

Suivi post-implantation du parc éolien Douves des Epinettes - Retiers (35)

Suivi post-implantation du parc éolien



ENVOL
ENVIRONNEMENT

FICHE CONTRÔLE QUALITÉ

LE PROJET	Libellé mission	Suivi post-implantation du parc éolien Douves des Epinettes - Retiers (35) - Année 2024
MAÎTRE D'OUVRAGE	Destinataire du rapport	Energiequelle
	Coordonnées	Julien LEON Val d'Orson - Rue du Pré Long 35770 Vern-sur-Seiche Mail : jleon@energiequelle.fr
ENVOL ENVIRONNEMENT	Coordonnées	ENVOL ENVIRONNEMENT BRETAGNE s.guingand@envol-environnement.fr 138 rue Alain Gerbault 56000 VANNES www.envol-environnement.fr 
	Référence devis	Proposition méthodologique et financière du 22 décembre 2023
	Chef de projet	Sophie GUINGAND
	Référence du projet	PJ2401-0405
	Version	Document du 30 janvier 2024

SOMMAIRE

FICHE CONTRÔLE QUALITÉ	2
SOMMAIRE	3
LISTE DES CARTES	5
LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES PRINCIPAUX ACRONYMES UTILISÉS	7
INTRODUCTION	9
PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET MISE EN CONTEXTE	11
1. Contexte réglementaire.....	11
1.1. Cadre légal national.....	11
1.2. Cadre légal du parc éolien étudié.....	11
2. Présentation générale du par étudié.....	12
3. Rappel du contexte écologique.....	16
4. Données de l'état initial.....	18
5. Données du premier suivi post-implantation réglementaire (2017).....	18
5.1. Suivi mortalité.....	18
5.2. Conclusion.....	19
6. Données des suivis réalisés en 2022.....	19
6.1. Suivi post implantation de l'activité des chiroptères sur nacelle.....	19
6.2. Suivi mortalité avifaune et chiroptères.....	19
MÉTHODE GÉNÉRALE	22
1. Notion de patrimonialité.....	22
2. Notion de sensibilité.....	24
3. Hiérarchisation des catégories.....	24
ÉTUDE DE L'ASSOLEMENT	26
1. Méthodologie d'inventaire des habitats.....	26
2. Description des habitats.....	26
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.....	37
3. Limites du suivi de mortalité.....	41
4. Résultats des expertises de terrain.....	41
4.1. Bilan des cadavres observés.....	41
4.2. Estimation de la mortalité.....	45
5. Analyse des résultats et discussion.....	49
5.1. Analyse des cas de mortalité observés.....	49
5.2. Analyse des résultats des tests.....	55
5.3. Analyse des calculs de mortalité.....	57
6. 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. Détermination spécifique à partir des signaux bruts.....	67
2.2. Traitement des données spécifiques.....	68
3. Résultats complets sur toute la période d'Étude.....	70
3.1. Résultats de l'activité chiroptérologique au niveau du rotor durant les transits printaniers.....	74

3.2. Résultats de l'activité chiroptérologique au niveau du rotor durant la mise-bas	76
3.3. Résultats de l'activité chiroptérologique au niveau du rotor durant les transits automnaux	78
4. Synthèse des sensibilités	80
4.1. Niveaux d'activité par nuit.....	80
4.2. Niveaux de sensibilité par espèce et par période	81
5. Corrélation de l'activité enregistrée au niveau de l'éolienne avec les principaux facteurs extérieurs	83
5.1. La vitesse de vent	83
5.2. La température.....	84
5.3. Le mois.....	85
5.4. L'heure de la nuit	87
6. Vérification de l'efficacité du bridage et amélioration	89
6.1. Bridage actif en 2024.....	89
6.2. Nombre de contacts protégés par le bridage 2024	89
6.3. Synthèse des données relatives à l'activité CHIROPTEROLOGIQUE au niveau du rotor.....	91
DISCUSSION ET MESURES CORRECTIVES	94
1. Comparaison entre les données de mortalité et les écoutes chiroptérologique.....	94
2. Comparaison avec les résultats de l'état initial.....	95
2.1. Flore.....	95
2.2. Avifaune	95
2.3. Chiroptères.....	95
3. Discussion sur les résultats de mortalité	95
4. Effets résiduels sur les espèces impactées	96
4.1. Avifaune	96
4.2. Chiroptères.....	97
4.3. Synthèse.....	97
5. Réflexion sur les mesures correctives.....	97
CONCLUSION.....	103
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	104
ANNEXES.....	107
Annexe 1 – Définition des périmètres de protection et d'inventaire du patrimoine naturel.....	107
Annexe 2 – Présentation de l'équipe intervenante.....	110
Annexe 3 – Rappel de biologie sur les chiroptères	111
Annexe 4 – Méthodologie de traitement des signaux ultrasoniques	116
Annexe 5 – Limites de l'étude chiroptérologique.....	119
Annexe 6 – Fiche de découverte de cas de mortalité	120

LISTE DES CARTES

Carte 1 - Présentation des éoliennes suivies – IGN SCAN25	13
Carte 2 - Présentation des éoliennes suivies – BD ORTHO	14
Carte 3 - Localisation des parcs éoliens environnants au sein de l'aire d'étude éloignée (20 km)	15
Carte 4 - Zones naturelles à proximité du parc éolien	17
Carte 5 - Cartographie des habitats présents sous les éoliennes E1 à E4	27
Carte 6 - Cartographie des habitats présents sous l'éolienne E5	28
Carte 7 - Aires de contrôle autour des éoliennes	34
Carte 8 - Localisation des cadavres découverts	43
Carte 9 - Localisation des cadavres découverts	44
Carte 10 - Localisation des éoliennes équipées d'un batlogger	65

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Principales caractéristiques du parc éolien suivi	12
Figure 2 - Plan de bridage préconisé lors suivi 2022 et appliqué à partir du 1 ^{er} mars 2023	20
Figure 3 - Hiérarchisation des niveaux d'enjeux, de sensibilités et d'impacts	24
Figure 4 - Pourcentages d'occupation de chaque habitat au sein de la surface de prospection	26
Figure 5 - Calendrier des passages de prospection	31
Figure 6 - Illustration d'une aire de contrôle et des transects parcourus autour d'une éolienne	33
Figure 7 - Calcul des durées de persistance par éolienne	37
Figure 8 - Calcul des durées de persistance par éolienne	38
Figure 9 - Surfaces prospectées autour des éoliennes	39
Figure 10 - Résultats des recherches de cadavres	42
Figure 11 - Résultats des estimations de mortalité avifaune (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)	45
Figure 12 - Résultats des estimations de mortalité chiroptères (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)	46
Figure 13 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny	47
Figure 14 - Résultats des estimations de mortalité avifaune- plateforme Shiny	47
Figure 15 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny	48
Figure 16 - Résultats des estimations de mortalité chiroptères - plateforme Shiny	48
Figure 17 - Estimations de mortalité (en nombre de cadavres/période) pour le parc entier	48
Figure 18 - Résultats des estimations de mortalité par taxon	48
Figure 19 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraîne des collisions	49
Figure 20 - Statut des espèces d'oiseaux retrouvés lors du suivi de mortalité	51
Figure 21 - Cas de mortalité pour chaque espèce découverte (Source : T.Dürr, 2023)	52
Figure 22 - Cas de mortalité en France – Les espèces les plus impactées (Dürr, 2023)	52
Figure 23 - Cas de mortalité dans l'ouest de la France entre 2010 et 2019 – Oiseaux (Ouest'Am 2020)	53
Figure 24 - Statut des espèces de chiroptères retrouvés lors du suivi de mortalité	53
Figure 25 - Cas de mortalité pour chaque espèce découverte (Source : T.Dürr, 2023)	54
Figure 26 - Cas de mortalité en France – Chiroptères (Dürr, 2023)	54
Figure 27 - Cas de mortalité dans l'Ouest de la France entre 2010 et 2019 – Chiroptères (Ouest'Am, 2020)	55
Figure 28 - Phénologie des découvertes de cadavres	58
Figure 29 - Distribution temporelle de découverte des cadavres (Source : G. Marx, 2017)	58
Figure 30 - Mortalité globale d'après HUSO	60
Figure 31 - Estimation de mortalité pour l'ensemble de la période étudiée	60
Figure 32 - Calendrier des durées d'échantillonnage sur E3 selon les phases étudiées	66
Figure 33 - Inventaire complet des espèces enregistrées par le BATLOGGER au niveau de l'éolienne E3	70
Figure 34 - Répartition saisonnière du nombre de contacts bruts au niveau du rotor	71
Figure 35 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit)	72
Figure 36 - Répartition mensuelle de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit)	73
Figure 37 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit) – Transits printaniers 2024	74

Figure 38 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique après la tombée de la nuit au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers 2024	74
Figure 39 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la vitesse du vent au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers 2024.....	75
Figure 40 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers 2024.....	75
Figure 41 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit) – Mise-bas 2024	76
Figure 42 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique après la tombée de la nuit au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas 2024	76
Figure 43 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la vitesse du vent au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas 2024	77
Figure 44 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas 2024	77
Figure 45 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit) – Transits automnaux 2024.....	78
Figure 46 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique après la tombée de la nuit au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux 2024	78
Figure 47 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la vitesse du vent au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux 2024.....	79
Figure 48 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux 2024.....	79
Figure 49 - Nombre de nuits d'échantillonnage	80
Figure 50 - Nombre de nuit d'activité par niveau d'activité et par saison toutes espèces confondues	80
Figure 51 - Synthèse des cas de mortalité de chiroptères en France (T.Dürr, août 2023).....	81
Figure 52 - Sensibilité à la collision estimée par espèce et par saison.....	81
Figure 53 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent (en nombre de contacts)	83
Figure 54 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent	83
Figure 55 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures (en nombre de contacts)	84
Figure 56 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures	84
Figure 57 - Nombre de contacts enregistrés en fonction du mois d'écoute	85
Figure 58 - Distribution mensuelle des cas de mortalité des chiroptères (GMB)	85
Figure 59 - Distribution mensuelle des cas de mortalité de la Noctule commune (GMB).....	86
Figure 60 - Distribution mensuelle des cas de mortalité de la Pipistrelle de Nathusius (GMB)	86
Figure 61 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit	87
Figure 62 - Cycle circadien d'après les données 2024.....	88
Figure 63 - Plan de bridage mis en place en 2023	89
Figure 64 - Nombre de contacts et nombre de contacts protégés par le bridage du 01/03 au 31/10 2024	89
Figure 65 - Nombre de contacts protégés par le bridage par espèce en 2024	90
Figure 66 - Activité chiroptérologique au niveau du rotor de l'éolienne en corrélation avec la découverte de cadavres	94
Figure 67 - Influence des différents indices sur les projections calculées	96
Figure 68 - Espèces d'oiseaux impactées	96
Figure 69 - Espèce de chauve-souris impactée	97
Figure 70 - Photographie des zones à entretenir (E3, mai 2024)	98
Figure 71 - Photographie des perchoirs potentiels (E1, mai 2024)	99
Figure 72 - Intensité d'activité en fonction de l'intensité d'émission de l'espèce	118

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 Parc éolien Douves des Epinettes SAS a sollicité le bureau d'études ENVOL ENVIRONNEMENT pour réaliser le suivi environnemental du parc éolien de Douves des Epinettes après 13 ans d'exploitation.

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 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, il est nécessaire d'évaluer les impacts réels d'un parc dans les 3 années qui suivent sa mise en service, puis tous les 10 ans.

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 revue en 2017 et la version finale (à ce jour) a été approuvée en 2018. Le 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.

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

1.2. CADRE LEGAL DU PARC EOLIEN ETUDIE

L'état initial du parc éolien Douves des Epinettes date de 2007. La mise en service du parc date de 2011. Un premier suivi post-implantation a été réalisé en 2017 et 2022 par le bureau d'études AEPE Gingko.

La présente étude expose donc les résultats du troisième suivi environnemental après la mise en service et l'application du plan de bridage préconisé en 2022. Celui-ci 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.

La méthodologie suivie répond aux exigences du guide de suivi des parcs éoliens terrestres paru en 2018.

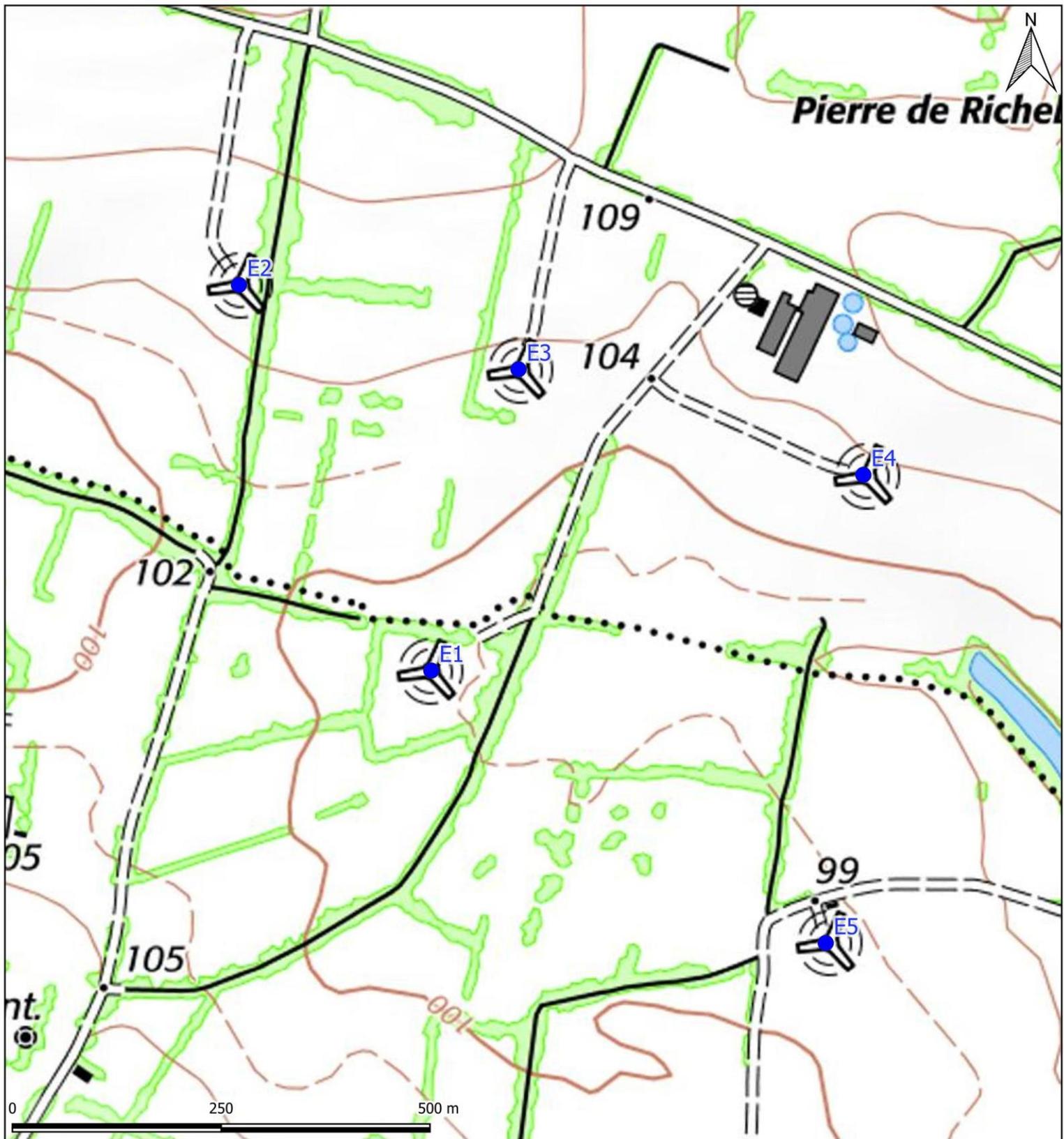
2. PRESENTATION GENERALE DU PAR ETUDIE

Le parc éolien Douves des Epinettes se situe dans le département de l'Ille-et-Vilaine (35), en région Bretagne. Situé à 4,7 kilomètres au sud-est de Retiers (35), il concerne le territoire de la commune de Retiers et Martigné-Ferchaud.

Figure 1 - Principales caractéristiques du parc éolien suivi	
Année de mise en service	2011
Nombre de machine	5
Type de machine	Enercon E70/2300
Hauteur totale maximale	134 m
Hauteur du moyeu	99 m
Longueur maximale d'une pale	35 m
Diamètre du rotor	70 m
Puissance nominale d'une éolienne	2,3 MW

Le parc est composé de 5 machines.

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



Carte 1 - Présentation des éoliennes suivies – IGN SCAN25

LEGENDE

Aires d'étude :

- Eolienne

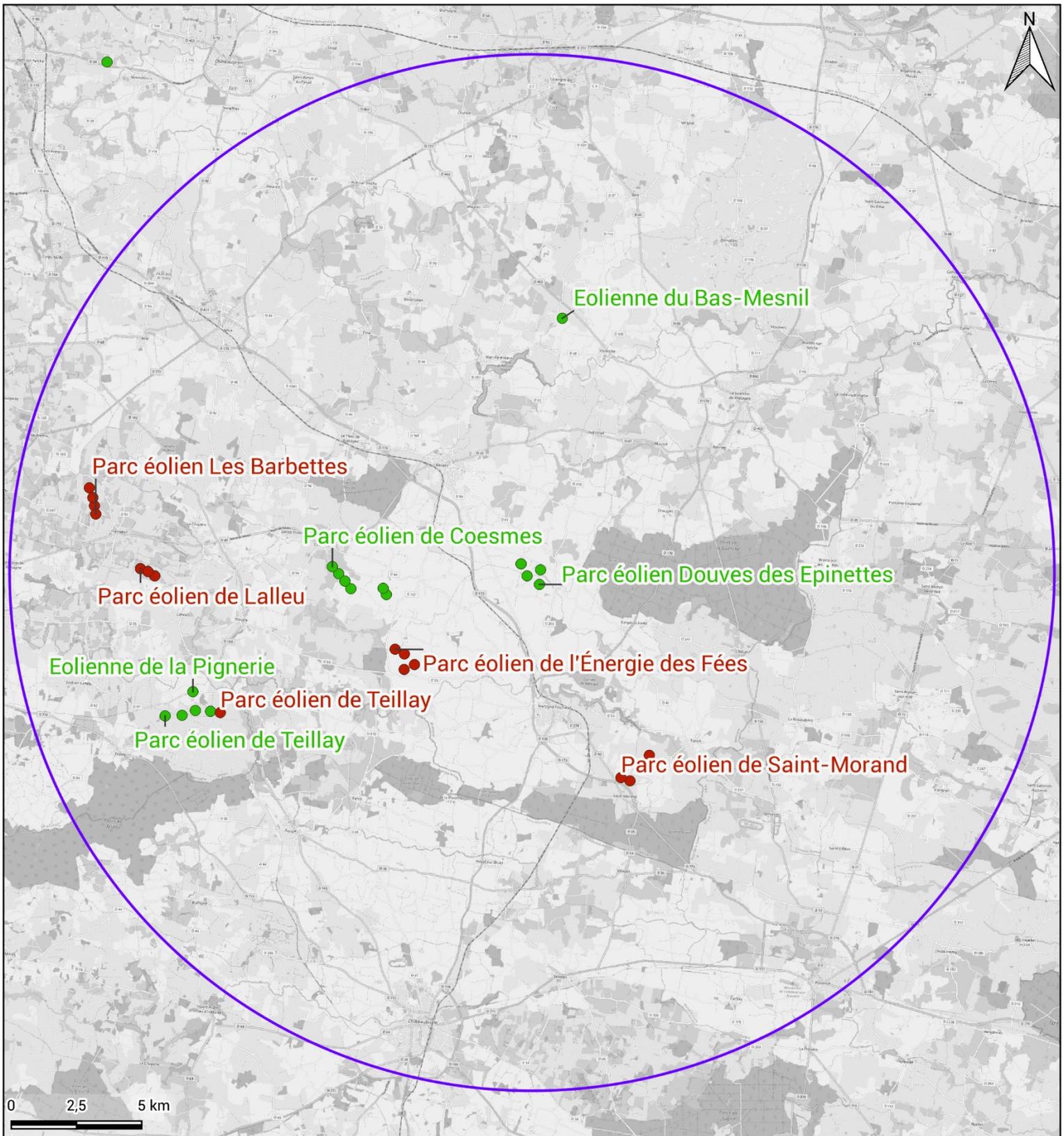


Carte 2 - Présentation des éoliennes suivies - BD ORTHO

LEGENDE

Aires d'étude :

- Eolienne



Carte 3 - Localisation des parcs éoliens environnants au sein de l'aire d'étude éloignée (20 km)

LEGENDE

Parc éolien suivi :

 Aire d'étude éloignée (20 km)

Parc éolien :

 Construit

 Non construit

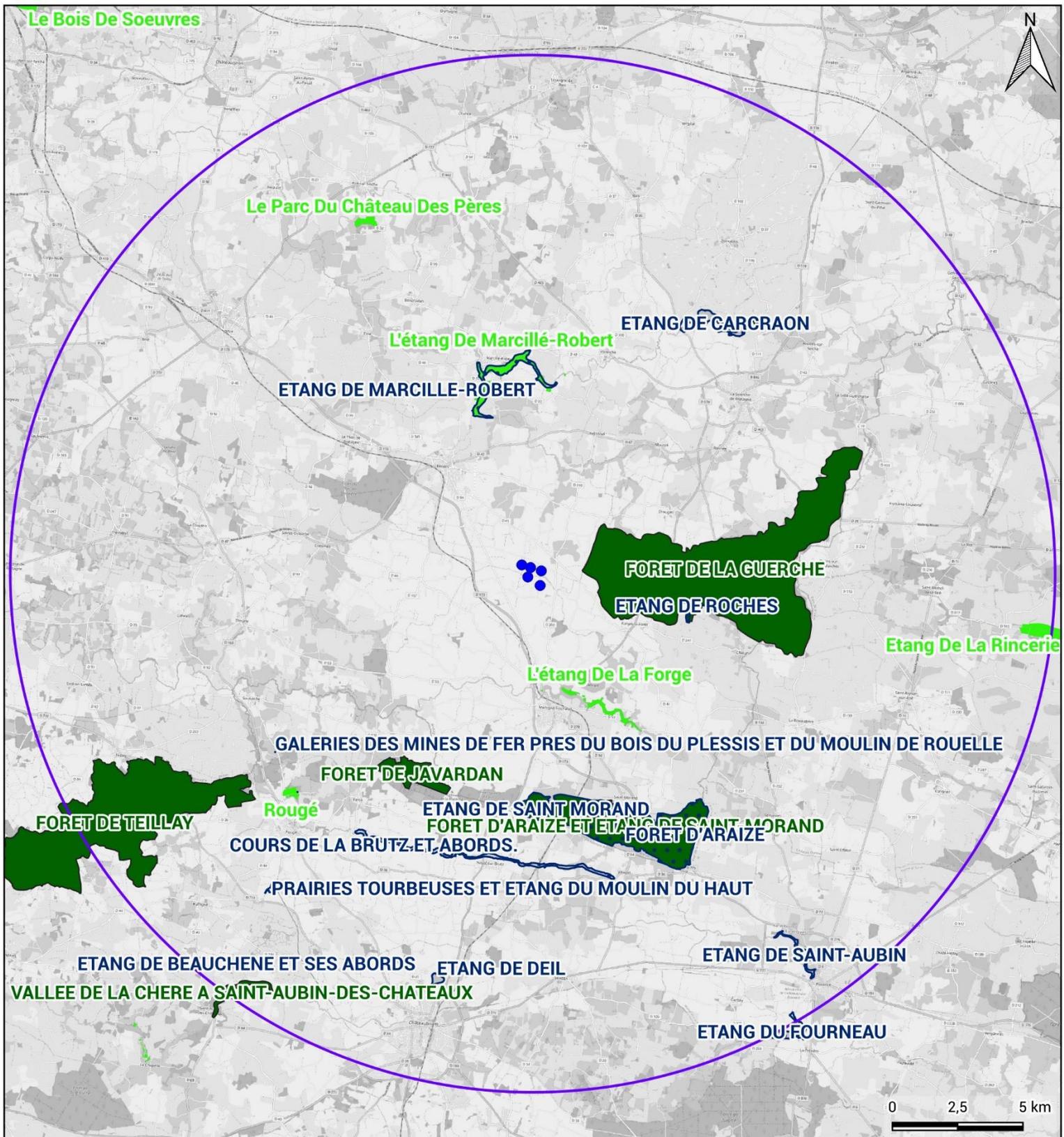
D'après la carte précédente, le parc éolien le plus proche des éoliennes suivies se situe à environ 5,2 km à l'ouest. Il s'agit du parc éolien de Coësmes, en service.

