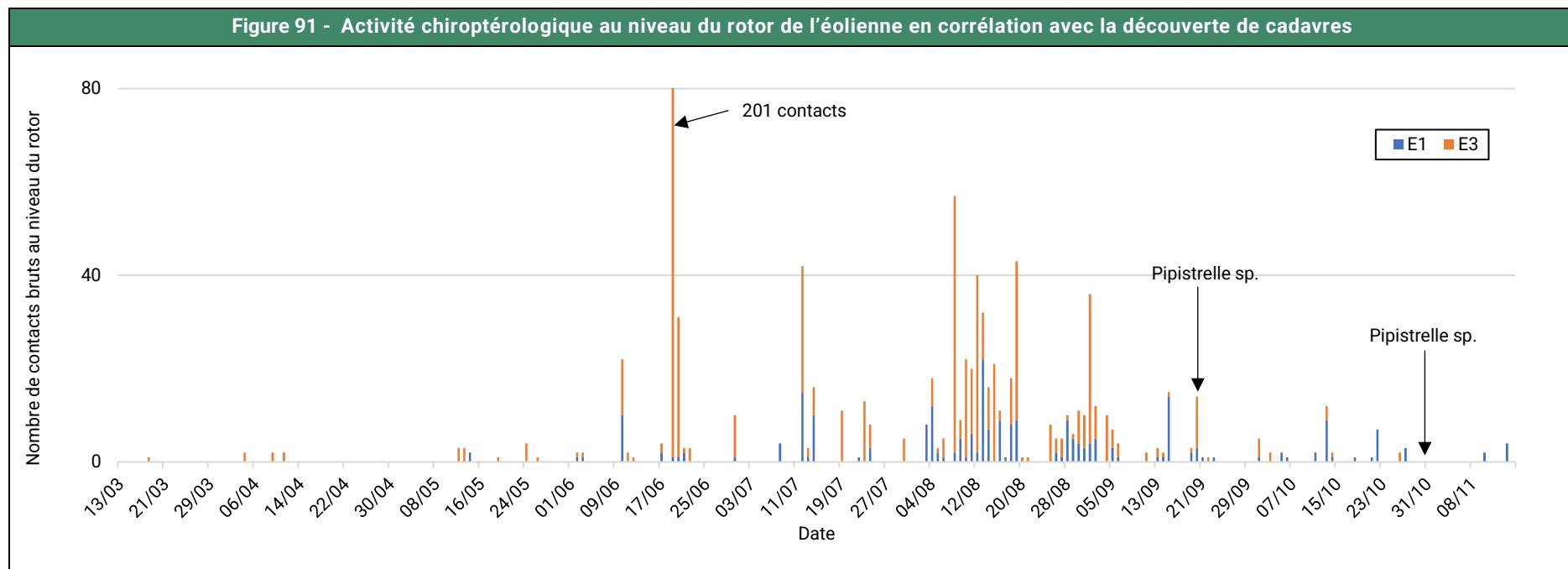
1. COMPARAISON ENTRE LES DONNEES DE MORALITE ET LES ECOUTES CHIROPTEROLOGIQUE

Il peut être intéressant de faire la corrélation entre les dates découvertes de cadavres avec l'activité chiroptérologique à hauteur de nacelle.

Pour rappel, voici les dates et les espèces de chiroptères retrouvées :

- 20/09/2024 : 1 cadavre de Pipistrelle indéterminée (E1) ;
- 31/10/2024 : 1 cadavre de Pipistrelle indéterminée (E3).

Ci-dessous l'activité chiroptérologique durant l'année d'enregistrement par saison corrélée à la découverte des cadavres.



Au regard du graphique ci-dessus, un pic d'activité a été enregistré la nuit précédant la découverte du cadavre de Pipistrelle indéterminée sous l'éolienne E1 le 20 septembre 2024. Parmi les 3 contacts enregistrés au niveau de l'éolienne E1 cette nuit-là, 1 contact de Pipistrelle commune a été enregistré.

Aucun contact n'a été enregistré la nuit précédant le cadavre découvert le 31 octobre 2024 sous l'éolienne E3. Les derniers contacts enregistrés au niveau de l'éolienne E3 avant la découverte du cadavre datent du 26 octobre (2 contacts de Noctule de Leisler). Quant aux contacts enregistrés au niveau de l'éolienne E1, les derniers contacts enregistrés avant la découverte du cadavre datent du 27 octobre (1 contact de Pipistrelle commune et 2 contacts de Noctule indéterminée).

2. COMPARAISON AVEC LES RESULTATS DE L'ETAT INITIAL ET DES SUIVIS RELATIFS AU RENOUVELLEMENT DU PARC

2.1. FLORE

Les habitats naturels ont peu évolué entre l'état initial et le suivi post-implantation. Le parc éolien des Hauts de Melleray se situe toujours au sein d'un contexte agricole dense avec la présence de quelques bosquets au sein de ces parcelles.

2.2. AVIFAUNE

Le Roitelet à triple bandeau n'avait pas été notifié lors de l'état initial (2004) et lors des visites en amont, ni pendant le chantier de renouvellement du parc éolien (2023).

2.3. CHIROPTERES

Aucune expertise chiroptères n'avait été réalisée lors de l'état initial.

3. DISCUSSION SUR LES RESULTATS DE MORTALITE

Les modèles d'estimations de la mortalité se basent tous sur la mesure de divers indices ayant tous une influence plus ou moins marquée sur les calculs. En ce sens, si l'efficacité de l'observateur est mauvaise, la durée de persistance courte et la surface de prospection médiocre, les calculs considéreront que l'efficacité globale du protocole est mauvaise malgré la détection avérée de cadavres et corrigeront les estimations à la hausse. Cependant, bien que les tests soient opérés de manière sérieuse, ils sont soumis à des biais aléatoires sur lesquels il est extrêmement difficile d'agir afin d'en assurer la reproductibilité.

Par exemple, lors du dépôt des cadavres tests, il est impossible de prédire l'attitude des prédateurs. En plaçant les cadavres sur une surface relativement restreinte et dans un paysage dégagé (comme dans le cas présent), il peut être extrêmement aisné pour un prédateur tel qu'un renard d'emporter la totalité des dépouilles en peu de temps. Les souris sont en effet petites et s'emportent facilement.

Il n'est également pas possible de prédire qu'un groupe de nécrophages (corbeaux, corneilles mais également laridés...) colonise précisément le secteur juste après le dépôt des cadavres. En effet, le test entraîne la disposition simultanée de plusieurs cadavres qui ont donc une chance élevée d'être consommés en même temps tandis que la mortalité causée par les éoliennes est aléatoire, ne faisant tomber au sol qu'une proie de temps à autres. Schématiquement, un renard qui passe par là et qui trouve une souris morte aura tôt fait de trouver les autres à proximité par l'odorat tandis que s'il trouve un cadavre tombé à la suite d'une collision avec une éolienne, il y a de fortes chances pour que le cas soit isolé et il faudra qu'il revienne spécifiquement sur le secteur à un autre moment pour potentiellement consommer une seconde victime de l'éolienne.

De manière similaire, l'influence du pourcentage de prospection est capitale dans les modèles prédictifs et en raison du maintien d'une agriculture intensive sous les éoliennes, certaines zones de surplomb sont périodiquement (ou totalement) inaccessibles. Il est donc très délicat de connaître le pourcentage de cas de collision manqués tombés sur ces zones non prospectables, ce qui entraîne une extrapolation mathématique qui n'est pas forcément le reflet de la réalité.

Figure 92 - Influence des différents indices sur les projections calculées				
Saison	Qualité de l'indice			Finalité
	Efficacité de l'observateur	Persistante	Surface prospectée	
Printemps	Bonne (60 %)	Moyenne (2,38 jours)	Bonne (64 %)	Légère surestimation
Été			Moyenne (46 %)	Légère surestimation
Automne	Bonne (60 %)	Bonne (5,88 jours)	Bonne (91 %)	Bonne estimation

Il est également globalement admis (Korner-Nievergelt et al. 2011) que quel que soit le modèle utilisé, il existe une forte corrélation entre la précision des estimations et le nombre de cadavres retrouvés. S'il y a moins de 10 cadavres retrouvés (ce n'est pas le cas ici) la précision des modèles est jugée faible.

Également les modèles proposés ont été créés sur la base d'étude américaines où la durée de persistance est très longue (32 jours d'après Arnett et al. 2009). Il est ainsi considéré que le modèle de Huso notamment surestime les projections en cas de faible durée de persistance (ce n'est pas le cas ici).

Les résultats proposés ici sont supposés légèrement surestimés. La valeur Huso fournie par saison par Envol Environnement est jugée la plus probable.

4. EFFETS RESIDUELS SUR LES ESPECES IMPACTEES

4.1. AVIFAUNE

Espèce	Nombre de cas		État des populations en % (STOC 1989-2019 ¹)
	2017	2024	
Faucon crécerelle	-	1	-18,4 [IC : -26,5 ; -9,4]
Perdrix grise	-	1	-43,4 [IC : -53,6 ; -30,8]
Pigeon ramier	-	5	+100,1 [IC : 91,6 ; 109]
Roitelet à triple bandeau	-	1	+79% [IC : 54,5 ; 107,3]

En rouge : Tendances en déclin
En vert : Tendances en augmentation
En orange : Tendances stables ou incertaines

Le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) mené entre 1989 et 2019 fait état d'un essor des populations **Pigeon ramier** (+ 100,1%) et de **Roitelet à triple bandeau** (+ 79%).

Le Pigeon ramier occupe un secteur assez vaste (généralement, quelques parcelles cultivées pour l'alimentation). De ce fait les individus bougent quotidiennement, ce qui augmente leurs probabilités de collision. Ce sont également des migrants qui circulent en groupes de taille importante, recherchant les espaces cultivés (pour l'alimentation) ponctués de boisements (pour le refuge face aux intempéries et prédateurs).

Concernant le roitelet à triple bandeau, son essor est principalement lié au réchauffement climatique qui favorise l'évolution de l'espèce (STOC 1989-2019¹).

Le **Faucon crécerelle** et la **Perdrix grise** voient leurs effectifs diminuer (respectivement - 18,4% et -43,4%). Le Faucon crécerelle souffre des rodenticides encore utilisés qui se trouvent dans les proies qu'elle consomme. Ces deux espèces s'avèrent très exposées à la collision avec les éoliennes, ce qui participe à leur raréfaction.

4.2. SYNTHESE

La mortalité concernant les chiroptères est plutôt faible (2 cadavres) alors que celle de l'avifaune est moyenne (8 cadavres). Elle est axée principalement sur la période automnale.

La mortalité avifaunistique peut en partie s'expliquer par des conditions météorologiques particulièrement dégradées en 2024 ayant pour résultat une diminution de la visibilité des pâles par l'avifaune.

¹ Fontaine B., Moussy C., Chiffard Carricaburu J., Dupuis J., Corolleur E., Schmaltz L., Lorrillière R., Loïs G., Gaudard C. 2020. Suivi des oiseaux communs en France 1989-2019 : 30 ans de suivis participatifs. MNHN – Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation, LPO BirdLife France - Service Connaissance, Ministère de la Transition écologique et solidaire. 46 pp.

5. REFLEXISON SUR LES MESURES CORRECTIVES

Suivi de mortalité

Pour rappel, huit cadavres d'oiseaux et deux cadavres de chiroptères ont été retrouvés sur le parc éolien des Hauts de Melleray. Toutes les éoliennes possèdent des cas de mortalité.

La saison de migration automnale est la plus impactante.

Les estimatifs de mortalité (Huso en autre) semblent légèrement surestimer la réalité. En effet, lors du suivi les résultats de la prédatation sont moyens en période printanière/estivale. De plus, en période estivale le taux de prospection est moyen. Cela a tendance à un peu augmenter les estimatifs.

Au regard des espèces et des effectifs retrouvés, le renouvellement du suivi de mortalité ne semble pas nécessaire.

Renouvellement du suivi en altitude

Le renouvellement du suivi en hauteur des comportements des chiroptères en 2025 a pour objectif d'obtenir un deuxième jeu de données. Le but étant de renouveler ce suivi pendant plusieurs années consécutives afin d'obtenir des données suffisantes de suivi d'activité mais également de pallier les variations interannuelles de l'activité chiroptérologique. L'objectif étant de proposer, un plan de bridage robuste qui sera représentatif des conditions locales.

Ce suivi aura lieu de début juin jusqu'à mi-novembre ; période la plus sensible pour les chiroptères.

Cette proposition a également été validée par l'exploitant et aura bien lieu en 2025.

Bridage nocturne des éoliennes

Un bridage a été instauré en 2024 dès la mise en service du parc éolien des Hauts de Melleray (Repowering), conformément aux prescriptions de l'arrêté préfectoral du 15 juin 2020, selon les paramètres disponibles en page suivante.

Figure 94 - Paramètres du bridage préventif en place en 2024 sur le parc éolien des Hauts de Melleray

Paramètres	Conditions
Éoliennes	Toutes les éoliennes
Périodes	1 ^{er} août au 31 octobre
Heures de nuit	Du coucher au lever du soleil
Vitesses de vent	Inférieure à 6 m/s
Températures	Supérieure à 10°C

Une étude d'altitude a été réalisée cette année et a montré que le bridage actuel a permis de protéger 40,6% (E1) et 29,1% (E3) des chiroptères rencontrés en altitude et 39,8% (E1) et 43,9% (E3) des noctules.

De plus, en raison d'une activité chiroptérologique globalement faible pour E1 et assez forte pour E3, des états de conservation des chauves-souris et du risque de collision mis en évidence entre les mois de juin et octobre (dont 2 pipistrelles indéterminées mortes en septembre et en octobre), réviser le bridage semble pertinent.

La différence d'activité entre les deux éoliennes suivies incite à réaliser des bridages différenciés par pool d'éolienne (E1+E2 et E3+E4). Cela permettrait de renforcer le bridage sur le pool dont l'habitat est le plus attractif (les boisements situés à proximité de E3 et E4 justifient probablement cette différence). Le plan de bridage proposé par JPEE ci-après, permettrait de couvrir l'activité des chiroptères de 50,0% pour E1 (Figure 96 - page 129) et de 62,7% pour E3 (Figure 97 - page 129) sur la période étudiée en 2024. Ce bridage permettrait de couvrir 71,9% (E1) et 75,5% (E3) de l'activité des Noctules communes.