3. RAPPEL DU CONTEXTE ECOLOGIQUE

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

- L'ENS FR4700757 « L'étang de la Forge » situé à 3,88 km au sud ;
- La ZNIEFF de type I 530009893 « Étang de Roches » située à 5,5 kilomètres à l'est ;
- La ZNIEFF de type I 530005975 « Étang de Marcillé-Robert » située à 5,7 kilomètres au nord ;
- La ZNIEFF de type II 530006459 « Forêt de la Guerche » située à moins de 1,5 kilomètres à l'est ;
- La ZNIEFF de type II 530009828 « Forêt d'Araize et étang de Saint-Morand » située à 7,8 kilomètres au sud ;
- La ZNIEFF de type II 520120009 « Forêt de Javardan » située à 7,9 kilomètres au sud.

La carte 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 suivi :

 Aire d'étude éloignée (20 km)

 Eolienne

Zones naturelles

 ZNIEFF de type I

 ZNIEFF de type II

 Espace naturel sensible

4. DONNEES DE L'ETAT INITIAL

Les enjeux et impacts potentiels définis lors de l'étude d'impact (P&T Technologie SAS, 2007) du projet sont les suivants :

- Aucun impact sur les habitats d'intérêt biologique ;
- Risque d'impact pour les oiseaux protégés lors de la phase terrassement surtout si cela concerne le défrichage de haie → risque réduit par la période à laquelle sera réalisé les travaux ;
- Risque de collision pour les oiseaux faible hormis lors de conditions climatiques particulières ;
- Impact non significatif pour les chiroptères.

5. DONNEES DU PREMIER SUIVI POST-IMPLANTATION REGLEMENTAIRE (2017)

5.1. SUIVI MORTALITE

Le suivi mortalité a consisté en la réalisation de 31 passages réalisés de fin mars à fin octobre 2016. Le phasage réalisé :

- Période d'activité des chiroptères (et des oiseaux) : 31 campagnes entre fin mars et fin octobre.

Trois oiseaux et quatre chiroptères ont été retrouvés morts, la mortalité observée peut donc être qualifiée de faible. Ont été retrouvés :

- Un Martinet noir sous E4 le 12/07/2016 ;
- Un Merle noir sous E3 le 20/09/2016 ;
- Un Passereau sp. sous E4 le 27/09/2016 ;
- Une Pipistrelle sp. sous E3 le 20/09/2016 ;
- Un Chiroptère sp. sous E3 le 13/09/2016 ;
- Une Pipistrelle de Kuhl sous E5 le 13/09/2016 ;
- Une Pipistrelle sp. sous E2 le 20/09/2016.

Pour les trois oiseaux, l'impact résiduel peut être qualifié de très faible. Les espèces concernées ne présentent pas d'enjeu de conservation par rapport à leurs populations locales et à plus grande échelle (source : AEPE Gingko, 2017).

Pour les chiroptères, les espèces impactées, et le très faible nombre de cadavre retrouvé ne remet pas en cause l'état de conservation des populations de chiroptères présentes à l'échelle locale. Les impacts résiduels du parc éolien sur les chauves-souris sont donc très faibles.

La mortalité supposée est comprise entre 0 et 2,14 oiseaux et 0 à 1,5 chiroptères par éolienne et par an ce qui constitue des chiffres relativement modérés.

5.2. CONCLUSION

Le suivi de mortalité, bien que de faible intensité, a permis la découverte de trois oiseaux et quatre chiroptères. Cet impact est qualifié de faible à très faible par le bureau d'étude AEPE Gingko (2017) qui conclut que les impacts résiduels du parc éolien sur les chauves-souris sont donc très faibles, et n'engendre pas de mesure de réduction spécifique à mettre en place, au même titre que les oiseaux.

6. DONNEES DES SUIVIS REALISES EN 2022

6.1. SUIVI POST IMPLANTATION DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES SUR NACELLE

L'installation de l'enregistreur automatisé des ultrasons a été effectuée sur plus de 7 mois, du 1^{er} avril au 1^{er} novembre 2022, au niveau de l'éolienne E3. Le suivi permet de couvrir l'ensemble de la période d'activité des chauves-souris dans ce contexte biogéographique, soit la période printanière, la période estivale et la période automnale.

Un total de six espèces de chiroptères a été contacté avec plusieurs espèces présentant des statuts de conservation défavorables. Il s'agit d'espèces connues pour voler en altitude et pour lesquelles des cas de mortalité sur les parcs éoliens sont régulièrement rapportés. Le suivi d'activité en hauteur de l'éolienne E3 (avril à novembre) a mis en avant une activité de 769 contacts dont 71 % de pipistrelles : Pipistrelle commune (42 %), Pipistrelle de Kuhl (26 %) et Pipistrelle de Nathusius, moins représentée avec 3 %. La Noctule commune est également bien présente avec une part de 17 % des contacts et 11 % pour la Noctule de Leisler. Cette activité peut être considérée comme modérée à l'échelle d'une année. Plus de 95 % des contacts sont enregistrés lorsque les vitesses de vent sont inférieures à 8 mètres secondes ou lorsque la température est supérieure à 15°C. La majorité des contacts sont enregistrés en début de nuit.

6.2. SUIVI MORTALITE AVIFAUNE ET CHIROPTERES

De la semaine 20 à la semaine 43, 22 passages ont été réalisés, soit du 18 mai au 26 octobre 2022, dans le cadre du protocole de suivi des parcs éoliens de 2018.

À l'issue de 22 passages réalisés entre le 18 mai et le 26 octobre 2022, deux cadavres de chiroptères ont été retrouvés au pied des éoliennes du parc de Doves des Epinettes. Il s'agit d'une Pipistrelle indéterminée et d'une Pipistrelle commune, toutes deux retrouvées sous l'éolienne E1.

A la suite du suivi 2022, le plan de bridage suivant est proposé sur les éoliennes, à mettre en œuvre dès le 1^{er} mars 2023.

Figure 2 - Plan de bridage préconisé lors suivi 2022 et appliqué à partir du 1 ^{er} mars 2023								
	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Vent (m/s)	< 5	< 5	< 7	< 7	< 7	< 7	< 7	< 6,5
Température (°C)	> 12°C	> 13°C	>13°C	> 14°C	> 15°C	> 15°C	> 14°C	> 13°C
Heure après CS	« +0 à +6 heures »	« +0 à +6 heures »	« +0 à +6 heures »	« +0 à +6,5 heures »	« +0 à +6 heures »	« +0 à +8 heures »	« +0 à +7 heures »	« +0 à +8,5 heures »
% couverture activité 2022	100%	100%	74%	82%	80%	86%	95%	86%
Pluviométrie	≤ 5 mm/h (ou ≤0,83 mm/min)							

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 des 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 des 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 des 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 des 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.

3. HIERARCHISATION DES CATEGORIES

Pour les notions d'enjeux, de sensibilités et d'impacts, une hiérarchisation est appliquée de la manière suivante :

Niveaux	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort
---------	-----	-------------	--------	--------	------	-----------

Dans le cadre de cette étude, au sens de l'article R122-5 du Code de l'environnement, les impacts résiduels "suffisamment caractérisés" (de niveaux "modéré", "fort" et "très fort" selon l'approche méthodologique d'ENVOL ENVIRONNEMENT et après application des mesures d'évitement et de réduction) seront de nature à déclencher une démarche de compensation, conformément à la doctrine ERC.

ÉTUDE DES HABITATS NATURELS

ÉTUDE DE L'ASSOLEMENT

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).

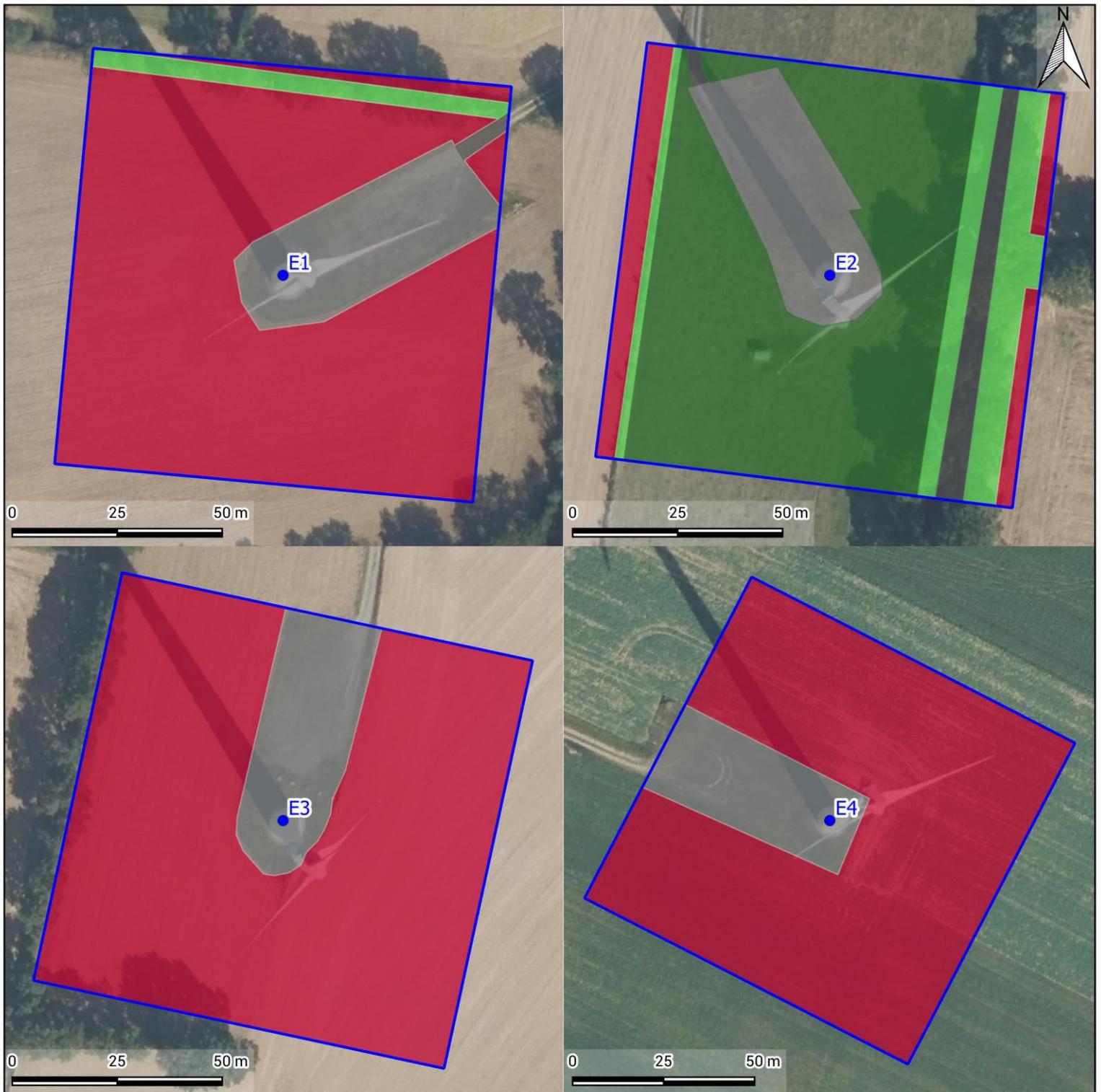
2. DESCRIPTION DES HABITATS

Les surfaces de recherches ont majoritairement été concernées par des cultures de blé, et de maïs, le reste étant occupé par les plateformes, les chemins d'accès 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 4 - Pourcentages d'occupation de chaque habitat au sein de la surface de prospection

Habitats (Eunis)	Pourcentage occupé dans la zone de surplomb				
	E1	E2	E3	E4	E5
Plateformes d'éoliennes et chemins (EUNIS mal défini)	15,2%	20,2%	13,3%	14,0%	12,9%
Prairie	-	56,2%	-	-	-
Haie	4,2%	14,9%	-	-	-
Monocultures intensives (1.1.)	Blé	80,6%	-	86,7%	-
	Maïs	-	8,7%	-	86,0%

Les surfaces de recherches sont majoritairement concernées par des **cultures de blé, maïs et prairie**. Le reste est occupé par les plateformes, les chemins d'accès, les haies et les prairies. Aucun habitat déterminant n'a été identifié dans la zone de recherche.



Carte 5 - Cartographie des habitats présents sous les éoliennes E1 à E4

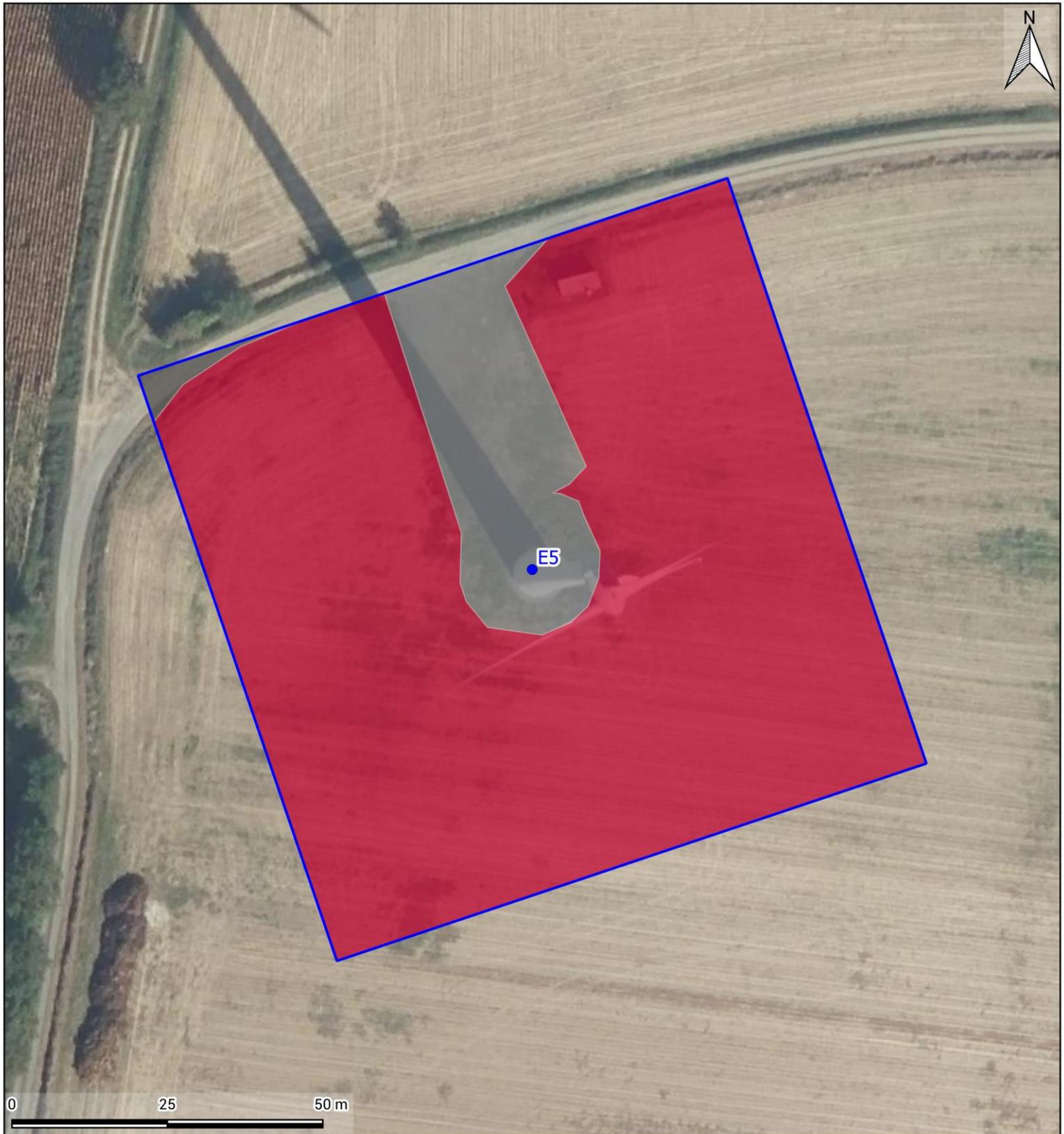
LEGENDE

Aires d'étude :

- Eolienne
- Prospection

Habitat

- Culture
- Haie
- Prairie
- Plateforme
- Chemin



Carte 6 - Cartographie des habitats présents sous l'éolienne E5

LEGENDE

Aires d'étude :

- Eolienne
- Prospection

Habitat

- Culture
- Haie
- Prairie
- Chemin
- Plateforme



Photographie prise sous E1 le 12 juin 2024 –
Plateforme



Photographie prise sous E2 le 24 juillet 2024 -
Plateforme



Photographie prise sous E3 le 10 juillet 2024 –
Plateforme



Photographie prise sous E4 le 26 septembre 2024 –
Plateforme et haie



Photographie prise sous E5 le 21 octobre 2024 –
Plateforme

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 5 mars et le 29 octobre 2024 (soit entre la semaine n°10 et la semaine n°44) pour un total de 35 journées de prospection auxquelles se sont ajoutés des jours de contrôle de la persistance des cadavres.

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

Figure 5 - Calendrier des passages de prospection

Thèmes d'étude	Période des passages	Intervalle moyen entre 2 passages	Nombre de passages	Date du passage	Expert	Conditions météorologiques
Période printanière	Du 5 mars au 31 mai 2024	6,46 jours	13 passages	05/03/2024	Laura MENOUD ; Amicie D'AUGUSTIN	20 km/h NO ; 80 % ; 10°C
				13/03/2024	Amicie D'AUGUSTIN	17 km/h SSO ; 90 % ; 9°C
				20/03/2024	Amicie D'AUGUSTIN	6 km/h NE ; 70 % ; 9°C
				27/03/2027	Amicie D'AUGUSTIN	22 km/h S ; 50 puis 100 % + pluie ; 6°C
				03/04/2024	Amicie D'AUGUSTIN	26 km/h SE ; 100 % ; 12°C
				10/04/2024	Amicie D'AUGUSTIN	18 km/h SO ; 100 % 16°C
				16/04/2024	Amicie D'AUGUSTIN	18 km/h O ; 100 % ; 12°C
				23/04/2024	Laura MENOUD ; Amicie D'AUGUSTIN	5 km/h ; 50 % ; 5°C
				30/04/2024	Amicie D'AUGUSTIN	20 km/h S ; 5 % ; 19°C
				07/05/2024	Amicie D'AUGUSTIN	20 km/h S ; 100 % ; 12°C
				14/05/2024	Amicie D'AUGUSTIN	21 km/h SSO ; 100 % ; 12°C
				23/05/2024	Amicie D'AUGUSTIN	11 km/h SO ; 60 % ; 14°C
				28/05/2024	Amicie D'AUGUSTIN	19 km/h NO ; 100 % ; 14°C
Période estivale	Du 1 ^{er} juin au 14 août 2024	6,55 jours	11 passages	03/06/2024	Amicie D'AUGUSTIN	6 km/h NO ; 5 % ; 17°C
				12/06/2024	Amicie D'AUGUSTIN	7 km/h NO ; 5 % ; 14°C
				19/06/2024	Amicie D'AUGUSTIN	14 km/h NE ; 100 % + pluie ; 16°C
				26/06/2024	Amicie D'AUGUSTIN	5 km/h NO ; 20 % ; 17°C
				03/07/2024	Amicie D'AUGUSTIN	13 km/h SO ; 80 % ; 16°C
				10/07/2024	Amicie D'AUGUSTIN	16 km/h SO ; 85 % ; 18°C
				17/07/2024	Amicie D'AUGUSTIN	6 km/h NE ; 90 % ; 18°C
				24/07/2024	Amicie D'AUGUSTIN ; Louis SIX-DUGARDIN	4 km/h N ; 90 % ; 18°C
				31/07/2024	Louis SIX-DUGARDIN	7 km/h SE ; 45 % ; 24°C
07/08/2024	Louis SIX-DUGARDIN	7 km/h O ; 0 ; 16°C				

Figure 5 - Calendrier des passages de prospection

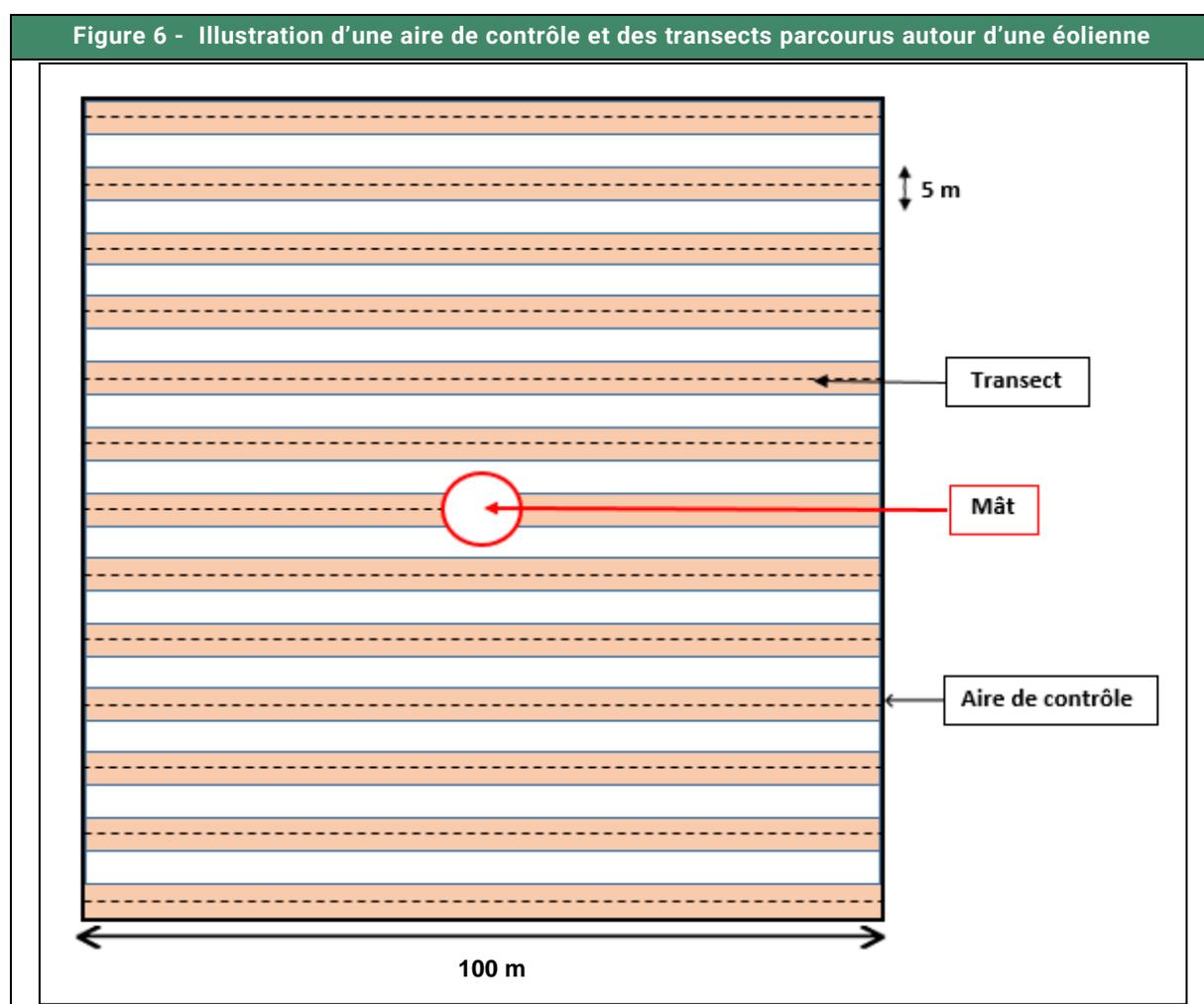
Thèmes d'étude	Période des passages	Intervalle moyen entre 2 passages	Nombre de passages	Date du passage	Expert	Conditions météorologiques
Période estivale				14/08/2024	Louis SIX-DUGARDIN	10 km/h SO ; 70 % ; 19°C
Période automnale	Du 15 août au 31 octobre 2024	6,27 jours	11 passages	21/08/2024	Louis SIX-DUGARDIN	10 km/h SO ; 3 % ; 12°C
				28/08/2024	Louis SIX-DUGARDIN	11 km/h SO ; 3 ; 20°C
				04/09/2024	Louis SIX-DUGARDIN	7 km/h SO ; 55% ; 17°C
				11/09/2024	Louis SIX-DUGARDIN	15 km/h SO ; 25% ; 13°C
				19/09/2024	Louis SIX-DUGARDIN	18 km/h SO ; 0% ; 18°C
				26/09/2024	Amicie D'AUGUSTIN	25 km/h SO ; 20% ; 19°C
				01/10/2024	Raphaël QUEVAL	8 km/h ; 75% ; 14°C
				08/10/2024	Raphaël QUEVAL	21km/h ; 100% ; 16°C
				17/10/2024	Amicie D'AUGUSTIN	6 km/h SO ; 90% ; 13°C
				21/10/2024	Mewen LE PALLEC	9 km/h NO ; 100% ; 15°C
				29/10/2024	Amicie D'AUGUSTIN	5 km/h SE ; 100 % ; 11°C

2.1.2. Surfaces et transects de prospection

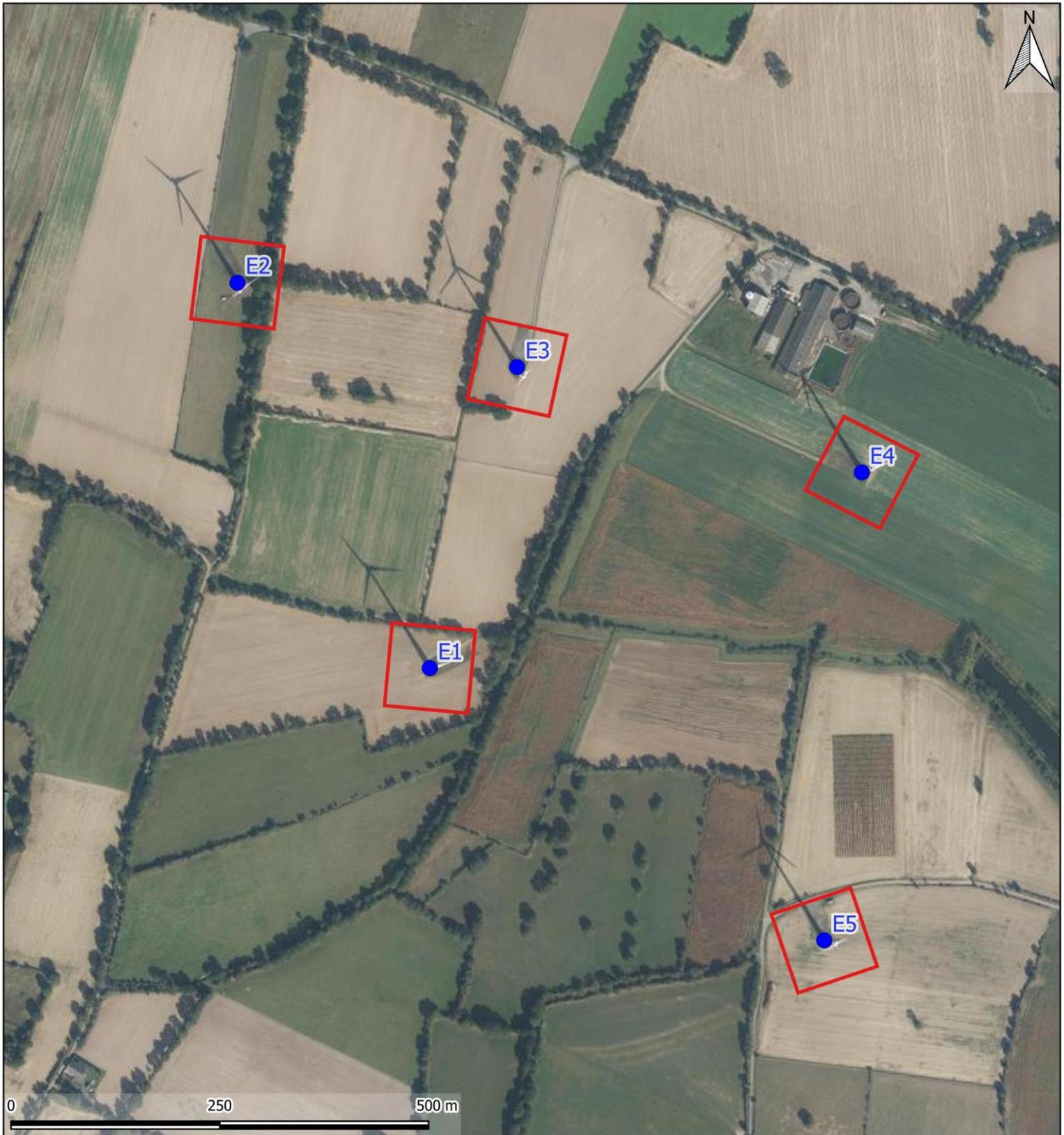
L'étude de la mortalité s'est traduite par des recherches à vue autour des éoliennes. Le protocole appliqué a été celui préconisé dans le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018, à savoir réaliser des transects de prospection d'un minimum de 100 mètres ou, en cas de diamètre de rotor supérieur, de la taille du diamètre des pales. Dans le cas des éoliennes de Douves des Epinettes, le diamètre des pales étant de 70 mètres, ce sont des carrés de 100 mètres de côté qui ont été parcourus.

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.**

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



Cinq éoliennes composent le parc de Douves des Epinettes.



Carte 7 - Aires de contrôle autour des éoliennes

LEGENDE

Aires d'étude :

- Eolienne
- 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, photographiés 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) ;
- 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)

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

Avec :

I : Durée de l'intervalle de temps, équivalent à la fréquence de passage (en jours)

C : Nombre de cadavres comptés

Z : Efficacité de l'observateur ou le taux de détection

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

\bar{t} : Durée moyenne de persistance d'un cadavre en jours tel que :

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

A : Coefficient de correcteur surfacique tel que :

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

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). La variable P devient alors :

$$P = \exp(-0.5 \times I/\bar{t})$$

Ce qui donne :

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

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} .

Avec :

$$\hat{I} = -\log(0.01) \times \bar{t}$$

\hat{e} : Coefficient correcteur de l'intervalle : $\frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$

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} .

Ce qui donne : $P = (t^- \times (1 - \exp^{-((-I)/t^-)})/I$

Et donc :

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

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.

2.2. DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE CORRECTION

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

Un test de persistance a été réalisé pour les saisons les plus sensibles (printemps et automne). Au total, 50 cadavres de souris et de poussins ont été déposés sous les éoliennes du parc éolien Douves des Epinettes (5 sous les 5 éoliennes à chaque test). Chaque carcasse déposée a fait l'objet d'une localisation par GPS et a été cherchée lors des passages suivants jusqu'à disparition.

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

Taux de persistance des cadavres :

Taux de persistance des cadavres :

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

Figure 7 - Calcul des durées de persistance par éolienne								
Saisons	Dates de prospection		Éoliennes					Total/Moyenne
			E1	E2	E3	E4	E5	
Période printanière	Cadavres déposées	23/04/2024	5	5	5	5	5	25
	Cadavres retrouvées	24/04/2024	5	1	1	5	5	17
		26/04/2024	5	0	0	5	3	13
		30/04/2024	1	0	0	1	1	3
		03/05/2024	1	0	0	0	1	2
		07/05/2024	1	0	0	0	1	2
		14/05/2024	0	0	0	0	0	0
	Durée de persistance (t)			7,5	0,8	0,8	5,7	6,3
Période automnale	Cadavres déposées	01/10/2024	5	5	5	5	5	25
	Cadavres retrouvées	02/10/2024	4	4	4	4	5	21
		04/10/2024	2	3	1	2	4	12
		08/10/2024	2	2	1	0	2	7
		15/10/2024	0	0	0	0	0	0
		Durée de persistance (t)			5,10	5,70	3,40	2,90

2.2.2. Tests d'efficacité des observateurs (Z)

Un test d'efficacité des observateurs a été réalisé en parallèle des tests de persistance.

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, trois cadavres de souris et deux de poussins 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 chaque souris déposée, ont été systématiquement relevées afin de pouvoir retrouver les individus non observés au terme du test. Immédiatement après le dépôt des cadavres de souris par l'enquêteur A, l'enquêteur B a effectué son protocole de prospection habituel en signalant sa découverte ou non des carcasses tests.

Figure 8 - Calcul des durées de persistance par éolienne								
Saisons	Dates de prospection		Éoliennes					Total/Moyenne
			E1	E2	E3	E4	E5	
Période printanière	Cadavres déposés	23/04/2024	5	5	5	5	5	25
	Cadavres retrouvés		4	5	4	3	5	21
	Taux de découverte des cadavres (Z)		0,80	1,00	0,80	0,60	1,00	0,84
Période automnale	Cadavres déposés	01/10/2024	5	5	5	5	5	25
	Cadavres retrouvés		4	2	3	5	3	17
	Taux de découverte des cadavres (Z)		0,80	0,40	0,60	1,00	0,60	0,68

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.

Certains évènements particuliers ont fortement influencé le pourcentage de prospection, comme le fait que la végétation ait trop poussé pour être parcourue ou au contraire, la moisson. Ceux-ci sont indiqués dans les graphiques suivants.

Coefficient de correction de surface :

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

Figure 9 - Surfaces prospectées autour des éoliennes							
Saisons	Dates	Éoliennes					Coefficient de correction surfacique (A)
		E1	E2	E3	E4	E5	
		Surface prospectée en %					
Période printanière	05/03/2024	97	59	65	20	31	
	13/03/2024	95	49	64	20	31	
	20/03/2024	97	49	64	20	31	
	27/03/2027	97	49	42	20	21	
	03/04/2024	94	40	30	14	13	
	10/04/2024	84	40	20	19	13	
	16/04/2024	79	12,5	60	24	78	
	23/04/2024	81	22,5	60	25	100	
	30/04/2024	70	32	60	30	100	
	07/05/2024	71	37	20	28	96	
	14/05/2024	39	81	20	28	96	
	23/05/2024	24	78	20	28	96	
	28/05/2024	24	73	20	28	96	
	Taux de prospection moyen	1,08	0,49	0,61	0,28	0,64	0,50
	Coefficient de correction surfacique (A)	0,92	1,51	1,39	1,73	1,36	
Période estivale	03/06/2024	24	88	56	41	96	
	12/06/2024	24	82	19	39	96	
	19/06/2024	19	82	19	39	96	
	26/06/2024	19	82	19	39	96	
	03/07/2024	19	82	19	39	96	

Figure 9 - Surfaces prospectées autour des éoliennes							
Saisons	Dates	Éoliennes					Coefficient de correction surfacique (A)
		E1	E2	E3	E4	E5	
		Surface prospectée en %					
Période estivale	10/07/2024	19	79	19	39	96	
	17/07/2024	18	85	21	47	100	
	24/07/2024	18	65	100	100	100	
	31/07/2024	12	57	100	67	53	
	07/08/2024	94	34	100	72	41	
	14/08/2024	94	26	90	71	31	
	Taux de prospection moyen	0,22	0,80	0,30	0,42	0,97	0,58
	Coefficient de correction surfacique (A)	1,78	1,20	1,70	1,58	1,03	
Période automnale	21/08/2024	94	19	90	71	22	
	28/08/2024	94	17	97	68	22	
	04/09/2024	94	16	97	35	21	
	11/09/2024	94	14	66	34	22	
	19/09/2024	94	14	66	34	25	
	26/09/2024	94	19	23	27	0	
	01/10/2024	94	19	13	29	9	
	08/10/2024	74	19	53	29	9	
	17/10/2024	74	38	9	29	96	
	21/10/2024	54	34	9	8	96	
	29/10/2024	42	34	15	29	100	
	Taux de prospection moyen	0,79	0,26	0,59	0,43	0,42	0,45
	Coefficient de correction surfacique (A)	1,21	1,74	1,41	1,57	1,58	

Influence du taux de prospection : Cultures trop hautes ou trop denses / Moisson, fauche ou labour récent / Maintenance, travaux agricoles en cours ou bétail empêchant la prospection

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 souris, 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 cadavres de souris identiques.
- 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 « crippling 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.

4. RESULTATS DES EXPERTISES DE TERRAIN

4.1. BILAN DES CADAVRES OBSERVES

4.1.1. Synthèse des cas répertoriés

À partir des 35 passages réalisés, onze cadavres ont été découverts. Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Les fiches terrain de découverte de cadavres sont présentes en annexe.

Figure 10 - Résultats des recherches de cadavres

Saison	Date	Espèces	Stade	Sexe	Éolienne	Distance au mât	Orientation par rapport au mât
Avifaune							
Période printanière	03/04/2024	Epervier d'Europe	Adulte	Indéterminé	E4	20 m	NO
	03/04/2024	Buse variable	Indéterminé	Indéterminé	E3	35 m	N
	23/04/2024	Pouillot véloce	Adulte	Indéterminé	E5	55 m	SE
	30/04/2024	Pinson des arbres	Adulte	Indéterminé	E3	45 m	NO
	14/05/2024	Etourneau sansonnet	Immature	Indéterminé	E2	1 m	E
Période estivale	12/06/2024	Martinet noir	Adulte	Indéterminé	E2	10 m	SE
	24/07/2024	Alouette lulu	Indéterminé	Indéterminé	E2	35 m	NNO
	24/07/2024	Martinet noir	Adulte	Indéterminé	E2	23 m	SE
	24/07/2024	Martinet noir	Indéterminé	Indéterminé	E5	40 m	SO
Période automnale	29/10/2024	Pigeon ramier	Indéterminé	Indéterminé	E5	55	ONO
Chiroptères							
Période automnale	29/10/2024	Pipistrelle commune	Indéterminé	Indéterminé	E5	45	ONO

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



Carte 8 - Localisation des cadavres découverts

LEGENDE

Aires d'étude :

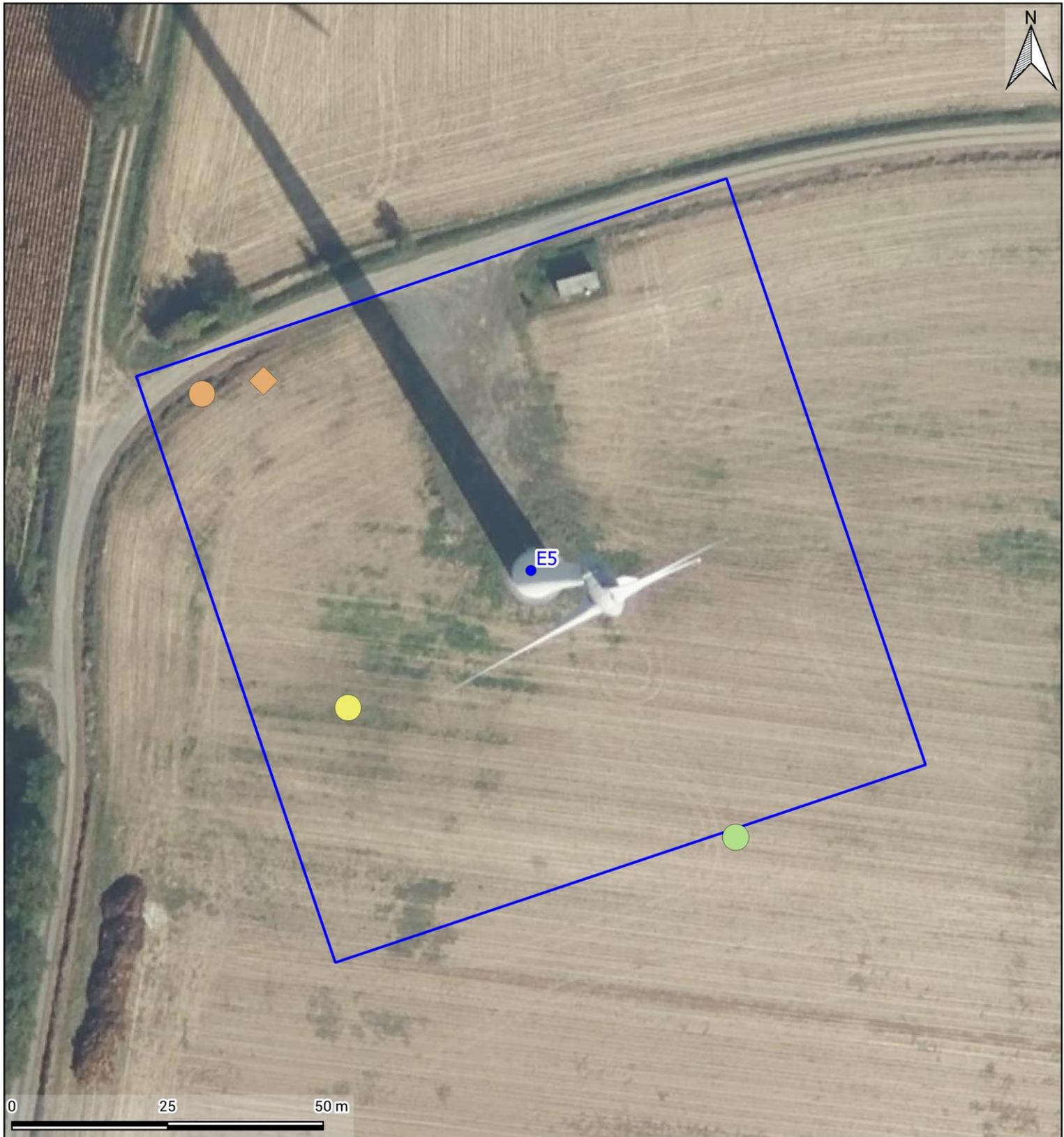
- Eolienne
- Prospection

Saison

- Printemps
- Été
- Automne

Taxon

- ◆ Chiroptères
- Oiseaux



Carte 9 - Localisation des cadavres découverts

LEGENDE

Aires d'étude :

- Eolienne
- Prospection

Saison

- Printemps
- Été
- Automne

Taxon

- ◆ Chiroptères
- Oiseaux

4.2. 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.

4.2.1. Avifaune

Figure 11 - Résultats des estimations de mortalité avifaune (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)						
Saisons	Variables	E1	E2	E3	E4	E5
Période printanière	C	0	1	2	1	1
	Z	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	I	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46
	Î	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22
	A	1,27	1,52	1,58	1,8	1,38
	Erickson Nestimé	-	2,77	5,76	3,22	2,52
	Jones Nestimé	-	3,89	8,09	4,52	3,54
	Huso Nestimé	-	3,54	7,35	4,11	3,22
Période estivale	C	0	3	0	0	1
	Z	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
	I	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55
	Î	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48
	A	1,67	1,31	1,49	1,46	1,18
	Erickson Nestimé	-	7,54	-	-	2,27
	Jones Nestimé	-	10,71	-	-	3,23
	Huso Nestimé	-	9,82	-	-	2,96
Période automnale	C	0	0	0	0	1
	Z	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
	I	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
	Î	9,48	9,48	9,48	9,48	9,48
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74
	A	1,18	1,78	1,51	1,64	1,62
	Erickson Nestimé	-	-	-	-	3,15
	Jones Nestimé	-	-	-	-	4,61
	Huso Nestimé	-	-	-	-	4,29

L'éolienne E2 semble la plus mortifère avec 7,54 à 10,71 cas de mortalité d'oiseaux estimés sur la période estivale.

4.2.2. Chiroptères

Figure 12 - Résultats des estimations de mortalité chiroptères (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)

Saisons	Variables	E1	E2	E3	E4	E5
Période printanière	C	0	0	0	0	0
	Z	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	l	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46
	î	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22
	A	1,27	1,52	1,58	1,77	1,38
	Erickson Nestimé	-	-	-	-	-
	Jones Nestimé	-	-	-	-	-
	Huso Nestimé	-	-	-	-	-
Période estivale	C	0	0	0	0	0
	Z	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
	l	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55
	î	8,96	8,96	8,96	8,96	8,96
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,48	4,48	4,48	4,48	4,48
	A	1,67	1,31	1,49	1,46	1,18
	Erickson Nestimé	-	-	-	-	-
	Jones Nestimé	-	-	-	-	-
	Huso Nestimé	-	-	-	-	-
Période automnale	C	0	0	0	0	1
	Z	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
	l	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
	î	9,48	9,48	9,48	9,48	9,48
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74
	A	1,18	1,78	1,51	1,64	1,62
	Erickson Nestimé	-	-	-	-	3,15
	Jones Nestimé	-	-	-	-	4,61
	Huso Nestimé	-	-	-	-	4,29

L'éolienne E5 présente le seul cas de mortalité chiroptérologique (une Pipistrelle commune) constaté en 2024 sur le parc. La mortalité estimée pour cette éolienne est de 3,15 à 4,61 cas par an.

4.2.3. 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 13 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny				
Paramètres	Période printanière	Période estivale	Période automnale	EolApp
Efficacité observateur	0,84	0,76	0,68	0,76
Persistance (jours)	4,22	4,48	4,74	Calculée par le logiciel
Pourcentage de prospection	0,50	0,58	0,45	0,51
Intervalle (jours)	6,46	6,55	6,27	6,43

Figure 14 - Résultats des estimations de mortalité avifaune- plateforme Shiny					
Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	51.54	16.41	107.60	26.41	84.73
Huso	57.78	18.49	116.77	29.96	93.10
Winkelman	114.49	35.01	298.90	55.70	211.68
Jones	71.34	22.62	157.17	36.24	120.38

Le parc tuerait entre 18,49 et 116,77 oiseaux, avec une médiane s'établissant à 57,78 cadavres, sur toute la période suivie (d'après Huso).

Figure 15 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny

Paramètres	Période printanière	Période estivale	Période automnale	EolApp
Efficacité observateur	0,84	0,76	0,68	0,76
Persistance (jours)	4,22	4,48	4,74	Calculée par le logiciel
Pourcentage de prospection	0,50	0,58	0,45	0,51
Intervalle (jours)	6,46	6,55	6,27	6,43

Figure 16 - Résultats des estimations de mortalité chiroptères - plateforme Shiny

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	5.00	0.00	18.93	0.00	12.81
Huso	5.67	0.00	20.49	0.00	13.94
Winkelmann	10.87	0.00	48.86	0.00	30.64
Jones	6.85	0.00	26.88	0.00	18.12

Le parc tuerait entre 0 et 20,49 chiroptères, avec une médiane s'établissant à 5,67 cadavres, sur toute la période suivie (d'après Huso). Ce calcul se base sur le seul cadavre de chiroptère retrouvé.

4.2.4. Synthèse

Figure 17 - Estimations de mortalité (en nombre de cadavres/période) pour le parc entier

Estimation	Nombre de cadavres estimés			
	Période printanière	Période estivale	Période automnale	Global
Erickson Nestimé	14,28	9,81	6,29	30,38
Jones Nestimé	20,05	13,94	9,21	43,20
Huso Nestimé	18,22	12,77	8,57	39,56
Shiny (Huso)	17,93 [0,00 – 55,54]	33,81 [5,86 – 78,23]	15,23 [0,00 – 57,24]	70,93 [23,60 – 143,31]

Figure 18 - Résultats des estimations de mortalité par taxon

Parc entier	Nombre de cadavres estimés	
	Avifaune	Chiroptères
Erickson Nestimé	27,23	3,15
Jones Nestimé	38,60	4,61
Huso Nestimé	35,28	4,29
Huso Shiny (95%)	64,03 [22,09-131,99]	6,24 [0,00-22,96]

Les calculs projettent d'après HUSO une mortalité de 39,30 individus (oiseaux et chiroptères) sur la période d'étude, soit 7,86 cas par éolienne. La plateforme Shiny indique, pour un intervalle de confiance à 90 %, entre 23,60 et 143,31, la médiane s'établissant à 70,93 cas (toujours d'après HUSO).

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

5. ANALYSE DES RESULTATS ET DISCUSSION

5.1. ANALYSE DES CAS DE MORTALITE OBSERVES

5.1.1. 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 19 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraine des collisions

Facteur	Taxon	Explication
		Le brouillard, la pluie mais également les vents forts peuvent entrainer 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 migrateurs 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 dangereuse. 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'hivernation. 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.

Figure 19 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraîner des collisions

Figure 19 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraîner des collisions						
Facteur	Taxon	Explication				
		La lumière peut attirer les oiseaux (phénomène de phare) et notamment les migrateurs. 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 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 car 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.				
						
Météo	Heure du jour	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).

5.1.2. 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. Pour le seul cadavre de chiroptère, aucun dimorphisme n'a été noté lors de ce suivi, donc le sexe de l'individu n'a pas pu être précisé.