Figure 95 - Proposition du nouveau plan de bridage

Paramètres	Conditions								
	E1 et E2				E3 et E4				
Éoliennes	Juillet		Août		Septembre		Octobre		
Périodes	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Heures de nuit	Du coucher à 2 heures avant le lever du soleil	Du coucher à 4 heures après le coucher du soleil	Du coucher à 5 heures après le coucher du soleil	Du coucher à 2 heures avant le lever du soleil	Du coucher à 4 heures après le coucher du soleil	Du coucher à 5 heures après le coucher du soleil			
Vitesses de vent	< 3 m/s	< 6,5 m/s	< 6 m/s	< 5 m/s	< 4 m/s	< 5 m/s	< 7 m/s	< 6 m/s	< 5 m/s
Températures	> à 15°C		> 13°C		> 11°C		> 15°C		> 13°C

Le tableau dressé ci-dessous expose les pourcentages d'activité préservée des espèces recensées sur le site selon les modalités de bridage précitées.

Figure 96 - Nombre de contacts protégés par espèce avec le plan de bridage proposé – E1

Espèce	Nombre de contacts détectés en 2024 du 13/03 au 15/11	Nombre de contacts protégés (pourcentage protégé)
Noctule commune	32	23 (71,9%)
Noctule de Leisler	67	35 (52,2%)
Noctule sp.	11	11 (100,0%)
Total noctules	110	69 (62,7%)
Noctule de Leisler/Sérotine commune	8	0 (0,0%)
Noctule sp./Sérotine sp.	13	2 (15,4%)
Pipistrelle commune	97	41 (42,3%)
Pipistrelle de Kuhl	5	1 (20,0%)
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	2	0 (0,0%)
Pipistrelle de Nathusius	9	9 (100,0%)
Total	244	122 (50,0%)

Figure 97 - Nombre de contacts protégés par espèce avec le plan de bridage proposé – E3

Espèce	Nombre de contacts détectés en 2024 du 13/03 au 15/11	Nombre de contacts protégés (pourcentage protégé)
Noctule commune	139	105 (75,5%)
Noctule de Leisler	99	70 (70,7%)
Noctule sp.	7	0 (0,0%)
Total noctules	245	175 (71,4%)
Noctule de Leisler/Sérotine commune	1	0 (0,0%)
Noctule sp./Sérotine sp.	10	4 (40,0%)
Pipistrelle commune	268	172 (64,2%)
Pipistrelle commune/Nathusius	11	10 (90,9%)
Pipistrelle de Kuhl	61	45 (73,8%)
Pipistrelle de Nathusius	96	25 (26,0%)
Pipistrelle pygmée	1	1 (100,0%)
Sérotine bicolore	7	7 (100,0%)
Total	700	439 (62,7%)

Il serait intéressant d'optimiser le bridage selon les données de 2024 du parc éolien des Hauts de Melleray, qui sera actif en 2025.

Sachant qu'un suivi en hauteur de l'activité des chiroptères aura lieu en 2025, il pourra être intéressant de réviser le bridage pour 2026 en prenant en compte les 2 années de suivis.

Maintien de l'entretien des plateformes

Afin de limiter l'attractivité des surfaces de surplomb des éoliennes, un entretien régulier via la fauche des végétaux qui s'y développent est fortement recommandé. La mesure est bien respectée et doit continuer à être mise en place. Ce fauchage devrait idéalement se dérouler avant la période de reproduction, avant la mi-mars. Il permettrait de dissuader les oiseaux potentiellement intéressés par ces zones de friches d'y installer leurs nids en les poussant à se rediriger vers des secteurs plus éloignés. Une nouvelle fauche vers le mois d'août pourrait également permettre de maintenir cette végétation spontanée rase et de demeurer intéressante pour la faune, et notamment les rapaces en pleine période de chasse pour nourrir leurs jeunes ainsi que les chiroptères en pleine période d'activité. Avant de réaliser cette fauche, il faut néanmoins s'assurer qu'aucune nidification n'est encore en cours dans les parcelles à entretenir.

À noter que cette mesure est déjà en place. Il est conseillé de la pérenniser.

CONCLUSION

CONCLUSION

Les résultats du suivi de mortalité pour 2024 confirment les prévisions de l'étude d'impact initiale ainsi que les données bibliographiques et les précédents suivis. Notons qu'aucun rapace n'a été retrouvé lors des passages sachant que plusieurs espèces de rapace avaient été contactées durant les passages d'inventaires dans le cadre du Repowering en 2023.

Concernant les oiseaux, 8 cas de mortalité ont été constatés en 2024, incluant des espèces communes comme le Pigeon ramier (5 cas) et le Roitelet à triple bandeau (1 cas), ainsi que des espèces patrimoniales quasi-menacées en France ou en région telles que le Faucon crécerelle (1 cas) et la Perdrix grise (1 cas). Ce nombre limité de mortalités, sans impact notable sur les cycles biologiques des espèces locales, suggère un faible impact du parc éolien sur l'avifaune. Notons la présence d'un canon effaroucheur en 2024 entre les éoliennes E3 et E4 le long du bosquet pouvant avoir augmenté les risques de collision de l'avifaune avec les éoliennes, notamment pour des Pigeons ramiers.

Les calculs projettent d'après HUSO, une mortalité de 8,65 oiseaux par éolienne entre les semaines 17 et 44 pour l'année 2024. Les données fournies par l'application EolApp se situent à 7,86 oiseaux par éolienne (HUSO, IC 95 % : 1,69–19,22). À noter cependant que les estimations présentées par les différents modèles utilisés projettent une plus forte mortalité que ce qui est observé en réalité, en raison de l'utilisation d'un indice de persistance des cadavres moyen en été/automne (2,38 jours). En effet, l'intervalle des passages est de 7 jours ce qui est supérieur à la durée de persistance des cadavres tests (moyenne : 4,13 jours). Les estimations de mortalité annuelles par éolienne pour les oiseaux restent faibles et indiquent un enjeu résiduel non significatif pour les populations des espèces recensées.

Les éoliennes E3 et E4 semblent être les plus accidentogènes avec respectivement 4 et 3 cadavres recensés. Les éoliennes situées à proximité d'un boisement, comme c'est le cas pour E3 et E4, peuvent présenter un risque de collision légèrement accru. Les éléments arborés environnants peuvent en effet offrir à de nombreuses espèces un abri, un lieu de nidification, ou tout simplement un endroit où se poser qui vont attirer les individus et les mettre potentiellement à porter des pales de l'éolienne.

Pour les chauves-souris, deux cas de mortalité de Pipistrelles indéterminées ont été observé en septembre et en octobre. Les pipistrelles sont les plus couramment impactées par le risque de barotraumatisme.

Les calculs projettent d'après HUSO, une mortalité de 2,81 chiroptères par éolienne entre les semaines 17 et 44 pour l'année 2024. Les données fournies par l'application EolApp se situent à 5,5 chiroptères par éolienne (HUSO, IC 95 % : 0 –17,49). Comme dit précédemment, l'utilisation d'indices de moins bonne qualité surestime légèrement les estimations. En effet, la durée de persistance des cadavres test (2,38 jours) est inférieure à l'intervalle des passages (7 jours). Les estimations de mortalité annuelles par éolienne pour les chiroptères restent faibles et indiquent un enjeu résiduel non significatif pour les populations des espèces recensées.

En conclusion, l'impact du parc éolien des Hauts de Melleray sur la faune volante, qu'il s'agisse d'oiseaux ou de chauves-souris, demeure limité. Le faible taux de mortalité observé et estimé par éolienne et par an valide l'efficacité des mesures d'atténuation mises en place. Il ne semble donc pas nécessaire de renouveler le suivi de mortalité en 2025.

Au vu des pourcentages d'activité protégées par espèce en 2024 avec le bridage en place, renouveler le suivi en altitude en 2025 permettra d'augmenter la base de données de suivi d'activité mais également de pallier les variations interannuelles de l'activité chiroptérologique. L'objectif étant de proposer, à l'issue de ces 2 années de suivis, un bridage robuste et actif en 2026 qui sera représentatif des conditions écologiques locales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2005. Les chauves-souris maîtresses de la nuit. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 268 p.

BAERWALD, E.F., D'AMOURS, G.H., KLUG B.J. & BARCLAY, R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. Curr Biol 18(16) :695-696.

BARATAUD M. 2012 – Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344p.

BARATAUD M., 2002, CD audio, Ballades dans l'inaudible – identification acoustique des chauves-souris de France. Edition Sittelle. Mens, 51p.

Bas Y, Kerbiriou C, Roemer C & Julien JF (2020, June) Bat population trends. Muséum national d'Histoire naturelle. Retrieved from <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/population-trends>

BROWN R., FERGUSON J., LAWRENCE M., LEES D., 1989, Reconnaître les plumes, les traces et les indices des oiseaux. Bordas, Paris, 232p.

DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMÉNAGEMENT ET DU LOGEMENT (DREAL) Centre-Val de Loire – Consultation du site internet pour répertorier les zones naturelles d'intérêt reconnu.

DREWITT, A.L. AND LANGSTON, R.H.W. (2006) Assessing the Impacts of Wind Farms on Birds. Ibis, 148, 29-42.

DÜRR T. (2023). - Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe - Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg
<http://www.lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.312579.de>

EUROBATS. Actualisation 2014. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens.

FITTER R., ROUX F., 1986. Guide des oiseaux. Reader's Digest. Paris, 493p.

GENSBOL B., 1984. Guide des rapaces diurnes. Delachaux et Niestlé. Lausanne, 383p.

HEINZEL H., FITTER R., PARSLAW J., 1985. Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen orient. Delachaux et Niestlé, Paris, 319p.

LPO Drôme (2010). Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes.

LPO Vendée (2013). Retour sur 10 années de suivi de mortalité en Vendée.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013. *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce.* MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

MNHN & OFB, INPN, 2022 – Liste rouge Européenne des espèces menacées.

MULLANEY K., SVENSSON L., ZETTERSTROM D., GRANT P.J., 1999. Le guide ornitho. Les guides du naturaliste. Delachaux et Niestlé, Paris, 388p.

RESEAU NATURA 2000 : Consultation du site internet pour répertorier les zones naturelles d'intérêt reconnu.

TISON J.-M. & DE FOUCAULT B. (coords), 2014. – *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope, Mèze, xx + 1196 p

IUCN France, MNHN & SHF (2009). La Liste rouge des espèces menacées en France. Paris, France.

IUCN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2016). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.

IUCN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

ANNEXES

ANNEXES

ANNEXE 1 – DEFINITION DES PERIMETRES DE PROTECTION ET D'INVENTAIRE DU PATRIMOINE NATUREL

Les périmètres de protection du patrimoine naturel

Les périmètres de protection du patrimoine naturel rassemblent les entités suivantes :

Arrêté de protection de biotope (APB)

Les articles L. 411-1 et L.411-2 du Code de l'environnement du 27 juillet 1990 donnent aux préfets de département le pouvoir de fixer des mesures réglementaires spécifiques pour permettre la conservation des biotopes nécessaires à la survie d'espèces protégées. Généralement, cela concerne des territoires restreints.

Conservatoires d'espaces naturels (CEN)

Les conservatoires d'espaces naturels (CEN) ont pour objectif la protection, la gestion et la sensibilisation de certains sites en faveur de la biodiversité. Certains de ces terrains sont acquis par les CEN.



Espace naturel sensible (ENS)

Les espaces naturels sensibles (ENS) ont pour objectif de préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et des champs d'expansion des crues et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels, mais également d'aménager ces espaces pour être ouverts au public, sauf exception justifiée par la fragilité du milieu naturel.



Parc naturel national (PNN)

En France, le territoire de tout ou partie d'une ou plusieurs communes peut être classé par décret en Conseil d'État en parc naturel national (PNN) lorsque la conservation de la faune, de la flore, du sol, du sous-sol, de l'atmosphère, des eaux et, en général, d'un milieu naturel présente un intérêt spécial et qu'il importe de préserver ce milieu contre tout effet de dégradation naturelle et de le soustraire à toute intervention artificielle susceptible d'en altérer l'aspect, la composition et l'évolution.



Parc naturel régional (PNR)

Les parcs naturels régionaux (PNR) s'orientent vers une politique de protection de l'environnement, d'aménagement du territoire, de développement économique et social, d'éducation et de formation du public et constituent un cadre privilégié des actions menées par les collectivités publiques en faveur de la préservation des paysages et du patrimoine naturel et culturel.



Réserve naturelle (nationale - RNN et régionale - RNR)

Une réserve naturelle est une partie du territoire où la conservation de la faune, de la flore, du sol, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles et, en général, du milieu naturel présente une importance particulière. Il convient de soustraire ce territoire à toute intervention artificielle susceptible de le dégrader. On distingue les réserves naturelles nationales (RNN), et les réserves naturelles régionales (RNR).



Leur gestion est confiée à des associations de protection de la nature dont les conservatoires d'espaces naturels, à des établissements publics (parcs nationaux, Office national des forêts...) et à des collectivités locales (communes, groupements de communes, syndicats mixtes...). Un plan de gestion, rédigé par l'organisme gestionnaire de la réserve pour cinq ans, prévoit les objectifs et les moyens à mettre en œuvre sur le terrain afin d'entretenir ou de restaurer les milieux.

Réserve de biosphère (RB)

À travers le Réseau mondial des réserves de biosphère, l'UNESCO et son programme « MAB » (« Man and the Biosphere ») promeuvent l'expérimentation et l'illustration de pratiques de développement durable à des échelles régionales. L'objectif est d'améliorer les relations entre l'Homme et la Nature.



Dans ce cadre, une réserve de biosphère (RB) est une partie du territoire dédiée à l'apprentissage autour de la thématique du développement durable : elle concilie la conservation de la biodiversité et son utilisation durable, en prenant en compte les contextes écologiques, sociaux et économiques du territoire.

Sites Natura 2000 : zone spéciale de conservation (ZSC) et zone de protection spéciale (ZPS)

La Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 dite Directive « Habitats-Faune-Flore » prévoit la création d'un réseau écologique européen de zones spéciales de conservation (ZSC) qui, associées aux zones de protection spéciales (ZPS) désignées en application de la Directive « Oiseaux », forment le réseau Natura 2000.



Les ZSC sont désignées à partir des sites d'importance communautaire (SIC) proposés par les états membres et adoptés par la Commission européenne, tandis que les ZPS sont définies à partir des zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO).

Zones conventionnelles Ramsar

La convention Ramsar est un traité international adopté le 2 février 1971 pour la conservation et l'utilisation durable des zones humides, qui vise à enrayer leur dégradation ou disparition, en reconnaissant leurs fonctions écologiques, ainsi que leur valeur économique, culturelle, scientifique et récréative.