Concernant les cadavres d'oiseaux, aucun dimorphisme n'a permis de sexer les individus retrouvés. L'âge a pu être déterminé pour six individus, cinq adultes (Martinet noir, Pinson des arbres, Épervier d'Europe et Pouillot véloce) et un immature (Étourneau sansonnet, sous E2).

5.1.3. Distance au mât

La distance moyenne au mât des cadavres découverts est de 50 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 la distance moyenne obtenue. On ne tire donc aucune conclusion de ce paramètre.

5.1.4. Statut des espèces et sensibilité à l'éolien des espèces

Oiseaux

Figure 20 - Statut des espèces d'oiseaux retrouvés lors du suivi de mortalité

Espèce	Nombre de cadavres	Bretagne	Liste Rouge France			Liste Rouge Europe	Directive Oiseaux
			Nicheur	Hivernant	De passage		
Alouette lulu	1	LC	LC	NA		LC	OI
Buse variable	1	LC	LC	NA	NA	LC	-
Épervier d'Europe	1		LC	NA	NA	LC	
Étourneau sansonnet	1	LC	LC	LC	NA	LC	OII
Martinet noir	3	LC	NT		DD	LC	-
Pigeon ramier	1	LC	LC	LC	NA	LC	OII ; OIII
Pinson des arbres	1	LC	LC	NA	NA	LC	-
Pouillot véloce	1	LC	LC	NA	NA	LC	-
Total	10						

Statuts de protection et de conservations décrits p.22.

L'Alouette lulu est inscrite à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux, c'est une espèce d'intérêt patrimonial tout comme le Martinet noir, quasi-menacé en France. Ces deux espèces ainsi que la Buse variable, l'Épervier d'Europe, le Pinson des arbres et le Pouillot véloce sont inscrites sur la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire français (l'article 3 de l'arrêté du 29 octobre 2009 (mis à jour le 29 juillet 2015)).

Figure 21 - Cas de mortalité pour chaque espèce découverte (Source : T.Dürr, 2023)

Espèce	Cas de mortalité (France)	Cas de mortalité sur le parc éolien Douves des Epinettes
Alouette lulu	33	1
Buse variable	314	1
Epervier d'Europe	45	1
Etourneau sansonnet	190	1
Martinet noir	433	3
Pigeon ramier	222	1
Pinson des arbres	-	1
Pouillot véloce	-	1

Un individu d'Alouette lulu a été retrouvé sous l'éolienne E2 durant la période de nidification de l'espèce. Cette espèce peut voler relativement haut pour surveiller son territoire. Ce passereau affectionne les milieux agricoles, et notamment les terres labourées où elle trouve de quoi se nourrir. L'alternance spatiale et temporelle de zones cultivées et de labours sous les éoliennes du parc éolien Douves des Epinettes est attractive pour cette espèce. Cependant, l'espèce est considérée comme assez sensible à l'éolien. Il est possible que l'espèce niche au sein du parc, les habitats étant favorables à sa reproduction.

Trois cadavres de Martinet noir ont été retrouvés sous les éoliennes E2 et E5. Cet apodidé fréquente les milieux agricoles pour se nourrir et niche sur des bâtiments, probablement dans les fermes autour du parc.

Figure 22 - Cas de mortalité en France – Les espèces les plus impactées (Dürr, 2023)

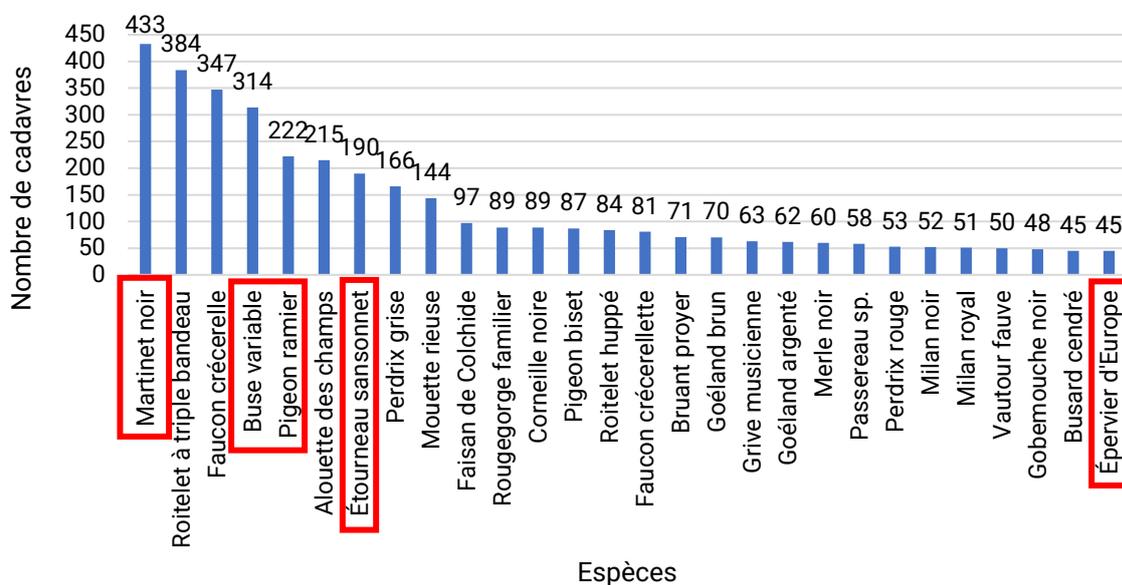
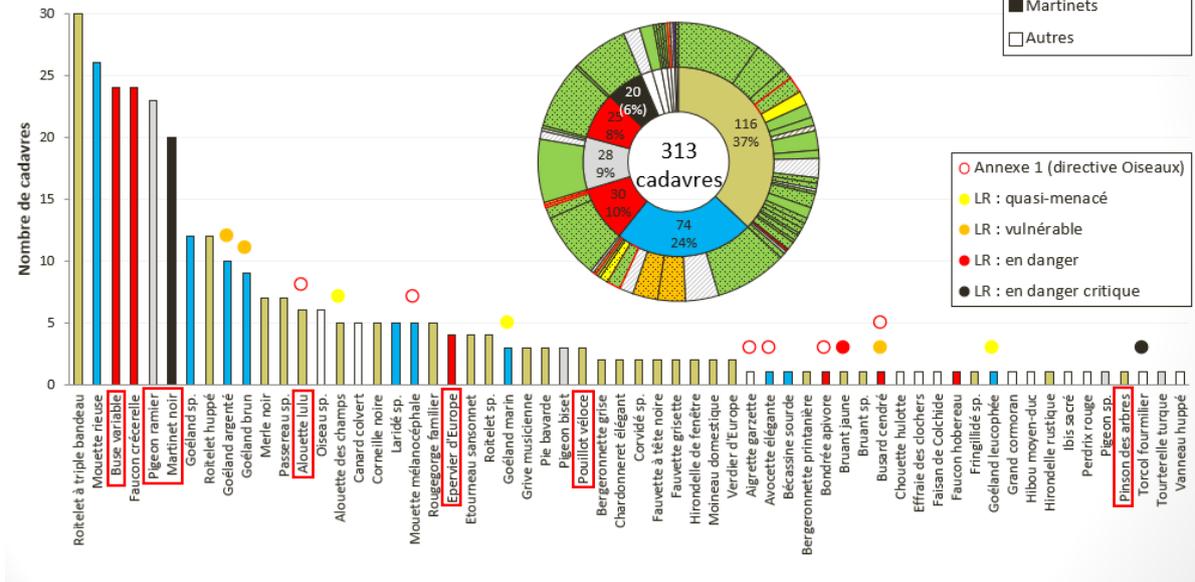


Figure 23 - Cas de mortalité dans l'ouest de la France entre 2010 et 2019 – Oiseaux (Ouest'Am 2020)

Espèces d'oiseaux impactées 74 parcs – 60 taxons impactés



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

D'après le recensement des espèces impactées par l'éolien à l'échelle nationale par Dürr en 2023, et à l'échelle de l'ouest de la France par le bureau d'étude Ouest'Am en 2020, la Buse variable, le Pigeon ramier, le Martinet noir, l'Alouette lulu, l'Étourneau sansonnet et le Pouillot véloce, font parties des 30 espèces les plus touchées par les collisions avec les éoliennes dans l'ouest de la France. Le Martinet noir, le Pigeon ramier, la Buse variable et l'Étourneau sansonnet font également partie des sept espèces les plus impactées par l'éolien en France.

Chiroptères

Figure 24 - Statut des espèces de chiroptères retrouvés lors du suivi de mortalité

Espèce	Nombre de cadavres	Listes rouges			Directive Habitats-Faune-Flore
		Bretagne	France	Europe	
Pipistrelle commune	1	LC	NT	LC	IV
Total	1				

Statuts de protection et de conservations décrits p.22.

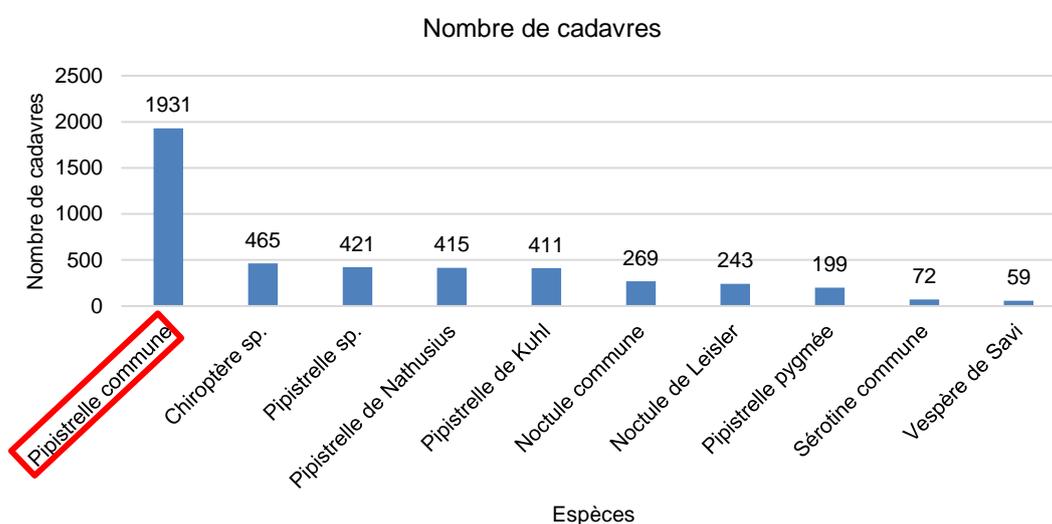
Un cadavre de chauves-souris a été découvert lors du suivi de mortalité : une Pipistrelle commune. Cette espèce est patrimoniale en raison de son inscription à l'annexe IV de la Directive « Habitats-Faune-Flore ». La Pipistrelle commune a un statut de conservation défavorable, respectivement en préoccupation mineure et quasi-menaqué à la fois en région Pays de la Loire et en France.

Figure 25 - Cas de mortalité pour chaque espèce découverte (Source : T.Dürr, 2023)

Espèce	Cas de mortalité (France)	Cas de mortalité sur le parc éolien Douves des Epinettes
Pipistrelle commune	1931	1

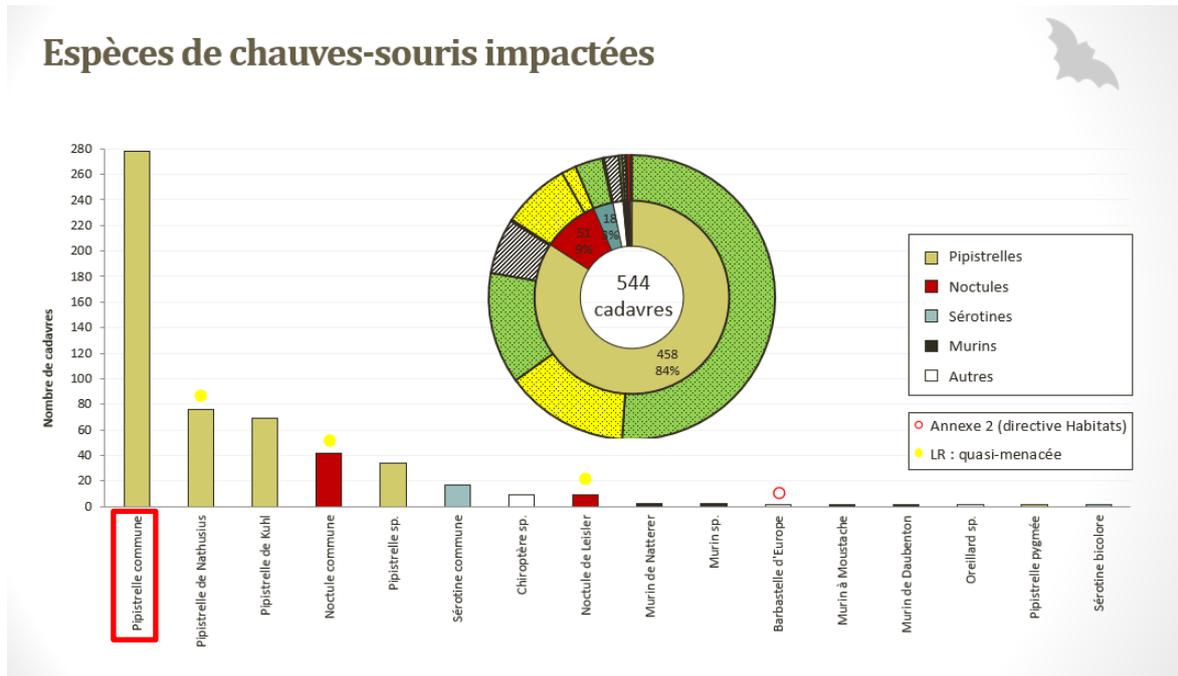
L'espèce, retrouvée sous une éolienne lors du suivi de mortalité de 2024, a un risque fort vis-à-vis de l'éolien. Les espèces du groupe des pipistrelles migrent sur de longues distances à une hauteur de vol souvent importante. C'est pour cette raison que les risques de barotraumatisme et de collision pour cette espèce sont importants, notamment lors de la période des transits automnaux. La Pipistrelle commune est également très commune et des études démontrent que cette espèce a une période d'activité en haute altitude aux premières heures de la nuit.

Figure 26 - Cas de mortalité en France – Chiroptères (Dürr, 2023)



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

Figure 27 - Cas de mortalité dans l'Ouest de la France entre 2010 et 2019 – Chiroptères (Ouest'Am, 2020)



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

L'espèce, retrouvée sous les éoliennes lors du suivi de 2024, figure en première position des espèces (ou groupes d'espèces) les plus découvertes sous les éoliennes de l'ouest de la France entre 2010 et 2019 (Ouest'Am 2020), mais également parmi les dix espèces les plus fréquemment retrouvées sous les éoliennes en France, selon les données compilées par T. Dürr (2023) :

- 1 931 cas pour la Pipistrelle commune (1^{er} rang) ;

5.2. ANALYSE DES RESULTATS DES TESTS

5.2.1. Test observateur

Le test lié à l'efficacité de l'observateur est généralement mis en place par deux fois 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 un au printemps et un au début de l'automne. Pour rappel, trois souris et deux poussins ont été placés au sein des carrés de prospection de cinq éoliennes par une personne A, 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 globalement supérieur au printemps (84 %), par rapport à l'automne (68 %).

5.2.2. 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 prédation (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 (présence d'encore dix-sept cadavres tests sur les vingt-cinq après 24h, puis plus que treize cadavres restants trois jours après). À l'automne, la persistance est plus longue. Au bout de 24h, il restait vingt-et-un cadavres sur les vingt-cinq déposés.

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 ont influencé cet indice.

Des empreintes et des fèces de renards ont été relevées sur le site et la présence de corneilles, de corbeaux, de rapaces et d'insectes augmente la probabilité qu'un cadavre disparaisse rapidement. La persistance peut donc être très différente d'une éolienne à l'autre dans le temps en fonction de la présence des prédateurs mobiles.

La persistance est de 4,22 jours en été et de 4,74 jours pour l'automne. La persistance moyenne est plutôt faible avec 4,48 jours.

5.2.3. 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 pour les cinq machines.

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 étudié, les cinq éoliennes se situent en plein champ. Théoriquement, l'entière étendue des carrés de prospection (1 hectare par machine) peut être parcourue. Cependant, les variétés cultivées à certains endroits, comme le maïs, le blé ou la jachère, 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 le meilleur en été avec 58 % de surface prospectable. Au printemps il est moyen avec 50% de surface prospectable et en automne, moyen également avec 45 % de la surface prospectée. Le pourcentage de prospection moyen est de 51%.

5.3. ANALYSE DES CALCULS DE MORTALITE

5.3.1. Note sur les méthodes utilisées

D'après une étude menée en région Rhône-Alpes 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 répliquable.

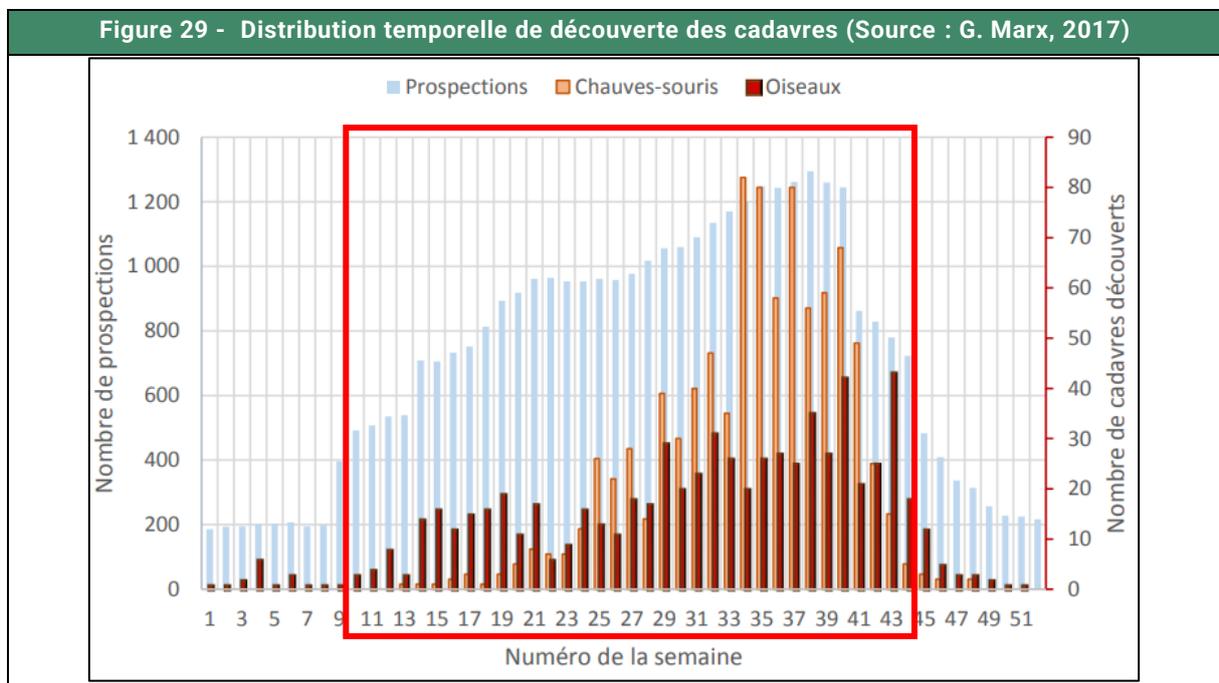
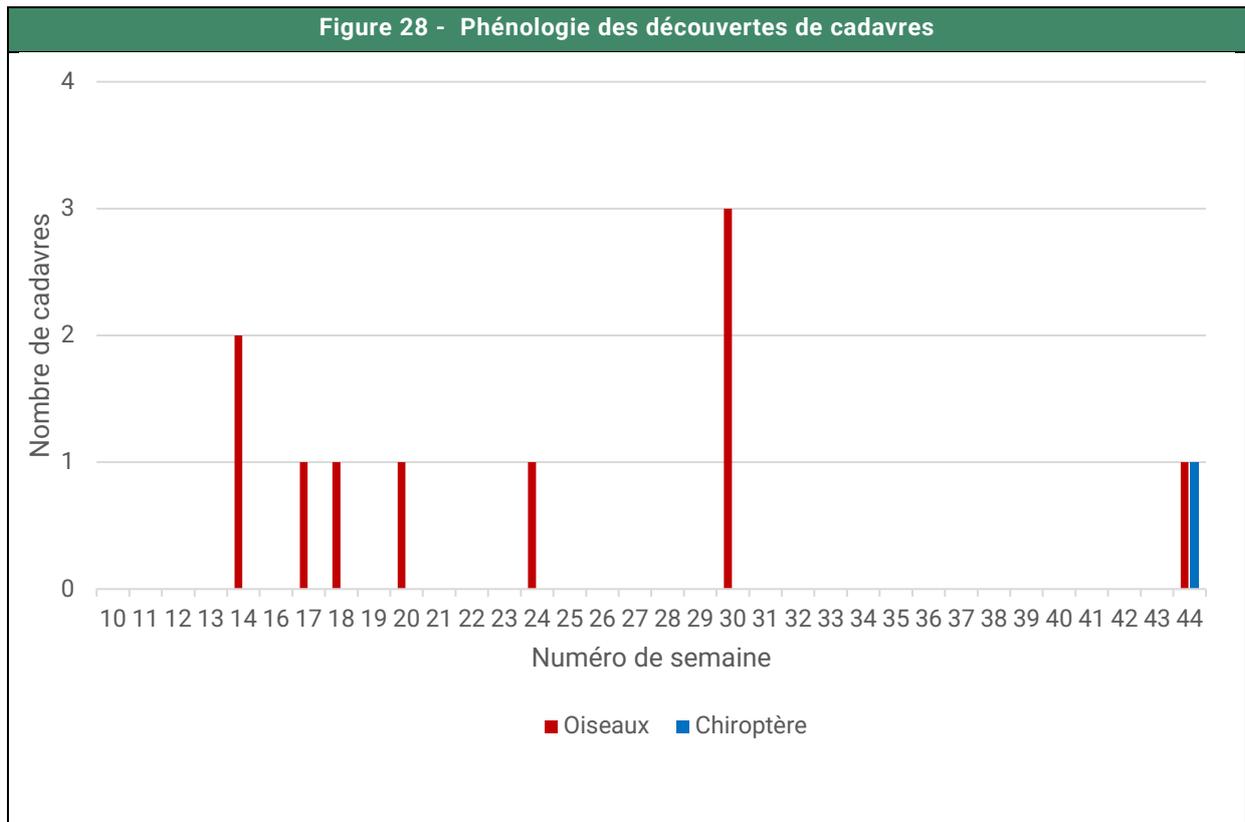
Une étude menée par la LPO Vendée confirme le choix de l'utilisation de cet indice, tandis que la LPO France préfère faire une moyenne des indices calculés.

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).

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.**

5.3.2. Analyse temporelle des résultats



D'après la bibliographie, l'automne est la saison la plus mortifère. **Ceci est conforté par les résultats obtenus.**

5.3.3. Analyse spatiale des résultats

Quatre des cinq éoliennes ont entraîné la découverte de cas de mortalité (chiroptères et oiseaux). Les éoliennes E2 et E5 ont été à priori les plus mortifères avec quatre cadavres retrouvés sous chacune. Aucun cadavre n'a été retrouvé sous E1.

Les raisons qui ont poussé les individus à s'approcher des pales restent floues et mal connues, et sont donc très spéculatives.

La présence d'un tas de fumier à proximité de l'éolienne E5 pourrait expliquer l'attrait de cette éolienne pour des espèces insectivores, correspondant à celle retrouvées sous E5.

La présence d'une haie multistrata, corridor écologique, à proximité de l'éolienne E2 pourrait jouer un rôle dans la forte mortalité de cette éolienne (4 cadavres d'oiseaux).



Photographies prises depuis la plateforme de E2 (gauche) et de E5 (droite).
Poteaux et haie présents à proximité de E2, tas de fumier présent à proximité de E2.
Source : Envol Environnement, 2024

Il est donc difficile de conclure sur la dangerosité des éoliennes. Le fait que tous les cadavres aient concerné les éoliennes E2, E3, E4 et E5 pourrait s'expliquer par la proximité de ces éoliennes de zones d'alimentation (haies, cultures) ou de transit (haie), impliquant une plus forte probabilité de collision ou barotraumatisme.