Les espaces inventoriés au titre du patrimoine naturel

Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)

Le programme ZNIEFF a été initié, en 1982, par le ministère de l'Environnement. Il a pour objectif d'identifier et de décrire les zones de notre territoire qui présentent un intérêt biologique et/ou écologique. Cet inventaire constitue, aujourd'hui, un outil de connaissance majeur qui sert de base à la politique de protection de la nature.



Deux types de zones sont définis :

- Les zones de type I : secteurs de superficie, en général, limitée et caractérisée par leur intérêt biologique remarquable ;
- Les zones de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités importantes.

ANNEXE 2 – DETAILS DES PASSAGES

Thème d'étude	Période des passages	Date du passage	Missions	Conditions météorologiques	Expert
Période printanière	Du 26 avril au 10 mai 2024	26/04/2024	Recherche de cadavres	Vent : 12 km/h Nébulosité : 100 % Température : 10°C	Mael FLORENTIN
		03/05/2024	Recherche de cadavres	Vent : 18 - 20 km/h Nébulosité : 10 – 50 % Température : 10 – 15 °C	Mael FLORENTIN
		10/05/2024	Recherche de cadavres	Vent : 17 – 18 km/h Nébulosité : 20 - 25 % Température : 17 – 21 °C	Teddy SAUVÉE
Période estivale	Du 17 mai au 26 juillet 2024	17/05/2024	Recherche de cadavres	Vent : 9 km/h Nébulosité : 50 – 60 % Température : 11 – 18 °C	Mael FLORENTIN
		25/05/2024	Recherche de cadavres	Vent : 6 - 10 km/h Nébulosité : 60 – 100 % Température : 17 – 18 °C	Coline VIALA
		28/05/2024	Dépôt des cadavres tests	-	Mael FLORENTIN
		29/05/2024	Contrôle de la persistance des cadavres	-	Teddy SAUVÉE
		30/05/2024	Contrôle de la persistance des cadavres Test observateur	-	Mael FLORENTIN
		31/05/2024	Recherche de cadavres Contrôle de la persistance des cadavres	Vent : 20 – 21 km/h Nébulosité : 100 % Température : 14 – 15 °C	Mael FLORENTIN

Thème d'étude	Période des passages	Date du passage	Missions	Conditions météorologiques	Expert
		03/06/2024	Contrôle de la persistance des cadavres	-	Chloé DARCHIS
		07/06/2024	Recherche de cadavres Contrôle de la persistance des cadavres	Vent : 5 – 6 km/h Nébulosité : 0 % Température : 13 – 16 °C	Chloé DARCHIS
		14/06/2024	Recherche de cadavres	Vent : 5 – 8 km/h Nébulosité : 95 – 100 % Température : 16 – 18 °C	Teddy SAUVÉE
		21/06/2024	Recherche de cadavres	Vent : 23 – 38 km/h Nébulosité : 90 - 95 % Température : 14 – 18 °C	Teddy SAUVÉE
		28/06/2024	Recherche de cadavres	Vent : 8 - 9 km/h Nébulosité : 40 - 50 % Température : 16 – 20 °C	Teddy SAUVÉE
		05/07/2024	Recherche de cadavres	Vent : 19 km/h Nébulosité : 60 - 80 % Température : 18 – 22 °C	Apoline CLER
		12/07/2024	Recherche de cadavres	Vent : 13 – 16 km/h Nébulosité : 100 % Température : 13 – 16 °C	Mael FLORENTIN
		19/07/2024	Recherche de cadavres	Vent : 4 km /h Nébulosité : 50 % Température : 26 – 32 °C	Mael FLORENTIN
		26/07/2024	Recherche de cadavres	Vent : 3 – 15 km/h Nébulosité : 100 % Température : 19°C	Mael FLORENTIN
Période automnale	Du 2 août au 31 octobre 2024	02/08/2024	Recherche de cadavres	Vent : 8 – 9 km/h Nébulosité : 70 – 100 %	Mael FLORENTIN

Thème d'étude	Période des passages	Date du passage	Missions	Conditions météorologiques	Expert
				Température : 21 – 26 °C	
		09/08/2024	Recherche de cadavres	Vent : 17 – 20 km/h Nébulosité : 5 – 80 % Température : 20 – 24 °C	Mael FLORENTIN
		16/08/2024	Recherche de cadavres	Vent : 15 – 17 km/h Nébulosité : 100 % Température : 18 – 22 °C	Apoline CLER
		23/08/2024	Recherche de cadavres	Vent : 18 – 30 km/h Nébulosité : 100 % Température : 17 – 21 °C	Mael FLORENTIN
		30/08/2024	Recherche de cadavres	Vent : 14 – 16 km/h Nébulosité : 100 % Température : 14 – 16 °C	Mael FLORENTIN
		06/09/2024	Recherche de cadavres	Vent : 9 – 13 km/h Nébulosité : 40 – 85 % Température : 14 – 21 °C	Mael FLORENTIN
		10/09/2024	Dépôt des cadavres test	-	Mael FLORENTIN
		11/09/2024	Contrôle de la persistance des cadavres	-	Chloé DARCHIS
		12/09/2024	Contrôle de la persistance des cadavres	-	Mattéo POINTUD-WADE
		13/09/2024	Recherche de cadavres Contrôle de la persistance des cadavres Test observateur	Vent : 15 - 18 km/h Nébulosité : 80 – 90 % Température : 9 – 16 °C	Mael FLORENTIN
		16/09/2024	Contrôle de la persistance des cadavres	-	Mael FLORENTIN
		20/09/2024	Recherche de cadavres Contrôle de la persistance des cadavres	Vent : 12 - 13 km/h Nébulosité : 60 – 100 % Température : 14 – 18 °C	Mattéo POINTUD-WADE

Thème d'étude	Période des passages	Date du passage	Missions	Conditions météorologiques	Expert
		27/09/2024	Recherche de cadavres	Vent : 28 - 34 km/h Nébulosité : 40 – 50 % Température : 12 – 14 °C	Chloé DARCHIS
		04/10/2024	Recherche de cadavres	Vent : 10 - 12 km/h Nébulosité : 10 % Température : 5 – 11°C	Chloé DARCHIS
		11/10/2024	Recherche de cadavres	Vent : 11 – 15 km/h Nébulosité : 100 % Température : 9 - 11 °C	Mael FLORENTIN
		18/12/2024	Recherche de cadavres	Vent : 10 - 20 km/h Nébulosité : 100 % Température : 12 – 13 °C	Mael FLORENTIN
		25/10/2024	Recherche de cadavres	Vent : 14 – 16 km/h Nébulosité : 60 - 100 % Température : 12 – 15 °C	Mael FLORENTIN
		31/10/2024	Recherche de cadavres	Vent : 12 – 13 km/h Nébulosité : 100% Température : 10 – 11 °C	Mattéo POINTUD-WADE

ANNEXE 3 – PRÉSENTATION DE L'EQUIPE INTERVENANTE

Qualification / Domaine d'intervention	Agent	Expérience – Formation
Envol Environnement		
Directeur d'agence Coordinateur de l'étude	Thibaut BOURGET	15 ans d'expérience – Master Génie écologique
Assistante chargée de projets Rédaction de l'étude	Chloé MARTIN	2 ans d'expérience – Master Biodiversité,
Chargée d'études Analyse des écoutes en continu à hauteur de nacelle	Léa RENAUDIN	2 ans d'expérience – Master Biodiversité des Écosystèmes Tropicaux
Chargé d'études Référent suivis post-implantations	Dylan VEAU	3 ans d'expérience – BTS GPN
Techniciens Expertises de terrain	Mael Florentin	3 ans d'expérience – BTS GPN
	Chloé DARCHIS	1 an d'expérience – BTS GPN
	Teddy SAUVÉE	1 an d'expérience – BTS GPN
	Coline VIALA	1 an d'expérience – Master Environnement et Droit
	Apoline CLER	1 an d'expérience – BTS GPN
	Mattéo POINTUD-WADE	1 an d'expérience – BTS GPN

ANNEXE 4 – RAPPEL DE BIOLOGIE SUR LES CHIROPTERES

Du fait de leurs mœurs nocturnes, les chauves-souris sont des animaux mal connus, craints, mal aimés voire hannis. Appartenant aux mammifères, leur corps est couvert de poils, elles sont vivipares et allaitent leurs petits.

Les chauves-souris forment l'ordre des Chiroptères (*Chiroptera*). Avec plus de 1 000 espèces connues dans le monde, elles représentent un quart des espèces de Mammifères connus et forment donc le second ordre le plus important de la classe des Mammifères (en termes de nombre d'espèces), après celui des Rongeurs (*Rodentia*). L'ordre des Chiroptères est subdivisé en deux sous-ordres : les Mégachiroptères et les Microchiroptères. Un sous-ordre fossile existe également, les Eochiroptères.

Les chiroptères présentent une grande diversité de formes et de mœurs, qui s'explique par le nombre élevé d'espèces différentes et leur large aire de répartition géographique. Quelques éléments relatifs à cette diversité peuvent être cités :

- La plus petite des chiroptères, le Kitti à nez de porc (*Craseonycteris thonglongyai*) a été découverte en Thaïlande en 1973. Elle pèse deux grammes et mesure environ trente millimètres, ce qui signifie qu'elle n'est pas plus grande que notre pouce. C'est l'un des plus petits mammifères au monde. À l'opposé, les plus grands chiroptères, pèsent près d'un kilogramme et atteignent 1,70 mètre d'envergure. Ce sont des espèces qui appartiennent au sous-ordre des Mégachiroptères et aux genres *Pteropus* et *Rousettus*, qui se retrouvent en Indonésie et qui sont communément désignées sous le nom de Kalong.
- Les régimes alimentaires varient selon les espèces et les latitudes, elles peuvent consommer du pollen, du nectar, des fruits, des insectes, de petits vertébrés, des poissons, du sang...
- Tandis que certaines espèces vivent en colonies, lesquelles peuvent comptabiliser jusqu'à des centaines de milliers d'individus, d'autres préfèrent la solitude. Toutefois, toutes les espèces ont toutes une vie sociale évoluée. Grâce à la technique du baguage, il a été montré que certaines espèces peuvent se déplacer sur plus de mille kilomètres, tandis que d'autres sont plutôt sédentaires.

En Europe, il existe 39 espèces de chiroptères., toutes insectivores. Elles appartiennent au sous-ordre des Microchiroptères et sont regroupées en quatre familles (Miniopteridae, Molossidae, Rhinolophidae et Vespertilionidae). Ces espèces sont adaptées aux conditions climatiques particulières de nos régions tempérées.

En France métropolitaine, 36 espèces sont recensées.

L'écholocation

Un caractère remarquable des chiroptères est leur faculté à se mouvoir dans l'obscurité totale. Ils se déplacent et chassent la nuit grâce à un système d'orientation actif : l'écholocation. Leur larynx produit des cris suraigus, sous forme d'ondes ultrasonores, dont la fréquence est caractéristique à chaque espèce. Ces ondes sont émises par les narines ou la bouche. Réfléchies par les objets présents dans l'environnement, elles sont en retour captées par les oreilles et donnent au cerveau une vision « acoustique » très précise du milieu dans lequel l'animal se déplace en vol. Cette écholocation permet aux individus de s'orienter et de chasser leurs proies sans le concours de leur vue. Malgré cela, et contrairement à une croyance répandue, les chiroptères ont des yeux fonctionnels.

Développé depuis quelques dizaines de millions d'années par les chiroptères, ce système d'orientation acoustique est également utilisé par d'autres espèces comme les dauphins. Il n'a été mis en évidence par les scientifiques qu'à la fin des années 1930.

Les cris émis par les chiroptères pour se diriger sont distincts des cris sociaux, lesquels sont utilisés pour communiquer entre individus. En général, ces cris sociaux sont émis à des fréquences assez basses, ce qui leur confère une plus grande portée. De plus, ils sont très modulés, ce qui leur permet de véhiculer une grande quantité d'informations.

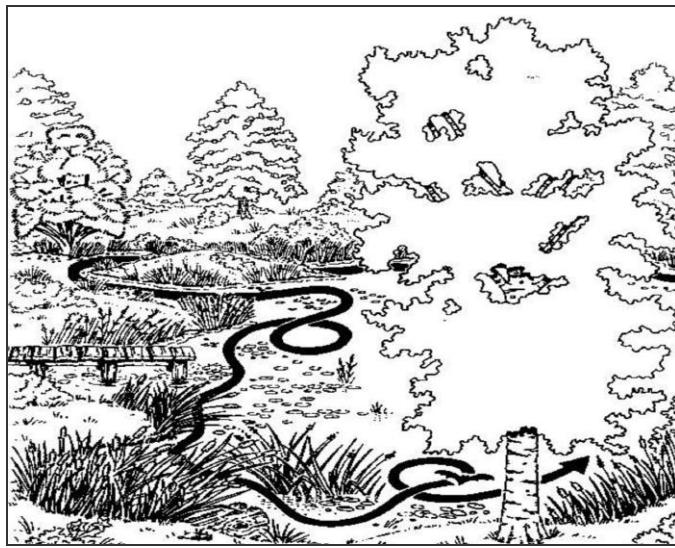


La chasse et l'alimentation

Toutes les espèces européennes sont insectivores. Leur dentition est composée de longues canines pointues, qui leur permettent de maintenir les proies, et de molaires denticulées, aptes à broyer la chitine de l'exosquelette des insectes. La formule dentaire est d'ailleurs très importante pour l'identification des espèces.

Grands chasseurs d'insectes, les chiroptères sont le pendant nocturne des oiseaux insectivores (martinets, hirondelles, gobemouches, fauvettes...) et de nombreuses études ont démontré l'importance de leur prédation nocturne. Il a été calculé qu'un seul individu était capable de capturer, par nuit de chasse, un poids d'insectes équivalent à un tiers du sien, soit, suivant l'espèce, de deux à dix grammes de proies. Ainsi, sur une saison de chasse, qui correspond en moyenne à cent jours d'activité, chaque individu, selon l'espèce, peut prélever de 200 grammes à un kilogramme d'insectes.

Le milieu de chasse varie suivant les espèces. Certaines, ubiquistes, chassent aussi bien en forêt qu'autour des lampadaires en ville, alors tandis que d'autres sont inféodées à un habitat bien défini. Chaque individu a généralement plusieurs zones de chasse qu'il fréquente au cours d'une même nuit ou d'une nuit à l'autre. Pour les espèces les plus exigeantes, telles que le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), ces terrains doivent être reliés à leur et interconnectés entre eux par des corridors écologiques nettement délimités par des structures linéaires comme les haies, les ripisylves ou les lisières.