5.3.4. Analyse globale de la mortalité

Figure 30 - Mortalité globale d'après HUSO		
Groupe	À l'échelle du parc (en nombre d'individus)	Par éolienne (en nombre d'individus)
Avifaune	35,28	7,05
Chiroptères	4,29	0,86

Pour les oiseaux, les modèles prévoient 7,05 cas par éolienne, ce qui est similaire aux prédictions de la LPO (7 oiseaux par éolienne et par an). Concernant les chiroptères, les modèles de prédiction du Groupe Mammalogique Breton estiment la mortalité des chiroptères à 217,39 cas sur les parcs éoliens de Loire-Atlantique au cours d'une année de suivi (Estimation de 5000 cadavres sur 23 parcs éoliens de Loire-Atlantique, GMB, 2020). Ces estimations sont bien au-dessus des cas de mortalité de chauve-souris estimés sur le parc éolien de Douves des Epinettes (4,29). Ce chiffre reste cependant significatif sachant qu'il concerne des espèces protégées et aux statuts de conservation défavorables.

Figure 31 - Estimation de mortalité pour l'ensemble de la période étudiée		
Méthode	Pour le parc éolien sur la période étudiée	Par éolienne sur la période étudiée
Erickson	30,38	6,08
Jones	43,20	8,64
Huso	39,56	7,91
Shiny 95% (Huso)	63,65 [22,25-127,43]	12,73 [4,45-25,49]

Pour les cinq éoliennes du parc éolien, l'estimation varie entre 30,38 (selon la méthode d'Erickson) et 43,20 cadavres pour la période étudiée (selon la méthode de Jones). La méthode de Huso donne un résultat intermédiaire, à savoir 39,56 cadavres.

L'utilisation d'Eolapp permet d'obtenir des intervalles de confiance à 95% qui se situent entre 22,25 et 127,43 cas sur le parc éolien de Douves des Epinettes.

Les estimations prévoient ainsi 63,65 (IC95% [22,25-127,43]) cas de mortalité pour le parc éolien de Douves des Epinettes sur la période d'étude, soit l'équivalent de 12,73 (IC95% [4,45-25,49]) individus tués par éolienne sur la période d'étude.

6. CONCLUSION GENERALE DU SUIVI DE MORTALITE

À partir des 35 passages de mortalité effectués entre la semaine 10 et 44 de l'année 2024, onze cadavres ont été découverts.

Dix cadavres d'oiseaux ont été découverts : l'Etourneau sansonnet, le Martinet noir, l'Alouette lulu, la Buse variable, le Pinson des arbres, l'Epervier d'Europe, le Pouillot véloce et le Pigeon ramier. Un cadavre de chiroptère a été découvert : une Pipistrelle commune. Ce sont les périodes printanière (migration) et estivale (mise-bas et nidification) qui semblent être les plus sensibles sur le parc éolien.

Les calculs les plus probants projettent une mortalité estimée à 63,65 cas pour l'ensemble du parc. Cependant, ces résultats surestiment la réalité au regard de la forte prédation rencontrée.

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.

ETUDE DES CHIROPTERES

ÉTUDE DES CHIROPTÈRES

1. PROTOCOLE D'ÉCOUTE EN CONTINU EN NACELLE D'ÉOLIENNE

1.1. OBJECTIFS DU PROTOCOLE

Des écoutes en continu à hauteur de la nacelle de l'éolienne E3 ont été réalisées entre le 1^{er} mars et le 31 octobre 2024 afin de pouvoir corrélérer les données d'altitude aux résultats des recherches de mortalité. L'éolienne E3 est représentative de la typologie d'habitats qui composent le site d'étude : milieux cultivés. De plus c'est celle située le plus proche d'une haie et donc de l'éolienne la plus à risque pour la chiroptérofaune.

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 ÉCOUTES 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 d'enregistrer sur une longue durée 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 des paramètres (sensibilités du microphone, plages horaires...) et de visualiser et sauvegarder les sons.

Le microphone est passé à travers la nacelle à l'arrière de celle-ci pour éviter les parasites dus au mouvement des pales, vers le bas du rotor comme le préconise le guide de suivi des parcs éoliens terrestres.

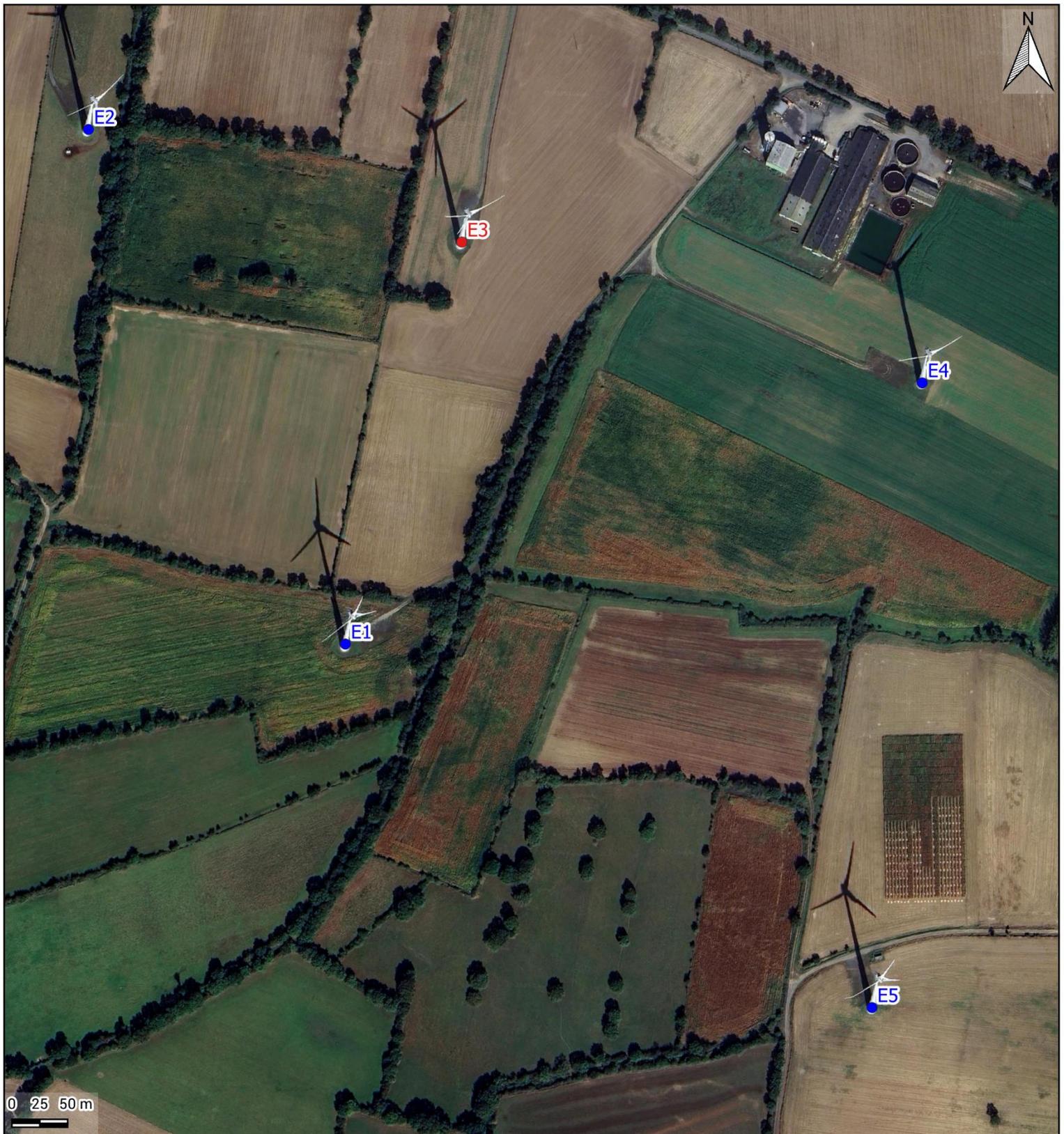
Le Batlogger et son microphone présentent une sensibilité de 10 à 150 khertz (full spectrum) et enregistre en temps réel d'une heure avant le coucher de soleil à une heure après le lever. Son horodatage est automatique grâce à sa localisation GPS. Envöl Environnement atteste de la conformité et du bon fonctionnement du microphone installé sur le parc éolien de Douves des Epinettes sur l'ensemble de la période d'écoute.



Exemple de Batlogger installé en nacelle

Eoliennes équipées

Conformément à la demande de la société Parc éolien Doves des Epinettes SAS , l'éolienne E3 a été équipée avec un Batlogger WEX1 en 2024. La cartographie suivante localise le Batlogger installé au sein du parc éolien de Doves des Epinettes.



Carte 10 - Localisation des éoliennes équipées d'un batlogger

LEGENDE

Aires d'étude :

- Eolienne
- Eolienne équipée d'un batlogger

Durée d'échantillonnage

La durée d'écoute totale a été de 242 nuits, équivalent à 2 759,22 heures d'enregistrement.

Figure 32 - 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 16 mai au 31 mai 2023	Transits printaniers	91	1 047
Du 01 juin au 14 août 2023	Mise-bas	74	708,98
Du 15 août au 31 octobre 2023	Transits automnaux	77	1 003,23
		166	2 759,22

A noter qu'il n'y a pas eu de dysfonctionnement du système d'enregistrement tout au long de la période d'enregistrement. L'ensemble des nuits du 1^{er} mars au 31 octobre a été échantillonné.

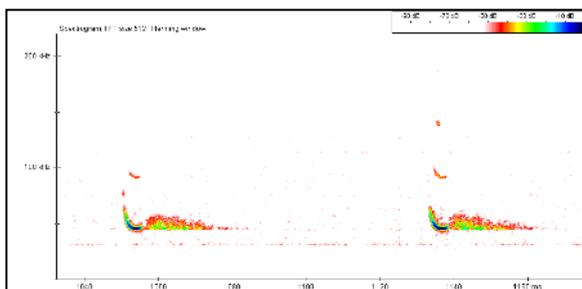
2. METHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES SIGNAUX ULTRASONIQUES

2.1. DETERMINATION SPECIFIQUE A PARTIR DES SIGNAUX BRUTS

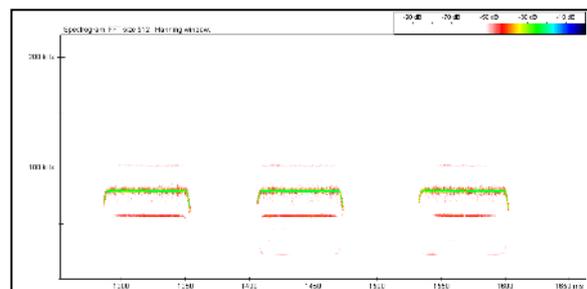
Chaque espèce de chiroptère émet un cri qui lui est propre. Ce signal ultrasonore n'est pas perceptible à l'oreille humaine mais peut être enregistré grâce à des appareils spéciaux tel que le détecteur Pettersson D240X ou des enregistreurs en continu comme le Batlogger. Les enregistrements issus de la phase terrain sont ensuite traités en phase bureau à l'aide du logiciel BatSound qui permet de visualiser lesdits signaux. La détermination spécifique se fait à partir de l'étude des caractéristiques acoustiques du signal propre à chaque espèce. L'expert va, pour chaque signal enregistré, déterminer ses caractéristiques à savoir :

- **La structure du signal** (Fréquence Modulée – Fréquence Continue – Quasi Fréquence Constante) ;
- **La fréquence maximale d'énergie** (FME en kHz) ;
- **Les différentes mesures des signaux** : durée du signal (ms) – largeur de bande (kHz) – fréquence terminale (kHz) – intervalles entre deux signaux (ms) – type d'amorce (progressive, explosive).

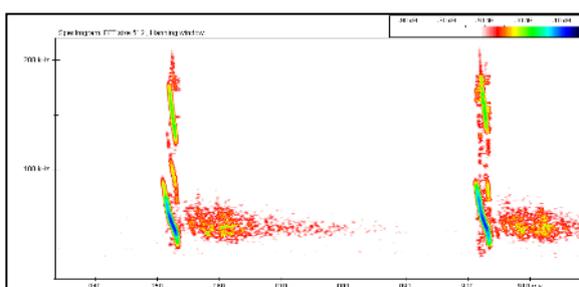
Les différentes caractéristiques du signal sont, ensuite, reportées sur un diagramme propre à chaque grande famille de chiroptères. L'utilisation des diagrammes permet la plupart du temps à l'expert de déterminer l'espèce. Les diagrammes utilisés sont issus du guide de l'écologie acoustique des Chiroptères d'Europe (Barataud M. 2015. – Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse. 3^e éd. Biotopie, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaire et biodiversité), 344 p.).



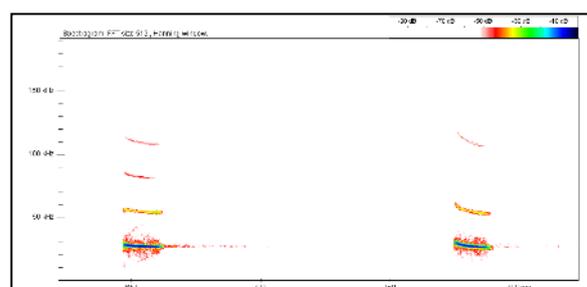
Signal en fréquence modulée aplanié émis par une Pipistrelle commune



Signal en fréquence constante caractéristique de la famille des Rhinolophes



Signal en fréquence modulée abrupte émis par un Murin de Daubenton



Signal dit en Quasi Fréquence Constante (QFC) émis par une Sérotine de Nilsson

Sonagrammes des principaux types de signaux ultrasoniques (source : Envol Environnement)

Il est important de signaler que la détermination jusqu'à l'espèce n'est pas systématique. Les mesures obtenues présentent parfois de grands écarts types, ce qui mène à un recouvrement des signaux entre deux ou plusieurs espèces. La détermination jusqu'à l'espèce peut parfois s'avérer impossible notamment chez la famille des Myotis. Par conséquent, nous utiliserons la mention Myotis sp. Dans le cas où un doute subsiste entre deux espèces, nous utiliserons un couple, par exemple Pipistrelle de Kuhl/Pipistrelle de Nathusius.

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, le nombre d'individus est plus difficilement interprétable en raison du nombre de contacts qu'un seul individu peut émettre.

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 chauves-souris.

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 un contact, une séquence durant 12 secondes sera comptée comme deux contacts...

2.2.2. Unité de mesure d'activité chiroptérologique

Le contact brut

- 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.

2.2.3. Limites des méthodologies

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 des microphones de l'appareil.
- **La détection des signaux sur le terrain** : les Vespertilionidés (murins) émettent des fréquences modulées abruptes de très faible portée, dont l'enregistrement devient inexploitable à plus de 4 ou 5 mètres de l'animal. Malgré l'utilisation de matériels perfectionnés, la détection des Vespertilionidés est limitée par la faible portée des signaux émis par ces espèces.
- **La détection des chauves-souris en migration** : limitée par les comportements des chiroptères en transit qui utilisent alors peu leur système d'écholocation.

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 des genres Pipistrelles et Vespertilionidés (murins).
- **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. RESULTATS COMPLETS SUR TOUTE LA PERIODE D'ÉTUDE

Le tableau dressé ci-dessous présente l'inventaire de toutes les espèces de chiroptères détectées au niveau du rotor de l'éolienne (présenté en nombre de contacts bruts).

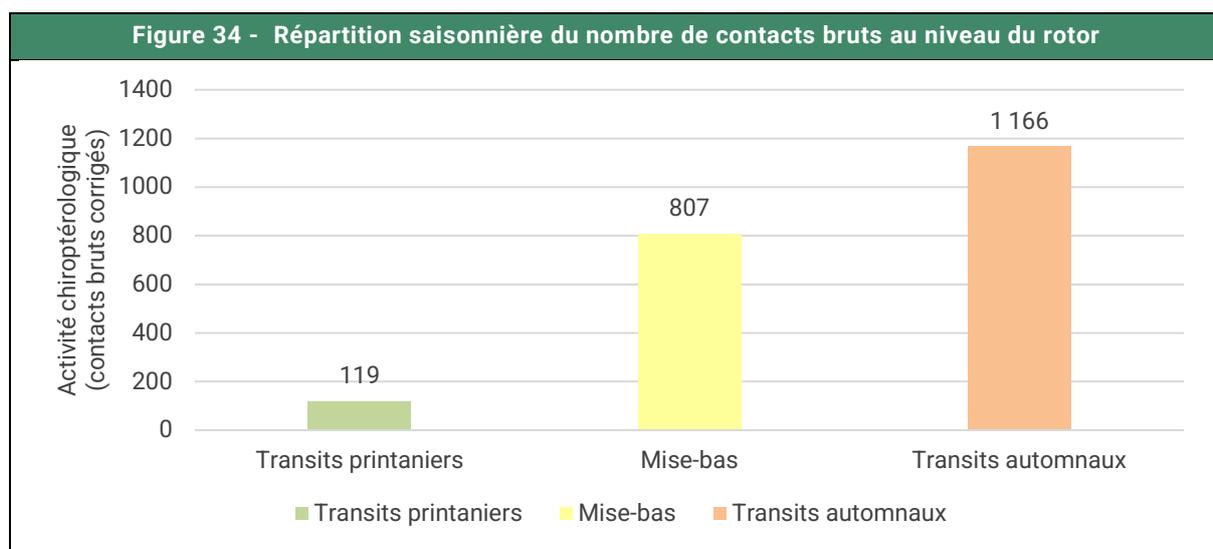
Figure 33 - Inventaire complet des espèces enregistrées par le BATLOGGER au niveau de l'éolienne E3

Espèces	Période échantillonnée									Listes rouges			Directive Habitats
	Transits printaniers			Mise-bas			Transits automnaux			Bretagne	France	Europe	
	Micro nacelle			Micro nacelle			Micro nacelle						
	Contacts	Contacts/h corrigés	%	Contacts	Contacts/h corrigés	%	Contacts	Contacts/h corrigés	%				
Noctule commune				65	0,023	8,05%	39	0,010	3,34%	NT	VU	LC	IV
Noctule de Leisler	1	0,000	0,84%				29	0,009	2,49%	NT	NT	LC	IV
Noctule sp.	1	0,000	0,84%	3	0,001	0,37%	3	0,001	0,26%	-	-	-	-
Pipistrelle commune	62	0,059	52,10%	441	0,622	54,65%	537	0,535	46,05%	LC	NT	LC	IV
Pipistrelle commune/Nathusius				11	0,016	1,36%	31	0,031	2,66%	-	-	-	-
Pipistrelle de Kuhl	21	0,020	17,65%	162	0,228	20,07%	28	0,028	2,40%	LC	LC	LC	IV
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	1	0,001	0,84%	39	0,055	4,83%	114	0,114	9,78%	-	-	-	-
Pipistrelle de Nathusius	33	0,032	27,73%	44	0,062	5,45%	376	0,375	32,25%	NT	NT	LC	IV
Sérotine commune				36	0,032	4,46%	2	0,001	0,17%	LC	NT	LC	IV
Noctule sp./Sérotine sp.				6	0,003	0,74%	7	0,003	0,60%	-	-	-	-
Total	119	0,112	100 %	807	1,04	100 %	1166	1,106	100 %				
Nombre d'espèces	4			5			6						

Statuts de protection et de conservations décrits p22.

Le protocole d'écoute en continu a permis le recensement de six espèces et quatre groupes d'espèces. Notons que la Noctule commune est vulnérable à l'échelle nationale et quasi-menacée à l'échelle régionale. La Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune sont quasi-menacées en France.

Comparaison de l'activité chiroptérologique saisonnière au niveau du rotor

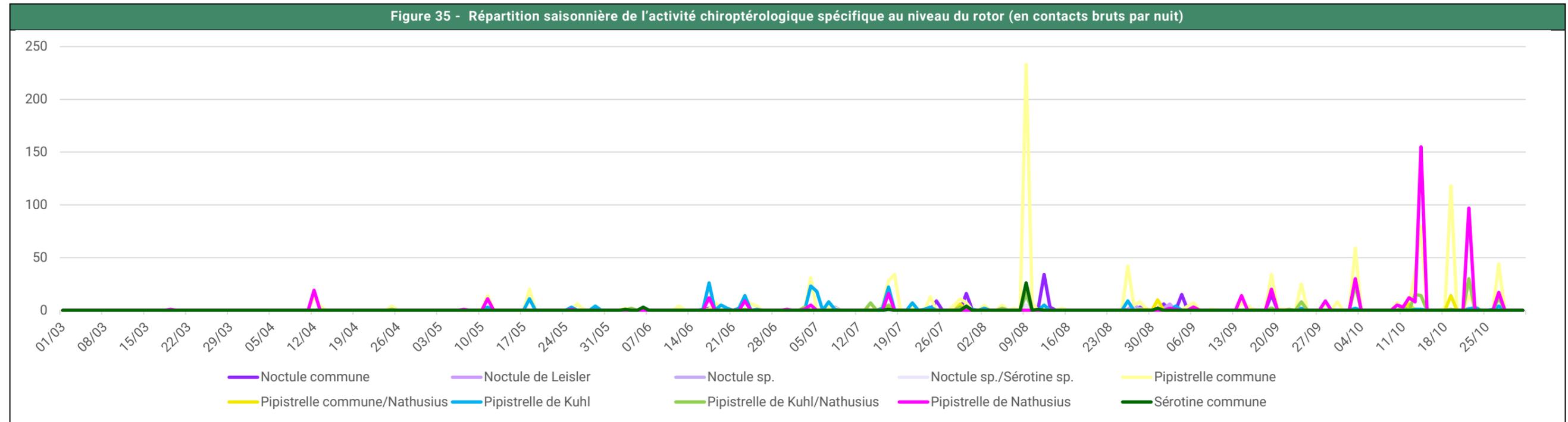


La période d'activité maximale des chiroptères en altitude a lieu durant les transits automnaux. C'est durant cette période que les espèces de haut vol sont les plus actives notamment pour la migration.

Le cortège est nettement dominé par la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl durant toute la période d'étude avec un pic observé durant les transits automnaux notamment pour la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius. La Noctule commune et la Sérotine commune sont actives durant la mise-bas et les transits automnaux tandis que la Noctule de Leisler est faiblement présente lors des transits printaniers et automnaux.

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

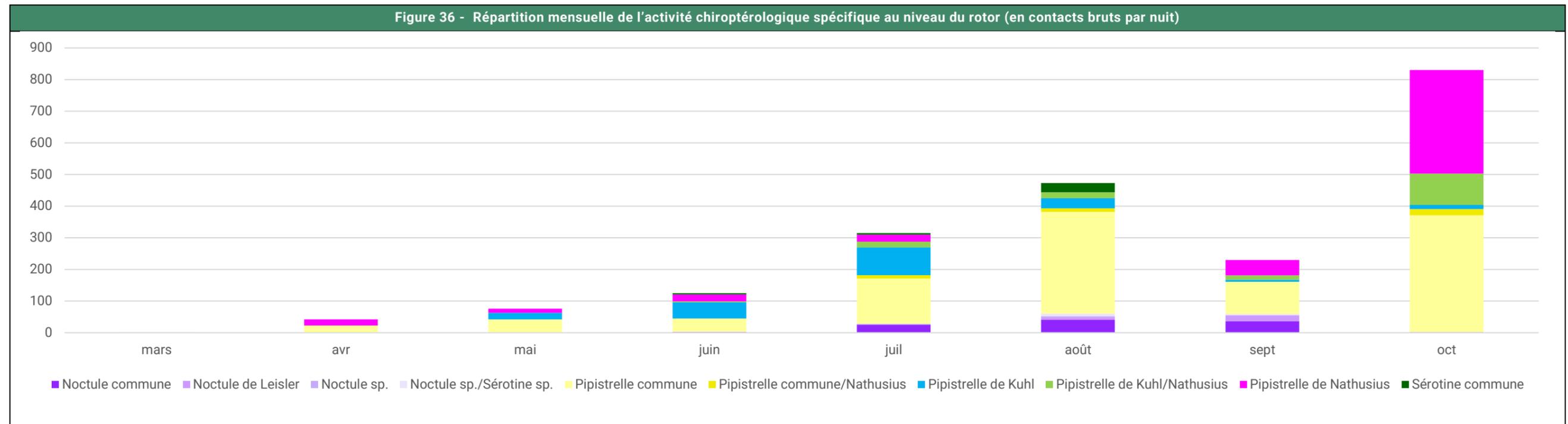
Le graphique suivant représente l'activité chiroptérologique au niveau rotor de l'éolienne en nombre de contacts bruts pour chaque espèce contactée et pour chacune des nuits d'enregistrement sur l'ensemble de la période considérée.