Les chiroptères restent fortement liés aux éléments relais (bosquets, haies, arbres isolés, lisières etc.) lors de leurs transits.

Les modes de chasse des chiroptères varient selon les différentes espèces. Certaines capturent les insectes en vol en se servant de leurs ailes ou de leur uropatagium (membrane reliant les pattes et incluant la queue) comme d'une épuisette. D'autres les attrapent directement avec la gueule ou les glanent au sol ou sur le feuillage. Des espèces peuvent également « pêcher » les insectes posés à la surface des étangs et des rivières. Enfin, occasionnellement, quelques chiroptères pratiquent la chasse à l'affût (position immobile depuis une haie par exemple). C'est notamment le cas des femelles en fin de gestation qui économisent ainsi leur énergie.

Les chiroptères chassent tout au long de la nuit avec des périodes d'activité entrecoupées de phases de repos. Pour ces pauses, les individus utilisent des gîtes nocturnes particuliers ou retournent au gîte diurne principal, comme les femelles allaitantes qui reviennent pour nourrir leur petit. Généralement, le niveau de l'activité chiroptérologique est maximal dans les quatre premières heures de la nuit. Celle-ci décroît ensuite mais s'intensifie à nouveau dans les deux heures précédant l'aube, avant le retour au gîte pour le repos diurne.

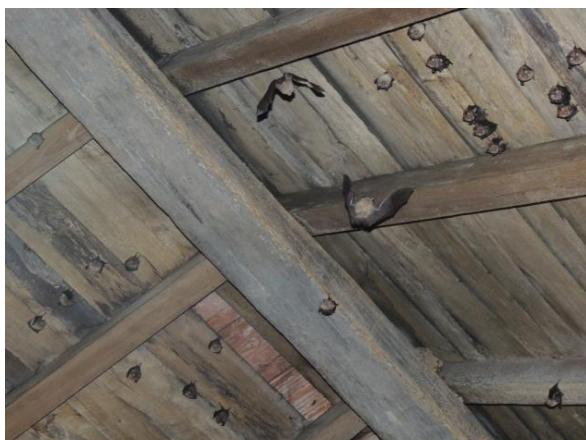
Les phases biorythmiques

Le transit de printemps

Aux premiers beaux jours, dès le retour de l'activité des insectes, les chiroptères de nos régions sortent de leur repos hivernal et quittent leurs quartiers d'hiver. Ils reprennent leurs vols de chasse. Ayant perdu près d'un tiers de leur poids pendant l'hibernation, ils ingurgitent d'énormes quantités d'insectes. Puis, progressivement, les chauves-souris regagnent leur gîte d'été. Les mâles se dispersent tandis que les femelles se réunissent en colonies de « mise-bas » aussi appelées « nurseries ». Durant cette période de transit, les gîtes ne sont occupés que temporairement. Ils sont choisis en fonction de la température extérieure.

L'occupation des nurseries en période estivale

La durée du développement embryonnaire dépend fortement des conditions climatiques. Les femelles gestantes peuvent présenter des périodes de léthargie lors d'un printemps froid, ce qui retarde d'autant la mise-bas. La gestation, qui dure normalement trois semaines, sera alors plus longue. Les femelles mettent au monde un seul petit, parfois deux pour certaines espèces. Les jeunes, nus et aveugles, s'accrochent fortement à leur mère. Les soins maternels durent de trois à six semaines, selon les espèces et les conditions climatiques de la saison. Dans nos régions, l'émancipation se produit en général au mois d'août.



Colonne de reproduction de Petits Rhinolophes dans le grenier d'une bâtie abandonnée



Colonne reproductrice d'Oreillard roux dans la charpente d'un grenier

Source : ENVOL ENVIRONNEMENT

Le transit d'automne

À la fin de l'été, les femelles rejoignent les mâles pour l'accouplement et un nouveau cycle de reproduction commence. La fécondation est différée au printemps. Cette remarquable adaptation offre un maximum de chances de survie à la femelle et à son petit. Chez certaines espèces, la période d'accouplement peut se prolonger jusqu'au début du printemps.

L'hibernation

Le régime strictement insectivore impose aux chauves-souris de nos régions des stratégies adaptatives particulières. La plupart des espèces se réfugie en hiver dans des sites souterrains où elles hibernent jusqu'au retour de la belle saison. Les chauves-souris fonctionnent à l'économie d'énergie. Elles ont la capacité d'abaisser leur température corporelle jusqu'au niveau du milieu ambiant ou presque. Cela ralentit leur métabolisme en limitant la consommation des réserves de graisse. Cette léthargie hivernale n'est pas un phénomène continu : elle est interrompue par quelques réveils permettant de chercher un point d'accrochage plus favorable d'un point de vue microclimatique, voire de chasser à l'extérieur lors d'un redoux.



Grappes de Petits Rhinolophes en hibernation



Grands Murins se préparant à hiberner dans l'interstice d'un mur d'une ancienne carrière calcaire

Source : ENVOL ENVIRONNEMENT

La migration

En Europe, plusieurs espèces réalisent de grands trajets migratoires au printemps et en automne. Ces espèces se reproduisent dans le nord-est du continent et séjournent en hiver dans les contrées du sud-ouest où le climat est plus doux. Les chauves-souris migratrices sont principalement la Noctule commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine bicolore.

L'essaimage ou « swarming »

À la fin de l'été et durant une grande partie de l'automne, des individus de certaines espèces se retrouvent en très grand nombre autour des entrées de sites souterrains. Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer ce comportement : manifestations nuptiales en vue d'un brassage génétique, échange d'informations sur les sites d'hibernation...

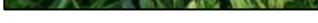
ANNEXE 5 – FICHE DE DECOUVERTE DE CAS DE MORTALITE

Cadavre n°1 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE	
NOM DU PARC ÉOLIEN : Les Hauts-de-Melleray	
Nom du découvreur et date : le 26/04/2024, Mael FLORENTIN	

Localisation du cadavre :	
Éolienne concernée : E3	
Type de milieu : Friche	
Direction par rapport au mat : Sud-Ouest	
Distance du mat de l'éolienne la plus proche du cadavre : 12 m	
Description du cadavre :	
Espèce : Pigeon ramier	
Sexe : Indéterminé	
Stade (juvénile, adulte) : Adulte	
État de l'individu :	<input type="checkbox"/> Entier <input type="checkbox"/> Coupé <input checked="" type="checkbox"/> Fragments
	<input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Quelques vers <input type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction) <input type="checkbox"/> Sec
Cause présumée de la mort :	<input checked="" type="checkbox"/> Collision par pale <input type="checkbox"/> Barotraumatisme
	<input type="checkbox"/> Autre (chasse animale, humaine, voiture...)
Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :	

Cadavre n°2 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE		
NOM DU PARC ÉOLIEN : Les Hauts-de-Melleray		
Nom du découvreur et date : le 26/04/2024, Mael FLORENTIN		
Localisation du cadavre : Éolienne concernée : E3 Type de milieu : Friche Direction par rapport au mat : Sud-est Distance du mat de l'éolienne la plus proche du cadavre : 52 m		
Description du cadavre : Espèce : Pigeon ramier Sexe : Indéterminé Stade (juvénile, adulte) : Adulte		
État de l'individu :	<input type="checkbox"/> Entier <input type="checkbox"/> Coupé <input type="checkbox"/> Fragments <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Quelques vers <input type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction) <input checked="" type="checkbox"/> Sec	
Cause présumée de la mort :	<input checked="" type="checkbox"/> Collision par pale <input type="checkbox"/> Barotraumatisme <input type="checkbox"/> Autre (chasse animale, humaine, voiture...)	
Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :		