L'activité chiroptérologique est maximale de mi-juillet à mi-août et de fin septembre à fin octobre, notamment pour la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius. Leurs pics d'activité sont atteints respectivement le 9 août (233 contacts) et le 14 octobre (155 contacts). Ils pourraient correspondre à une activité migratoire. L'activité de la Pipistrelle de Kuhl est plutôt réduite (pic à 26 contacts). Elle s'étend de mi-mai à mi-août. Nous observons également une période d'activité de la Noctule commune et de la Sérotine commune entre le 26 juillet et le 16 août 2024. Leurs activités restent faibles.

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

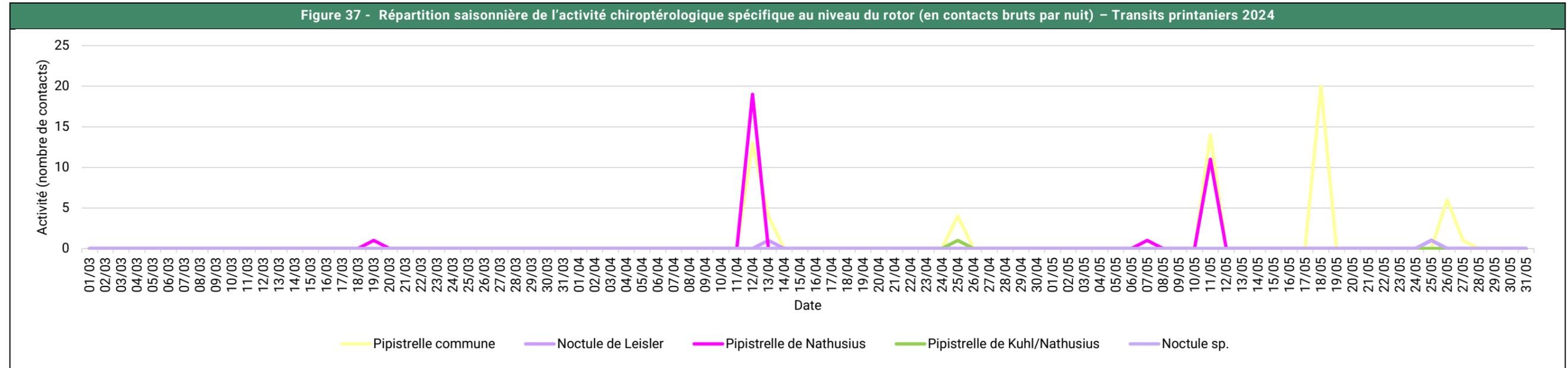
Toutes espèces confondues, on observe sur le graphique suivant une variation de l'activité au cours des différents mois. En période printanière (mars à mai), l'activité augmente progressivement jusqu'à un premier pic en mai. En période estivale (mise-bas et estivage juin-juillet), l'activité continue d'augmenter progressivement avec un pic début août. En période automnale (août - octobre), l'activité est très intense notamment en octobre. Cette période de migration et d'activité sociale intense est souvent la période la plus sensible au risque de collision.



3.1. RESULTATS DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE AU NIVEAU DU ROTOR DURANT LES TRANSITS PRINTANIERIS

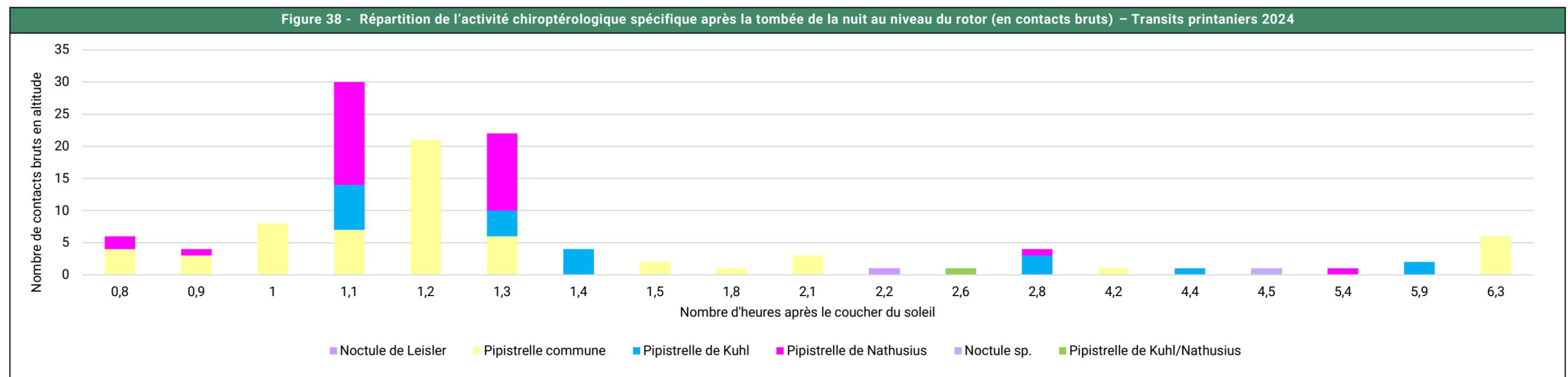
3.1.1. Répartition journalière de l'activité spécifique durant les transits printaniers

Le graphique suivant représente l'activité chiroptérologique au niveau rotor de l'éolienne en nombre de contacts bruts pour chaque espèce contactée et pour chacune des nuits d'enregistrement sur l'ensemble de la période considérée.



L'activité chiroptérologique est faible sur toute la période avec quelques pics d'activité mi-avril et mi-mai. Les espèces les plus actives sont la Pipistrelle de Nathusius (19 contacts le 12 avril et 11 le 11 mai) et la Pipistrelle commune (14 contacts le 11 mai et 20 le 18 mai). L'activité des autres espèces, Noctule de Leisler, le couple Pipistrelle de Kuhl/Nathusius et le groupe des Noctules, est très réduite et ponctuelle.

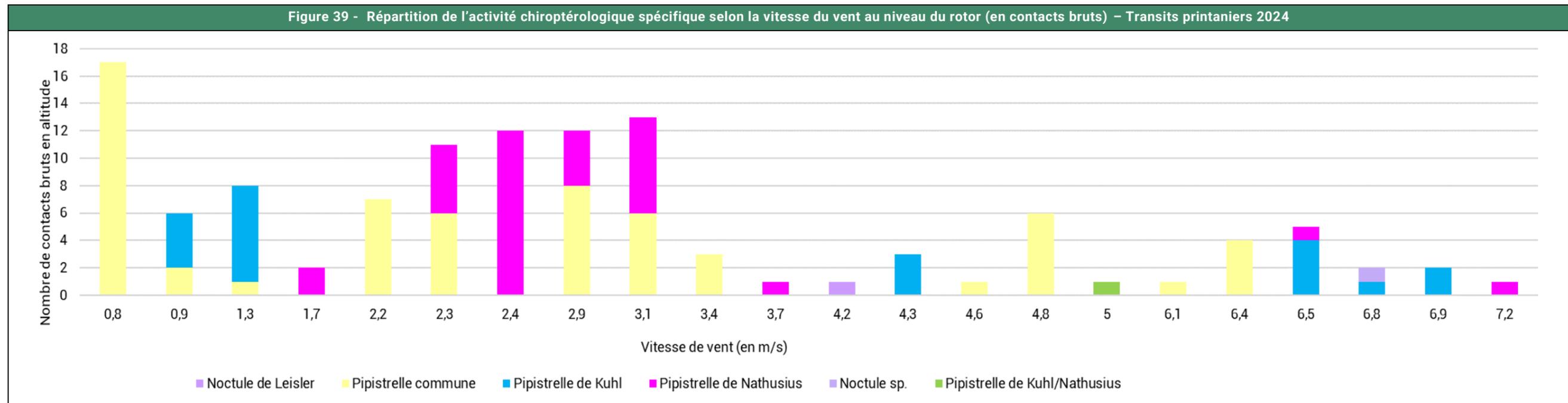
3.1.2. Répartition de l'activité spécifique après la tombée de la nuit durant les transits printaniers



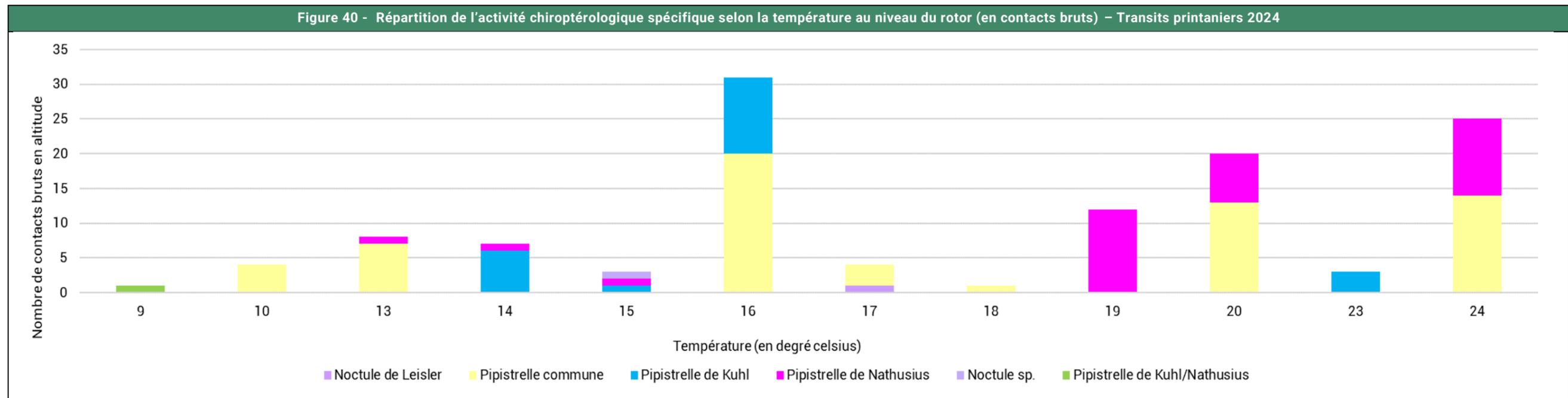
Durant les transits printaniers, les chiroptères sont actifs toute la nuit, notamment la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius. On notera que 90% des contacts ont été enregistrés durant les 4 premières heures de la nuit.

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

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 printaniers, la majorité des contacts ont été enregistrés avec des vents d'une vitesse inférieure à 4,5 mètres par seconde. 90 % de l'activité a quant à elle été recensée pour une vitesse inférieure à 5,5 mètres par seconde. Pour des vitesses de vent plus élevées, les contacts recensés sont principalement liés aux pipistrelles commune, de Kuhl et de Nathusius (jusqu'à 7,2 m/s).

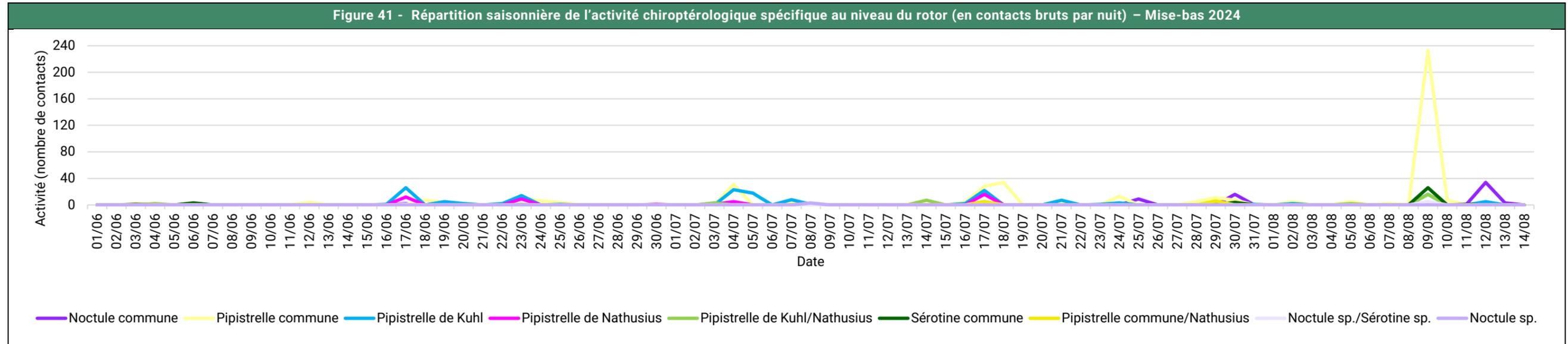


En période de transits printaniers, la majorité des contacts ont été enregistrés à des températures supérieures à 15°C. Un net décrochage est observé en dessous de 13°C. Quelques contacts du couple Pipistrelle de Kuhl/Nathusius ont été relevés jusqu'à 9°C.

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

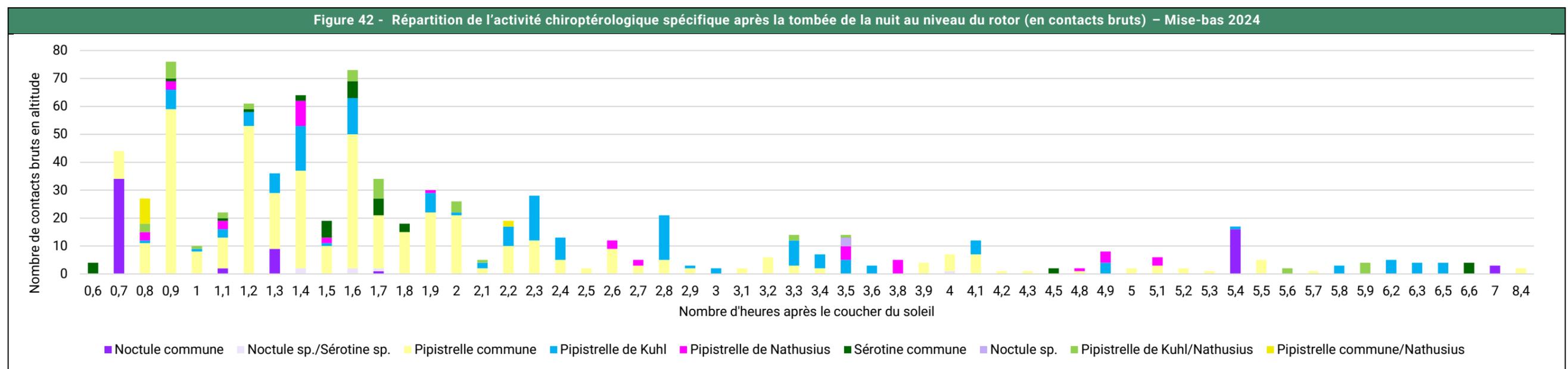
3.2.1. Répartition journalière de l'activité spécifique durant la mise-bas

Le graphique suivant représente l'activité chiroptérologique au niveau du rotor de l'éolienne en nombre de contacts bruts pour chaque espèce contactée et pour chacune des nuits d'enregistrement sur l'ensemble de la période considérée.



L'activité chiroptérologique est très réduite pendant le mois de mai. Seulement quelques contacts de la Sérotine commune et de la Pipistrelle commune ont été recensés. La période d'activité maximale pour la Pipistrelle commune a lieu entre la mi-juillet et la mi-août. L'activité de la Sérotine commune s'intensifie début août avec un pic d'activité le 9 août (26 contacts). De même pour la Noctule commune avec un pic le 12 août (34 contacts). Les activités de la Pipistrelle de Nathusius et de la Pipistrelle de Kuhl restent ponctuelles et réduites (moins de 30 contacts) sur la période de mise-bas.

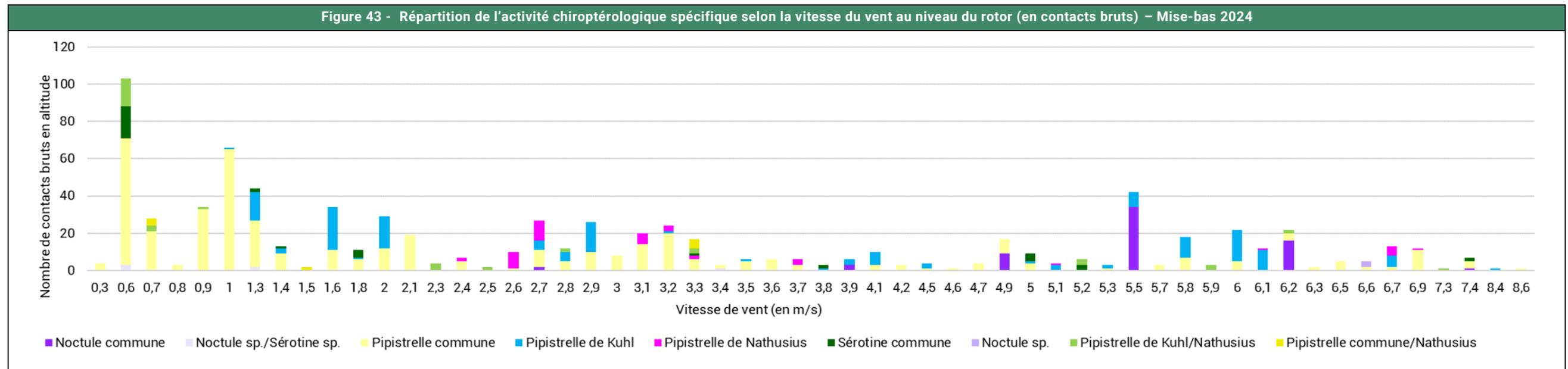
3.2.2. Répartition de l'activité spécifique après la tombée de la nuit durant la mise-bas



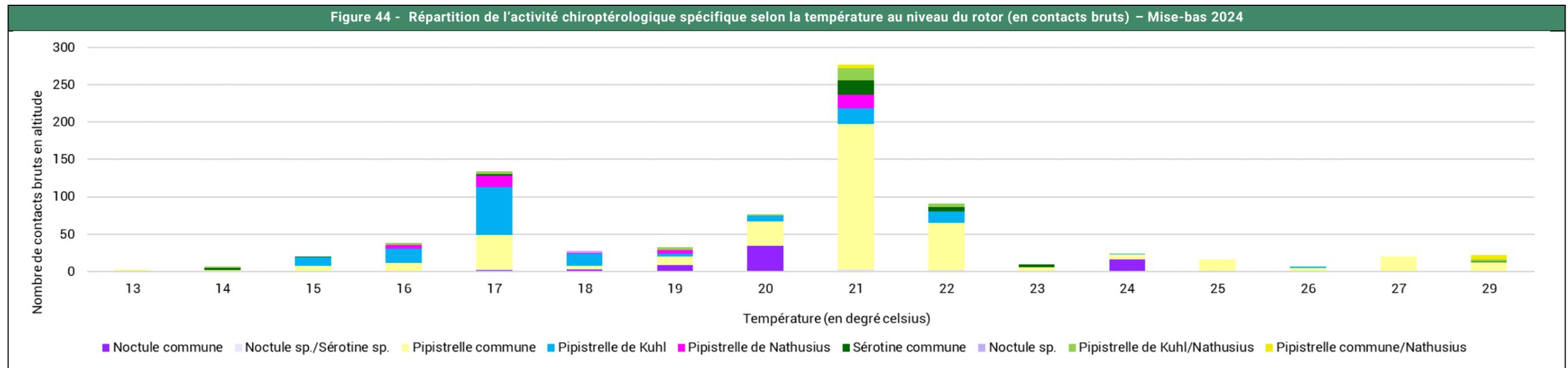
Durant la mise-bas, les chiroptères sont actifs toute la nuit, notamment la Pipistrelle commune et la Noctule commune. On notera que la majorité des contacts ont été enregistrés durant les 4,2 premières heures de la nuit.

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

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 mise-bas, la majorité des contacts ont été enregistrés avec des vents d'une vitesse inférieure à 5 mètres par seconde. Pour des vitesses de vent plus élevées, les contacts recensés sont principalement liés à la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle commune (jusqu'à 8,4 m/s).

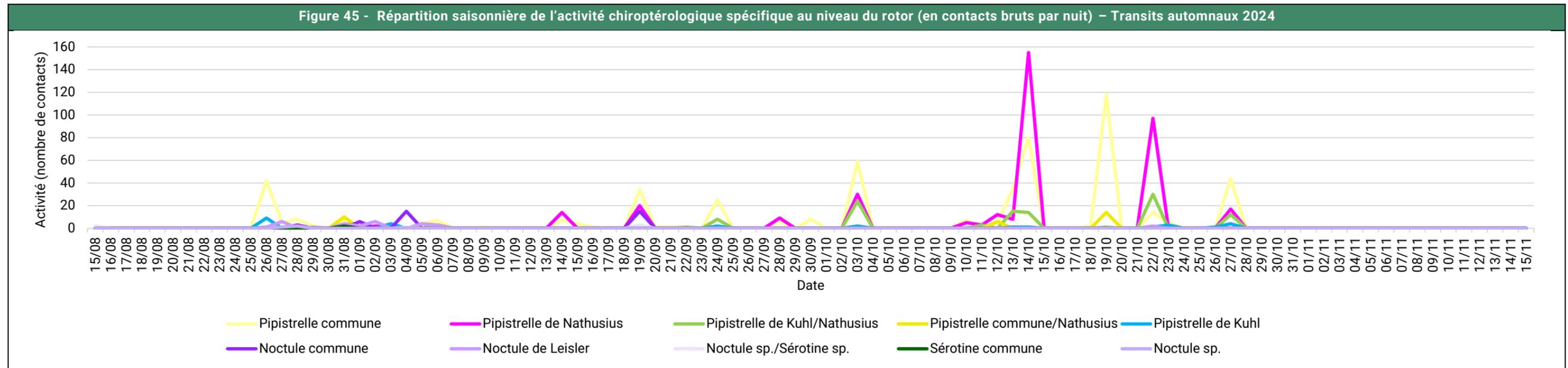


En période de mise-bas, la majorité des contacts ont été enregistrés à des températures supérieures à 16°C et 95 % des contacts le sont au-dessus de 18°C. Quelques contacts de Sérotine commune, de Pipistrelle de Kuhl et de Pipistrelle commune sont encore relevés jusqu'à 13°C.

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

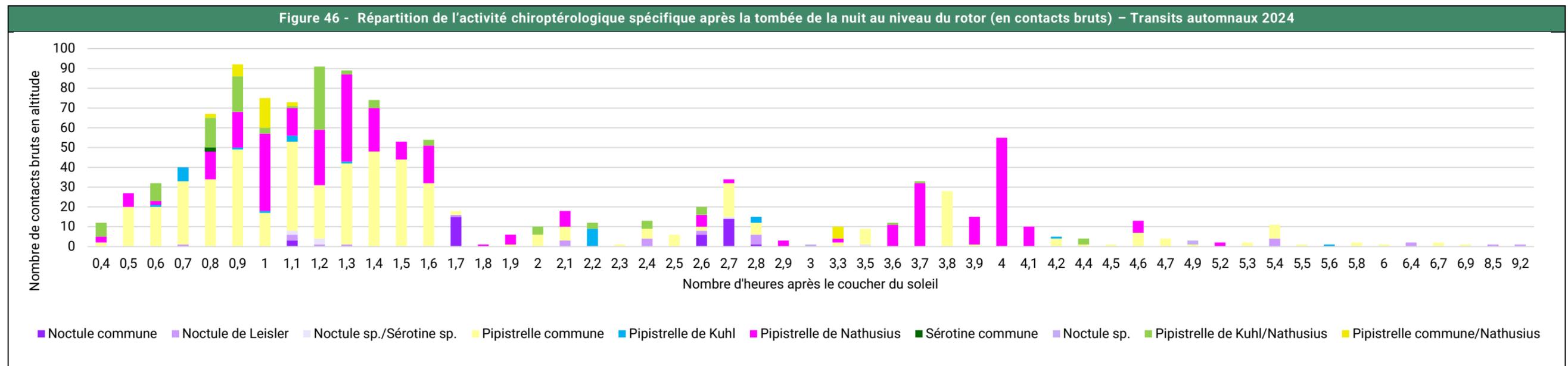
3.3.1. Répartition journalière de l'activité spécifique durant les transits automnaux

Le graphique suivant représente l'activité chiroptérologique au niveau rotor de l'éolienne en nombre de contacts bruts pour chaque espèce contactée et pour chacune des nuits d'enregistrement sur l'ensemble de la période considérée.



L'activité chiroptérologique est maximale en octobre, notamment pour la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune. Leurs pics d'activité sont atteints respectivement le 14 octobre (155 contacts) et le 19 octobre (118 contacts). Ils pourraient correspondre à une activité migratoire. La Noctule de Leisler et la Noctule commune montrent une activité réduite (maximum de 15 contacts bruts) concentrée sur le mois de septembre. L'activité de la Pipistrelle de Kuhl, quant à elle, est plutôt réduite et ponctuelle sur la période.

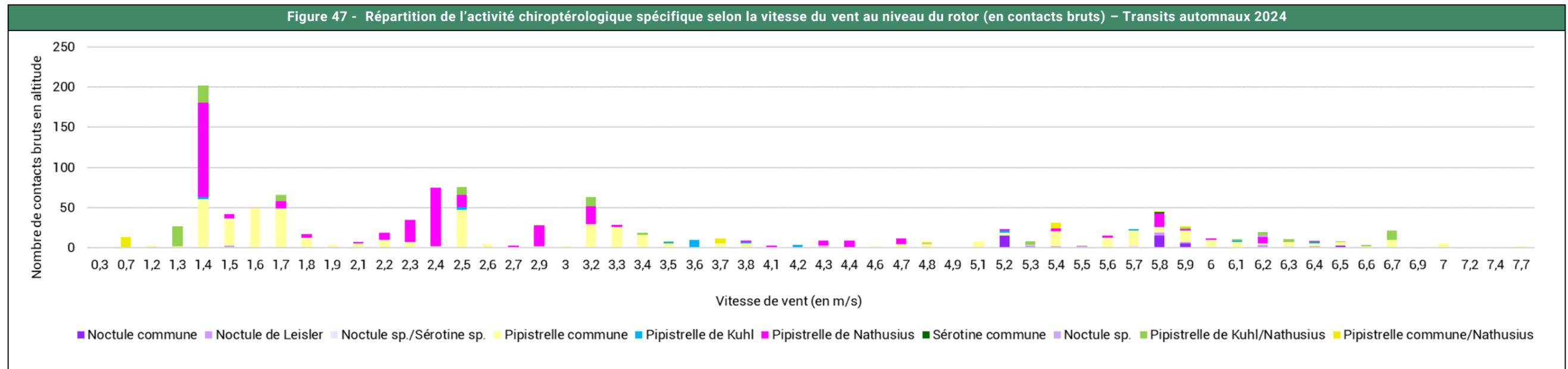
3.3.2. Répartition de l'activité spécifique après la tombée de la nuit durant les transits automnaux



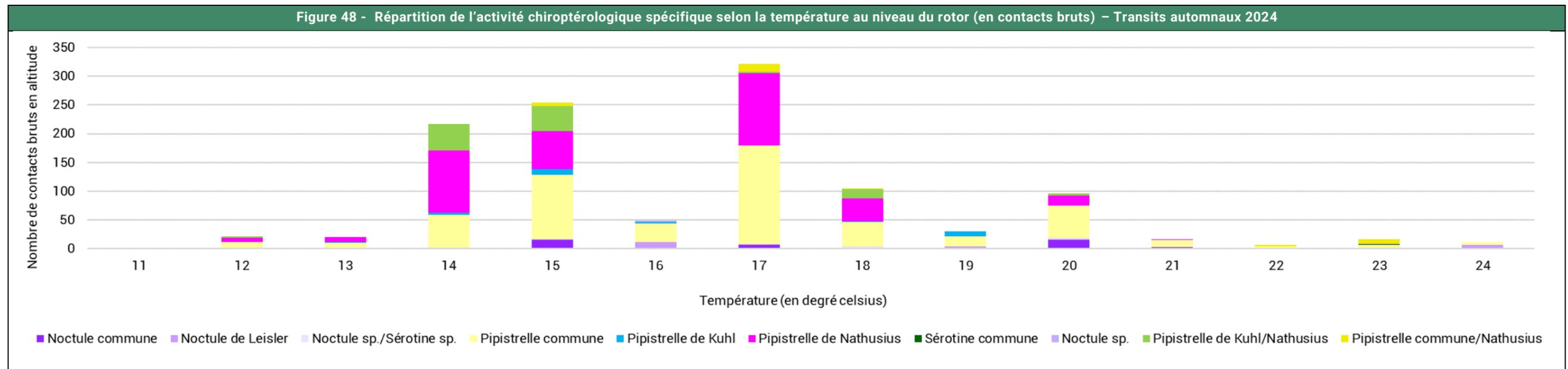
Durant les transits automnaux, les chiroptères sont actifs toute la nuit, notamment la Noctule commune. On notera que la majeure partie des contacts ont été enregistrés durant les 4,4 premières heures de la nuit.

3.3.3. 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, la plus grande partie des contacts ont été enregistrés avec des vents d'une vitesse inférieure à 5,5 mètres par seconde. Pour des vitesses de vent plus élevées, les contacts recensés sont principalement liés à la Pipistrelle commune (jusqu'à 7 m/s).



En période de transits automnaux, la majorité des contacts ont été enregistrés à des températures supérieures à 16°C. Un net décrochage est observé en dessous de 12°C. Quelques contacts de Pipistrelle de Kuhl ont été relevés jusqu'à 11°C.

4. SYNTHÈSE DES SENSIBILITÉS

4.1. NIVEAUX D'ACTIVITÉ PAR NUIT

Figure 49 - Nombre de nuits d'échantillonnage			
Nuits	Nombre de nuits par saison		
	Printemps	Été	Automne
Échantillonnées	91	74	85
Ayant présenté une activité chiroptérologique	11	41	35

L'analyse a montré qu'au printemps, une activité chiroptérologique s'observait durant 12,1% des nuits, en été durant 55,4% et en automne durant 41,2% des nuits.

Figure 50 - Nombre de nuit d'activité par niveau d'activité et par saison toutes espèces confondues				
Niveaux d'activité	Nombre de nuits d'activité par saison			Total
	Printemps	Été	Automne	
Faible	3	5	5	13
Modéré	0	7	2	9
Assez fort	5	15	10	30
Fort	0	5	9	14
Très fort	3	9	9	21
Total	11	41	35	-

Au printemps, l'activité a surtout été équilibrée entre faible et assez forte. En été, elle a majoritairement été assez forte, mais avec un équilibre sur les extrêmes et en automne une répartition équilibrée entre assez forte, fort et très fort.

En été, l'activité est irrégulière et variable en termes d'intensité. Neuf nuits présentent une activité très forte et cinq nuits présentent une activité faible.

L'automne est la saison qui présente la plus grande activité chiroptérologique au niveau de l'intensité avec trois fois plus de nuits d'activité forte et très forte qu'au printemps.

L'ensemble montre donc une activité assez disparate, puis une activité plus soutenue en automne. 75% des niveaux d'activité spécifiques sont assez forts et plus. Les nuits de présence assez forte à très forte sont essentiellement concentrées sur les périodes estivale et automnale.

4.2. 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 51 - 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 échancrées	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

Six espèces déterminées de chiroptères ont été inventoriées durant ce protocole d'écoute. Toutes sont protégées en France et toutes, exceptée la Pipistrelle de Kuhl, sont patrimoniales en raison de leurs statuts de conservation défavorables sur au moins une des listes rouges étudiées.

L'analyse des niveaux d'activité saisonniers 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 52 - Sensibilité à la collision estimée par espèce et par saison

Espèces	Sensibilité à la collision estimée		
	Transits printaniers	Mise-bas	Transits automnaux
Noctule commune	Non évaluée	Modéré	Modéré
Noctule de Leisler	Très faible	Non évaluée	Modéré
Noctule sp.	Très faible	Très faible	Faible
Pipistrelle commune	Modéré	Modéré à fort	Fort
Pipistrelle commune/Nathusius	Non évaluée	Très faible	Très faible
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Modéré	Faible

Figure 52 - Sensibilité à la collision estimée par espèce et par saison			
Espèces	Sensibilité à la collision estimée		
	Transits printaniers	Mise-bas	Transits automnaux
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	Très faible	Faible	Modéré
Pipistrelle de Nathusius	Très faible	Faible	Modéré
Sérotine commune	Non évaluée	Faible	Très faible
Noctule sp./Sérotine sp.	Non évaluée	Très faible	Très faible

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.

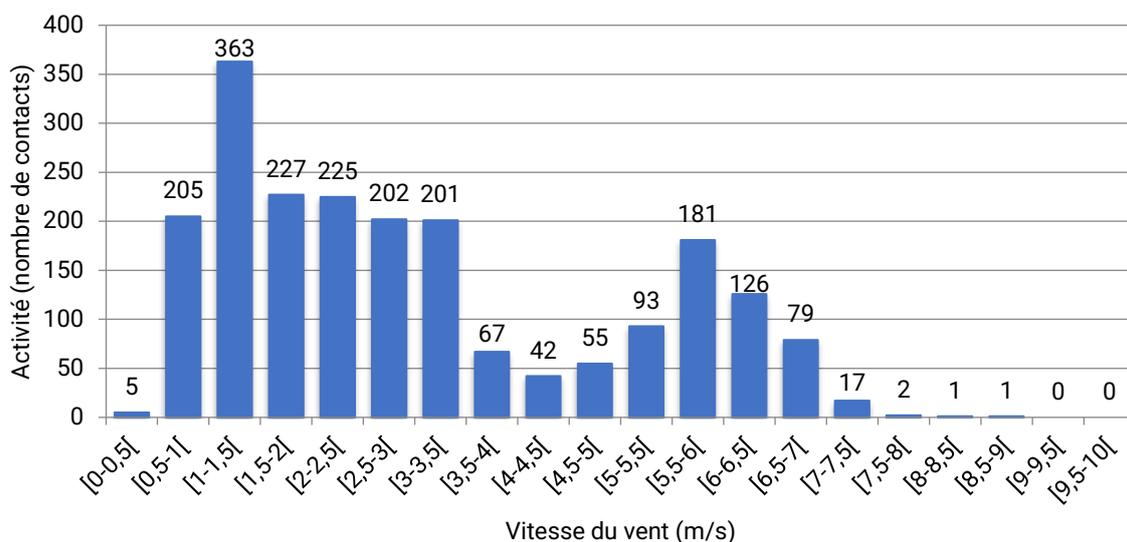
C'est pourquoi la Noctule de Leisler et la Noctule commune ainsi que la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune sont marquées par une sensibilité modérée à forte notamment en période de mise bas et de transits automnaux. Au cours de la période de mise-bas, toutes les espèces présentent un risque de mortalité faible à très faible, excepté la Pipistrelle commune, la Noctule commune et la Pipistrelle de Kuhl qui sont marquées par un risque modéré à fort au cours de la mise-bas.

Le chapitre suivant permettra de corrélérer divers facteurs extérieurs avec l'activité globale des chauves-souris afin d'aboutir à une compréhension plus fine de leur exploitation du secteur.

5. CORRELATION DE L'ACTIVITE ENREGISTREE AU NIVEAU DE L'EOLIENNE AVEC LES PRINCIPAUX FACTEURS EXTERIEURS

5.1. LA VITESSE DE VENT

Figure 53 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent (en nombre de contacts)



Les données montrent que localement, l'activité a eu lieu entre 0 et 9 m/s à hauteur de nacelle.

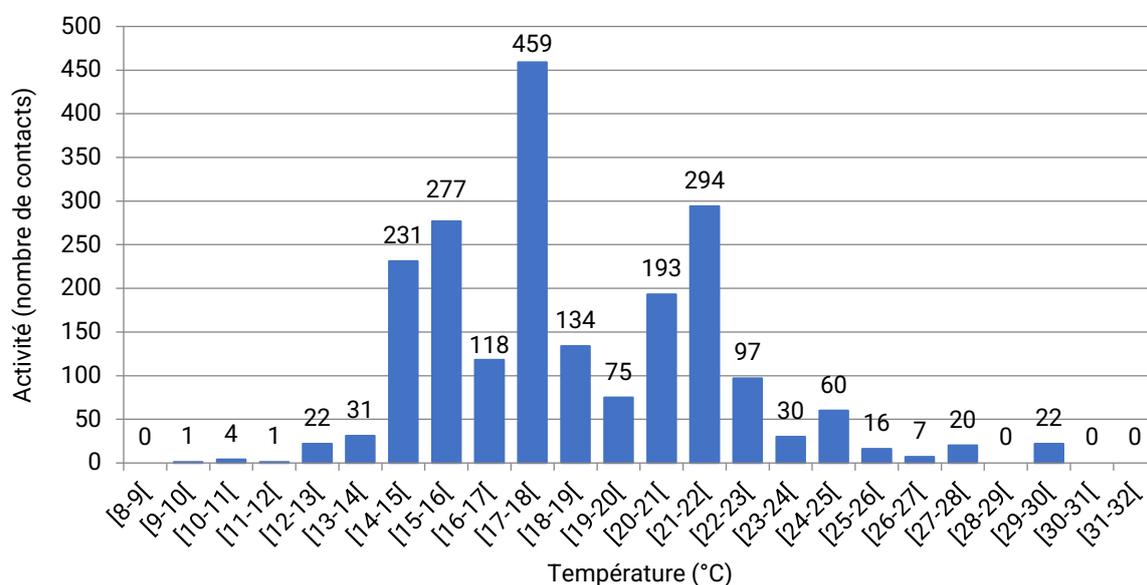
Figure 54 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent

Classe de vitesse du vent (en m/s)	Nombre de contacts (année)	Pourcentages	Pourcentages cumulés
$X < 3$	1227	58,65%	58,65%
$3 \leq X < 4$	268	12,81%	71,46%
$4 \leq X < 5$	97	4,64%	76,10%
$5 \leq X < 5,5$	93	4,45%	80,54%
$5,5 \leq X < 6$	181	8,65%	89,20%
$6 \leq X < 6,5$	126	6,02%	95,22%
$6,5 \leq X < 7$	79	3,78%	99,00%
$7 \leq X < 7,5$	17	0,81%	99,81%
$7,5 \leq X < 8$	2	0,10%	99,90%
$X \geq 8$	2	0,10%	100,00%
Total	2 092	100,00%	-

Les données montrent que l'activité se concentre plutôt sous les 6,5 m/s de vent à hauteur de nacelle (95,22% des contacts enregistrés).

5.2. LA TEMPERATURE

Figure 55 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures (en nombre de contacts)



Les données montrent que l'activité s'est répartie de 9 à 30°C (température mesurée à l'extérieur de la nacelle).

Figure 56 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures

Classe de températures (en °C)	Nombre de contacts	Pourcentages	Pourcentages cumulés
$X < 10$	0	0,00%	0,00%
$10 \leq X < 11$	4	0,19%	0,19%
$11 \leq X < 12$	1	0,05%	0,24%
$12 \leq X < 13$	22	1,05%	1,29%
$13 \leq X < 14$	31	1,48%	2,77%
$14 \leq X < 15$	231	11,04%	13,81%
$15 \leq X < 16$	277	13,24%	27,06%
$16 \leq X < 17$	118	5,64%	32,70%
$17 \leq X < 18$	459	21,94%	54,64%
$18 \leq X < 20$	209	9,99%	64,63%
$20 \leq X < 25$	674	32,22%	96,85%
$X \geq 25$	65	3,11%	100,00%
Total	2 092	100,00%	-

Au total, **97,23%** des contacts ont été enregistrés pour des températures supérieures ou égales à 13°C.

5.3. LE MOIS

Figure 57 - Nombre de contacts enregistrés en fonction du mois d'écoute

Mois de l'année	Nombre de contacts	Pourcentages	Pourcentages cumulés
Mars	1	0,05%	0,05%
Avril	42	2,01%	2,06%
Mai	76	3,63%	5,69%
Juin	125	5,98%	11,66%
Juillet	315	15,06%	26,72%
Août	473	22,61%	49,33%
Septembre	230	10,99%	60,33%
Octobre	830	39,67%	100,00%
Total	2 092	100,00%	-

L'activité est globalement assez faible sur la première partie de l'année, variant de 1 à 125 contacts par mois puis modérée à forte la seconde partie de l'année, 230 à 830 contacts par mois. Il apparaît que les chauves-souris sont surtout présentes durant les mois d'août, de septembre et d'octobre (73,3% des contacts). Le mois qui présente la plus grande activité est le mois d'octobre avec 830 contacts bruts.

Une étude menée en Loire-Atlantique par le GMB a démontré que les chiroptères étaient surtout victimes des éoliennes entre juillet et octobre. La Noctule commune est davantage retrouvée en août (avec plus de dix cas recensés en juillet et en septembre) tandis que la Pipistrelle de Nathusius l'était en septembre et en octobre. Ces conclusions sont obtenues à partir d'un faible échantillonnage, mais permettent d'émettre des hypothèses concernant les périodes à risques pour les chiroptères.

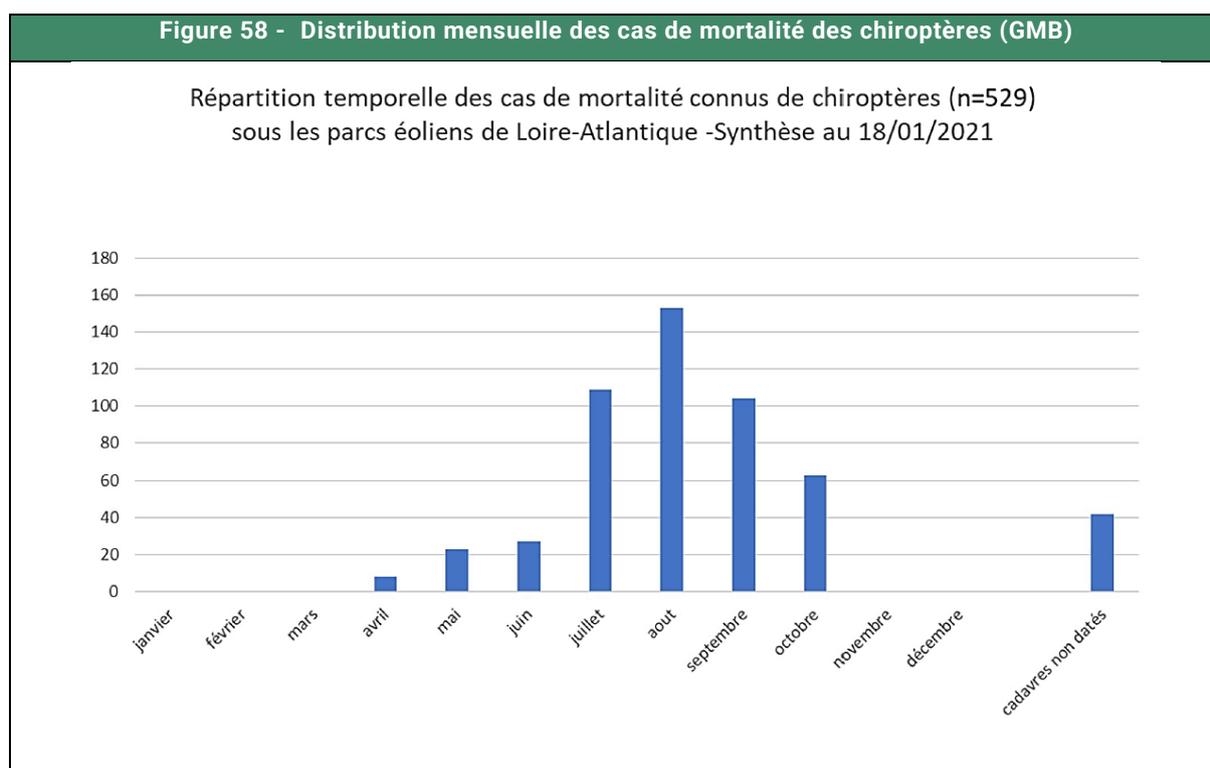


Figure 59 - Distribution mensuelle des cas de mortalité de la Noctule commune (GMB)

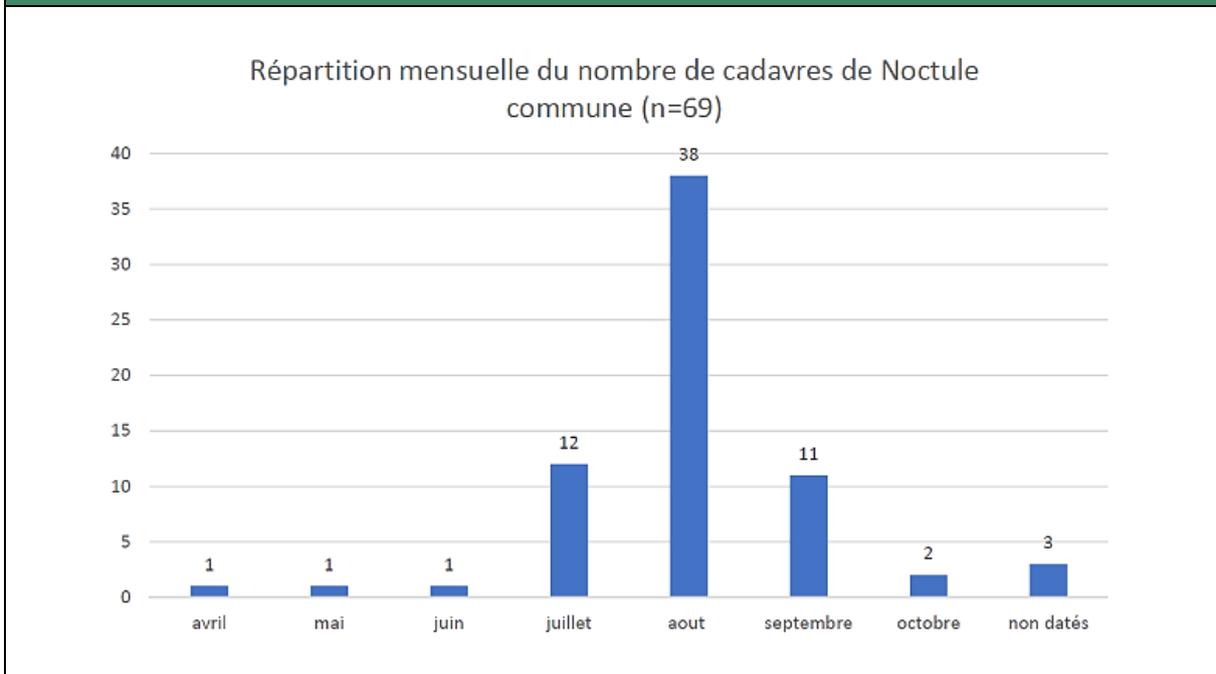
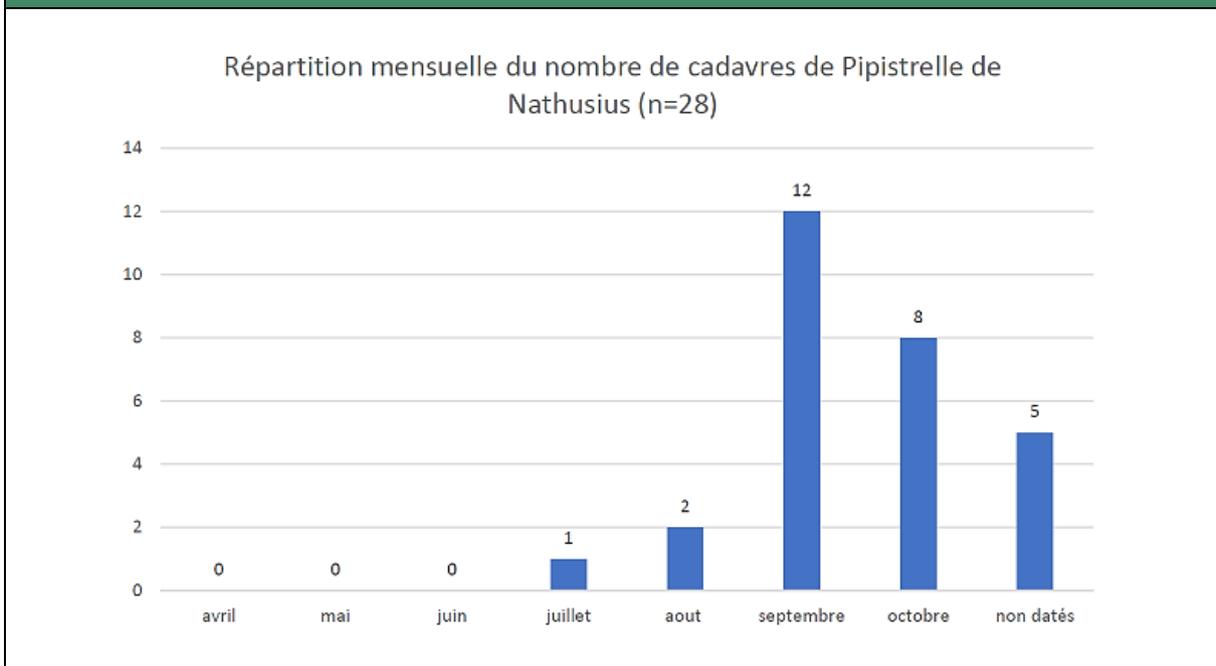