Cadavre n°3 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE		
NOM DU PARC ÉOLIEN : Les Hauts-de-Melleray		
Nom du découvreur et date : le 26/04/2024, Mael FLORENTIN		
Localisation du cadavre :		
Éolienne concernée : E4		
Type de milieu : Labour		
Direction par rapport au mat : Sud-ouest		
Distance du mat de l'éolienne la plus proche du cadavre : 70 m		
Description du cadavre :		
Espèce : Pigeon ramier		
Sexe : Indéterminé		
Stade (juvénile, adulte) : Adulte		
		
État de l'individu : <input type="checkbox"/> Entier <input type="checkbox"/> Coupé <input checked="" type="checkbox"/> Fragments		
<input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Quelques vers <input type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction) <input type="checkbox"/> Sec		
Cause présumée de la mort : <input checked="" type="checkbox"/> Collision par pale <input type="checkbox"/> Barotraumatisme		
<input type="checkbox"/> Autre (chasse animale, humaine, voiture...)		
Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :		

Cadavre n°4 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE

NOM DU PARC ÉOLIEN : Les Hauts-de-Melleray

Nom du découvreur et date : le 26/04/2024, Mael FLORENTIN

Localisation du cadavre :

Éolienne concernée : E4

Type de milieu : Labour

Direction par rapport au mat : Ouest

Distance du mat de l'éolienne

la plus proche du cadavre : 13 m



Description du cadavre :

Espèce : Pigeon ramier

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Adulte

État de l'individu :

Entier

Coupé

Fragments

Frais

Quelques vers

Décomposé (putréfaction)

Sec

Cause présumée de la mort :

Collision par pale Barotraumatisme

Autre (chasse animale, humaine, voiture...)

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :

Mangé en parti par les corbeaux ; Canon effaroucheur dans le champ

Cadavre n°5 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE

NOM DU PARC ÉOLIEN : Les Hauts-de-Melleray

Nom du découvreur et date : le 28/06/2024, Teddy SAUVÉE

Localisation du cadavre :

Éolienne concernée : E3

Type de milieu : Chaume Orge

Direction par rapport au mat : Sud-est

Distance du mat de l'éolienne
la plus proche du cadavre : 48 m



Description du cadavre :

Espèce : Pigeon ramier

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

État de l'individu :

Entier Coupé Fragments

Frais Quelques vers Décomposé (putréfaction) Sec

Cause présumée de la mort :

Collision par pale Barotraumatisme

Autre (chasse animale, humaine, voiture...)

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :

Tas de plumes, cadavre prédaté.

Cadavre n°6 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE

NOM DU PARC ÉOLIEN : Hauts-De-Melleray

Nom du découvreur et date : le 02/08/2024, Mael FLORENTIN

Localisation du cadavre :

Éolienne concernée : E4

Type de milieu : Chaume orge

Direction par rapport au mat : Nord-est

Distance du mat de l'éolienne

la plus proche du cadavre : 18 m



Description du cadavre :

Espèce : Perdrix grise

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Adulte

État de l'individu :

- | | | | | | |
|--------------------------|--------|--------------------------|---------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Entier | <input type="checkbox"/> | Coupé | <input checked="" type="checkbox"/> | Fragments |
| <input type="checkbox"/> | Frais | <input type="checkbox"/> | Quelques vers | <input type="checkbox"/> | Décomposé (putréfaction) |
| | | | | <input type="checkbox"/> | Sec |

Cause présumée de la mort :

- | | | | |
|-------------------------------------|---|--------------------------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Collision par pale | <input type="checkbox"/> | Barotraumatisme |
| <input type="checkbox"/> | Autre (chasse animale, humaine, voiture...) | | |

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :

Cadavre ancien, décomposé. Manque le crâne et une aile ; hanche fracturée.

Cadavre n°7 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE

NOM DU PARC ÉOLIEN : Hauts-de-Melleray

Nom du découvreur et date : le 23/08/2024, Mael FLORENTIN

Localisation du cadavre :

Éolienne concernée : E2

Type de milieu : Labour

Direction par rapport au mat : Sud-est

Distance du mat de l'éolienne

la plus proche du cadavre : 41 m



Description du cadavre :

Espèce : Faucon crécerelle

Sexe : Mâle

Stade (juvénile, adulte) : Adulte

État de l'individu :

- | | | | | | |
|--------------------------|--------|--------------------------|---------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Entier | <input type="checkbox"/> | Coupé | <input type="checkbox"/> | Fragments |
| <input type="checkbox"/> | Frais | <input type="checkbox"/> | Quelques vers | <input checked="" type="checkbox"/> | Décomposé (putréfaction) |
| | | | | <input type="checkbox"/> | Sec |

Cause présumée de la mort :

- | | | | |
|-------------------------------------|---|--------------------------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Collision par pale | <input type="checkbox"/> | Barotraumatisme |
| <input type="checkbox"/> | Autre (chasse animale, humaine, voiture...) | | |

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :

Cadavre ancien, décomposé

Cadavre n°8 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE

NOM DU PARC ÉOLIEN : Hauts-de-Melleray

Nom du découvreur et date : le 20/09/2024, Matteo Pointud Wade

Localisation du cadavre :

Éolienne concernée : E1

Type de milieu : Plateforme

Direction par rapport au mat : Ouest

Distance du mat de l'éolienne

la plus proche du cadavre : 22 m



Description du cadavre :

Espèce : Pipistrelle sp.

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

État de l'individu :

Entier

Coupé

Fragments

Frais

Quelques vers

Décomposé (putréfaction)

Sec

Cause présumée de la mort :

Collision par pale

Barotraumatisme

Autre (chasse animale, humaine, voiture...)

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :

Cadavre n°9 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE

NOM DU PARC ÉOLIEN : Hauts-de-Melleray

Nom du découvreur et date : le 25/10/2024, Mael Florentin

Localisation du cadavre :

Éolienne concernée : E2

Type de milieu : Plateforme

Direction par rapport au mat : Ouest

Distance du mat de l'éolienne

la plus proche du cadavre : 6 m



Description du cadavre :

Espèce : Roitelet triple bandeau

Sexe : Mâle

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

État de l'individu :

Entier

Coupé

Fragments

Frais

Quelques vers

Décomposé (putréfaction)

Sec

Cause présumée de la mort :

Collision par pale

Barotraumatisme

Autre (chasse animale, humaine, voiture...)

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :

Cadavre n°10 :

FICHE DE MORTALITÉ STANDARDISÉE

NOM DU PARC ÉOLIEN : Hauts-de-Melleray

Nom du découvreur et date : le 31/10/2024, Matteo Pointud Wade

Localisation du cadavre :

Éolienne concernée : E3

Type de milieu : Labour

Direction par rapport au mat : Sud

Distance du mat de l'éolienne

la plus proche du cadavre : 29 m



Description du cadavre :

Espèce : Pipistrelle sp,

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

État de l'individu :

Entier

Coupé

Fragments

Frais

Quelques vers

Décomposé (putréfaction)

Sec

Cause présumée de la mort :

Collision par pale

Barotraumatisme

Autre (chasse animale, humaine, voiture...)

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires :

Cadavre en très mauvais état