Figure 60 - Distribution mensuelle des cas de mortalité de la Pipistrelle de Nathusius (GMB)



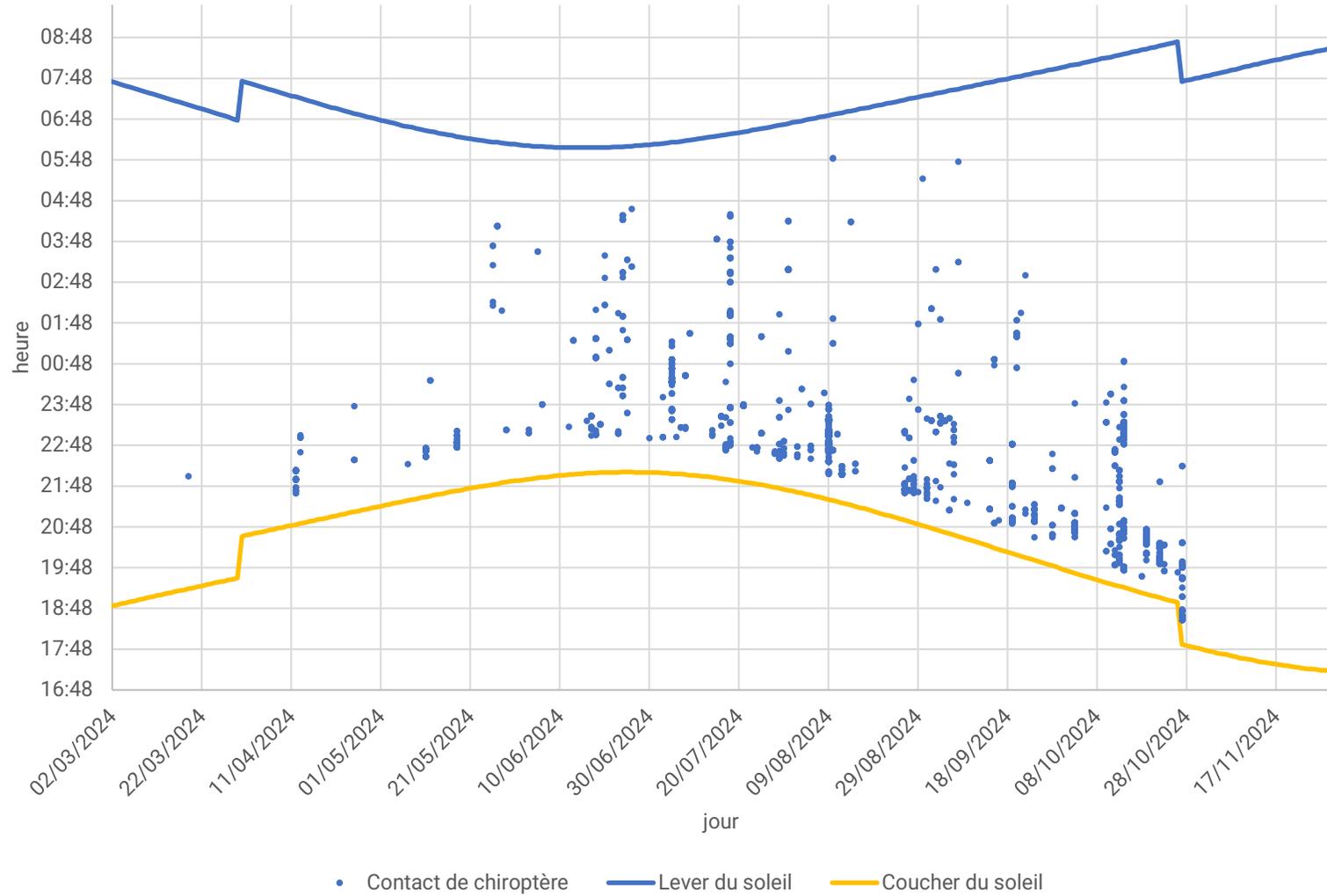
5.4. L'HEURE DE LA NUIT

5.4.1. Heure après le coucher de soleil

Figure 61 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit		
Heure de passage	Nombre de contacts	Pourcentages cumulés
Du coucher à 1h après le coucher	677	32,36%
Du coucher à 2h après le coucher	808	70,98%
Du coucher à 3h après le coucher	215	81,26%
Du coucher à 4h après le coucher	246	93,02%
Du coucher à 5h après le coucher	55	95,65%
Du coucher à 6h après le coucher	56	98,33%
Du coucher à 7h après le coucher	31	99,81%
Du coucher à 8h après le coucher	0	99,81%
Du coucher à 9h après le coucher	4	100,00%
Du coucher à 10h après le coucher	0	100,00%
Du coucher à 11h après le coucher	0	100,00%
Du coucher à 12h après le coucher	0	100,00%
Du coucher à 13h après le coucher	0	100,00%
Du coucher à 14h après le coucher	0	100,00%
Toute la nuit	2092	100,00%

Il apparait que l'activité a majoritairement eu lieu pendant les **4 heures** qui ont suivi le coucher du soleil (93,02% de l'activité). Ce paramètre est le plus difficile à appréhender, car il dépend fortement des conditions météorologiques et de la période.

Figure 62 - Cycle circadien d'après les données 2024



6. VERIFICATION DE L'EFFICACITE DU BRIDAGE ET AMELIORATION

6.1. BRIDAGE ACTIF EN 2024

Le suivi post-implantation réalisé en 2022 préconisait une correction du plan de bridage des cinq éoliennes :

Figure 63 - Plan de bridage mis en place en 2023								
	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Éolienne concernée	E1 – E2 – E3 – E4 – E5							
Vent (m/s)	< 5 m/s		< 7 m/s				< 6,5 m/s	
Température (°C)	> 12°C	> 13°C		> 14°C	> 15°C		> 14°C	> 13°C
Heure après CS	« +0 à +6 heures »			« +0 à +6,5 heures »	« +0 à +6 heures »	« +0 à +8 heures »	« +0 à +7 heures »	« +0 à +8,5 heures »
% de couverture d'activité 2022	100%	74%	82%	80%	86%	95%	86%	
Pluviométrie	≤ 5 mm/heure (ou ≤0,83 mm/min)							

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.

Le tableau ci-dessous compare les conditions de bridage avec les contacts de chiroptère.

Figure 64 - Nombre de contacts et nombre de contacts protégés par le bridage du 01/03 au 31/10 2024		
Paramètre	Nombre de contacts	Pourcentage d'activité
Nombre de contacts non protégés par le bridage	73	3,49%
Nombre de contacts protégés par le bridage	2 019	96,51%
Total	2 092	100,00 %

Le bridage mis en place au 1^{er} mars 2024 a permis de couvrir **96,51 %** de l'activité chiroptérologique enregistrée du 1^{er} mars au 31 octobre 2024. Ce taux de protection global est satisfaisant.

Il est également 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).

Figure 65 - Nombre de contacts protégés par le bridage par espèce en 2024		
Espèce	Nombre de contacts détectés en 2024 du 01/03 au 31/10	Nombre de contacts protégés (pourcentage protégé)
Noctule commune	104	103 (99%)
Noctule de Leisler	30	28 (93,3%)
Noctule sp.	7	7 (100%)
Total Noctules	141	138 (99,7%)
Pipistrelle commune	1040	1003 (96,4%)
Pipistrelle de Kuhl	211	208 (98,6%)
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	154	147 (95,5%)
Pipistrelle de Nathusius	453	435 (96,0%)
Sérotine commune	38	33 (86,8%)
Pipistrelle commune/Nathusius	42	42 (100%)
Noctule sp./Sérotine sp.	13	13 (100%)
Total	2 092	2019 (96,5%)

Comparé par espèce, le bridage se montre globalement efficace, mais avec une faiblesse au niveau de la protection de l'activité de la Sérotine commune (86,8%). Le faible nombre de contacts de la Sérotine commune (38 contacts bruts) et les cinq contacts non protégés ne peuvent être représentatifs de l'efficacité du bridage pour cette espèce.

Les noctules indéterminées n'ont pas fait l'objet de suffisamment de contacts pour que leurs pourcentages d'activité couverts par le bridage soient pertinents. C'est pour cela qu'un regroupement de l'ensemble des noctules apparaît dans le tableau. Ainsi, 99,7% de l'ensemble des noctules ont été contactées dans les conditions de bridage.

6.3. SYNTHÈSE DES DONNÉES RELATIVES À L'ACTIVITÉ CHIROPTÉROLOGIQUE AU NIVEAU DU ROTOR

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

- **Transits printaniers 2024** : Activité faible sur toute la période avec quelques pics d'activité mi-avril et mi-mai notamment pour la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune ;
- **Mise-bas 2024** : Activité très réduite pendant le mois de mai – Activité maximale pour la Pipistrelle commune entre la mi-juillet et la mi-août. L'activité de la Sérotine commune et de la Noctule commune s'intensifie début août;
- **Transits automnaux 2024** : Activité maximale en octobre, notamment pour la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune – Activité de la Noctule de Leisler et de la Noctule commune concentrée sur le mois de septembre.

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

- **Transits printaniers 2024** :
 - L'activité se concentre durant les 4 premières heures de la nuit.
 - L'activité se concentre à moins de 4,5 m/s de vent.
 - L'activité se concentre à plus de 15°C.
- **Mise-bas 2024** :
 - L'activité se concentre durant les 4,2 premières heures de la nuit.
 - L'activité se concentre à moins de 5 m/s de vent.
 - L'activité se concentre à plus de 16°C.
- **Transits automnaux 2024** :
 - L'activité se concentre durant les 4,4 premières heures de la nuit.
 - L'activité se concentre à moins de 5,5 m/s de vent.
 - L'activité se concentre à plus de 16°C.

Autres éléments à retenir :

- La diversité spécifique est moyenne et l'activité est plus marquée durant les transits automnaux.
- Présence d'espèces de haut vol et/ou migratrices au niveau du rotor (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle de Kuhl, Sérotine commune, Noctule commune et Noctule de Leisler).

- Le cortège au niveau du rotor est principalement dominé par la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius durant toute la période d'étude, suivies par la Sérotine commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule commune durant la mise-bas.
- Le bridage mis en place à partir du 1^{er} mars 2024 a permis de protéger 96,5% de l'activité chiroptérologique.

DISCUSSION ET MESURES CORRECTIVES

DISCUSSION ET MESURES CORRECTIVES

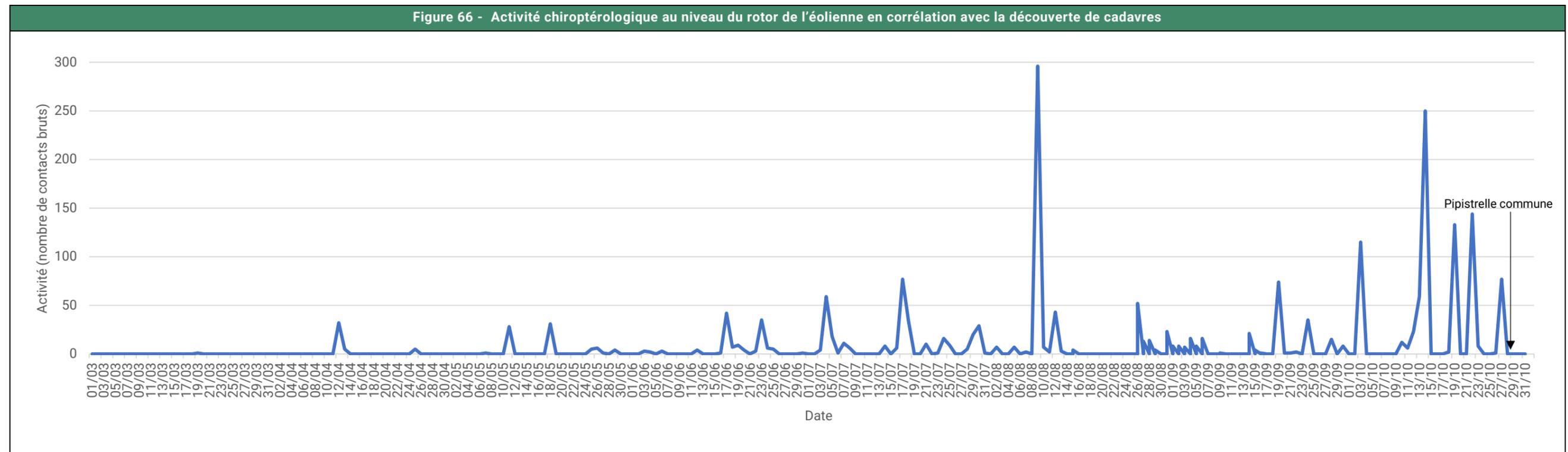
1. COMPARAISON ENTRE LES DONNEES DE MORALITE ET LES ECOUTES CHIROPTEROLOGIQUE

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

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

- 29/10/2024 : 1 cadavre de Pipistrelle commune.

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



Au regard des pics d'activités et de la mortalité faible ou absente leur succédant, il est difficile d'affirmer que la découverte des cadavres est à mettre en lien avec l'activité chiroptérologique.

2. COMPARAISON AVEC LES RESULTATS DE L'ETAT INITIAL

2.1. FLORE

Les habitats naturels ont peu évolué entre l'état initial et le suivi post-implantation. Les milieux cultivés sont toujours présents. En ce qui concerne les éléments boisés, les haies sont toujours présentes à l'exception de celle à l'est de E1 qui a été coupée.

2.2. AVIFAUNE

L'Alouette lulu est la seule espèce retrouvée morte figurant dans l'étude d'impact.

2.3. CHIROPTERES

L'étude d'impact fait état de trois espèces : le Murin à moustaches, le Murin de Daubenton et la Pipistrelle commune.

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 souris sur une surface relativement restreinte et dans un paysage dégagé (comme ça a été le cas ici), il peut être extrêmement aisé pour un prédateur tel qu'un renard de rafler 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 suite à 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. Dans le cas de la présente étude, les cultures de maïs sont particulièrement gênantes. 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 67 - Influence des différents indices sur les projections calculées

Saison	Qualité de l'indice			Finalité
	Efficacité de l'observateur	Persistance	Surface prospectée	
Printemps 2024	Bonne (84 %)	Modérée (4,22 jours)	Moyenne (50 %)	Surestimation des cas
Été 2024	Bonne (76 %)	Modérée (4,48 jours)	Moyenne (58 %)	Surestimation des cas
Automne 2024	Bonne (68 %)	Modérée (4,74 jours)	Moyenne (45 %)	Surestimation des cas

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, comme c'est 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.

Les résultats proposés ici sont ainsi supposés globalement 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

Figure 68 - Espèces d'oiseaux impactées

Espèce	Nombre de cas			Etat des populations (STOC 1989-2019)
	2017	2023	2024	
Alouette lulu			1	-6,3 %
Buse variable			1	-7,6 %
Epervier d'Europe			1	-15,9 %
Etourneau sansonnet			1	+22,4 %
Martinet noir	1		3	-46,2 %
Pigeon ramier			1	+100,1 %
Pinson des arbres			1	+ 4,9 %
Pouillot véloce			1	-11 %

Le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) mené entre 1989 et 2019 fait état d'une diminution des populations du Martinet noir (- 46,2%).

4.2. CHIROPTERES

Figure 69 - Espèce de chauve-souris impactée					
Espèce	Nombre de cas			Contacts en altitude	Etat des populations (STOC 1989-2019)
	2017	2023	2024		
Pipistrelle commune	0	0	1	1 040	-23,6% (-30,3% ; -16,2%)

Vigie Chiro fournit des estimations de déclin des populations de quelques espèces de chauves-souris entre 2006 et 2019. La Pipistrelle commune retrouvée impactée possède un déclin modéré.

4.3. SYNTHÈSE

La mortalité avifaune est dix fois supérieure à celle des chiroptères. L'impact sur les populations est considéré faible au regard du nombre d'individus impacté de chaque espèce concernée. Elle est axée principalement sur les périodes printanière et estivale.

5. REFLEXION SUR LES MESURES CORRECTIVES

5.1.1. Suivi de mortalité

Pour rappel, onze cadavres ont été retrouvés dont dix oiseaux et un chiroptère. Seule l'éolienne E1 ne présente pas de cas de mortalité. Il est difficile de déterminer quelles seraient les raisons pour lesquelles on retrouve des cas de mortalité sous toutes les éoliennes à l'exception d'E1. La saison de migration automnale est la plus impactante.

Les estimatifs de mortalité (Huso entre autres) semblent surestimer la réalité. En effet, lors du suivi, les résultats de la prédation sont élevés ce qui a tendance à augmenter les estimatifs.

Au regard des effectifs retrouvés, nous ne recommandons pas le renouvellement du suivi de mortalité en 2025.

5.1.2. Maintien de l'entretien des plateformes

Afin de limiter l'attractivité des surfaces de surplomb des éoliennes, un entretien régulier est vivement recommandé. Cet entretien peut consister soit en une coupe rase des végétaux, soit en un labourage léger (5-8 cm de profondeur) afin de diminuer la densité en proies potentielles (arthropodes, petits mammifères...). Ceci concerne notamment les rapaces mais bénéficie également aux chiroptères et à tout autre animal volant intéressé par la végétation haute, dense et surtout, pérenne accompagnant la plateforme.

Il est recommandé de réaliser les interventions selon le calendrier suivant :

- Une intervention fin février, avant la période de nidification
- Une intervention à partir de mi-août, après la période de nidification.

La végétation est susceptible de repousser rapidement au printemps. Ces milieux peuvent également être colonisés par des espèces nicheuses. L'intervention de fauche en période de nidification peut donc s'avérer préjudiciable pour les espèces qui exploitent ces milieux.

Au regard de la faible emprise des zones de friche mésophile, nous recommandons la minéralisation de ces espaces dans le but de limiter au maximum l'attractivité de ces milieux pour la faune.



Il est également recommandé de ne pas disposer de graines, de réservoirs d'eau, de tas de fumier ou de branches afin de limiter l'attractivité des abords des éoliennes dans un rayon de 200 mètres autour des éoliennes.

5.1.3. Éviter les dépôts agricoles et les perchoirs à proximité des éoliennes

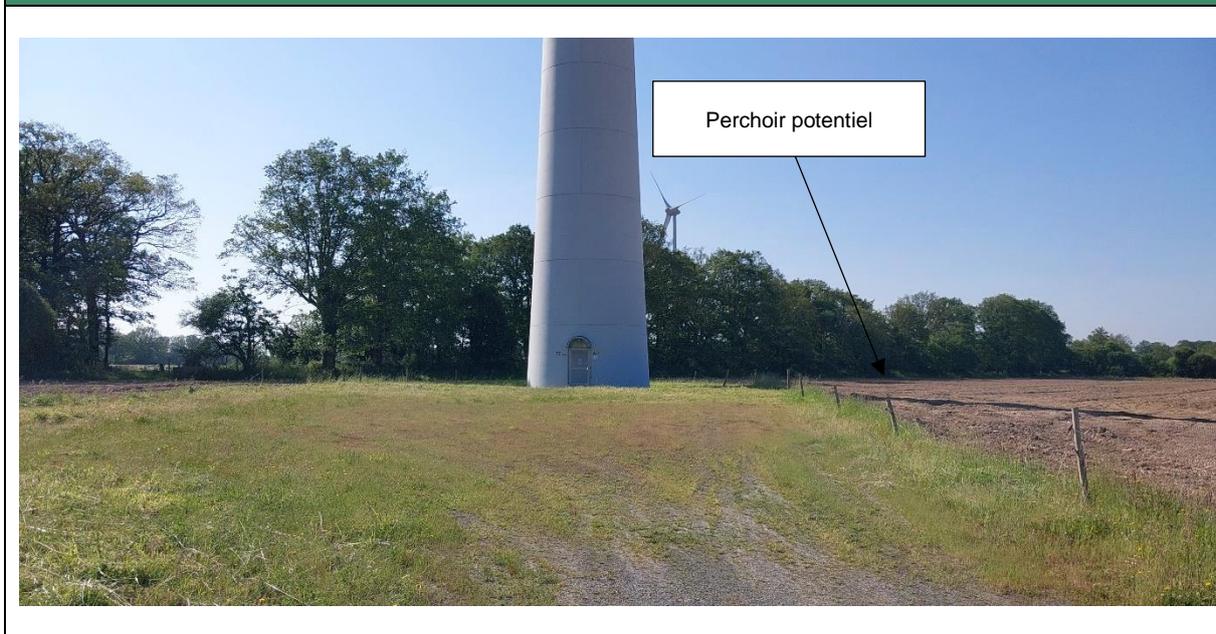
La présence de dépôts agricoles (graines, de réservoirs d'eau, de tas de fumier ou de branches) tend à attirer des insectes et micromammifères pour l'alimentation. Ces espèces sont chassées par les chiroptères, les rapaces (tel le Faucon crécerelle) et certains passereaux (tel le Martinet noir). La présence de dépôts à côté des éoliennes attire ces espèces susceptibles d'entrer en collision avec les pales ou de subir un barotraumatisme. Il est donc possible d'envisager une sensibilisation des agriculteurs du secteur de l'importance de ne pas mettre de dépôts agricoles à proximité des éoliennes.

Il est également conseillé de retirer ou d'aménager toutes les structures pouvant être utilisées comme perchoir pour l'avifaune.

Ainsi, il est recommandé :

- De supprimer ou remplacer les piquets en bois délimitant l'emprise des pourtours des plateformes par des piquets souples sur lesquelles les oiseaux ne pourront pas se poser.
- Équiper les panneaux d'information de systèmes « anti-pigeons » afin d'éviter tout attrait de ces structures pour les rapaces ou autres oiseaux.

Figure 71 - Photographie des perchoirs potentiels (E1, mai 2024)



5.1.4. Révision du plan de bridage

13,2 % des contacts (soit 5 contacts bruts) de la Séroline commune ont été enregistrés en dehors des conditions de bridage. Cette espèce est modérément impactée par l'éolien, cependant, le faible nombre de contacts bruts (38 contacts bruts) et les cinq contacts non protégés ne peuvent être représentatifs de l'efficacité du bridage pour cette espèce.

Le bridage est considéré efficace et ne nécessite pas de révision.

5.1.5. Mise en place de mesures d'accompagnement pour l'avifaune

Considérant les cadavres de Pigeon ramier (1 cas), de l'Alouette lulu (1 cas), de l'Epervier d'Europe (1 cas), le Pouillot véloce (1 cas), le Pinson des arbres (1 cas), l'Etourneau sansonnet (1 cas), les effets résiduels sur ces espèces sont jugés faibles au vu du nombre de cas retrouvés lors des deux années de suivis. Trois cadavres de Martinets noirs ont été découverts au cours du suivi 2024, et un cadavre a été retrouvé lors du suivi en 2016 et 2022.

Dans le but de participer au maintien des populations locales du Martinet noir, le bureau d'études Envöl Environnement recommande la mise en place de mesures d'accompagnement en faveur de cette espèce. Une convention avec plusieurs communes contre l'obstruction des cavités et l'enlèvement des pics anti-pigeons permettrait dans un premier temps de réadapter des milieux propices aux Martinets noirs. Puis, une convention avec plusieurs communes promouvant l'aménagement d'interstices ou niochirs sous les

débords de toit de bâtiments (communaux, habitants volontaires, bâtiments agricoles...) pourrait également être appliquée.

Afin de limiter l'effet de collisions sur ce passereau, les nichoirs devront être installés au-delà de 2000 mètres de toute éolienne.

Il est possible d'installer des nichoirs au sein des façades de bâtiments lorsque les mesures précédentes ne sont pas réalisables. Leur installation doit se faire sur la façade orientée côté nord, nord-est ou est à plus de 5 mètres du sol sous le toit des bâtiments. Cette condition permet de protéger les nichées de la surchauffe et des intempéries. Ces nichoirs doivent être installés loin d'obstacles et de structures pouvant gêner l'envol des Martinets et faciliter la présence de prédateurs.

À titre d'information, le budget moyen d'un nichoir à Martinet est d'environ 150,00 € HT.



Voici deux modèles de nichoirs à martinets vendu (WoodStone® à gauche et Schwegler® à droite). Ces nichoirs sont à installer à même le mur. Le modèle Schwegler peut être encastré dans un mu des bâtiments.

Source : www.wildcare.eu

Les informations suivantes sont à prendre en compte dans la recherche de zones favorables :

Cette espèce sociable vit en colonie. Il est donc préférable de positionner les nichoirs côte à côte ou dans un secteur déjà colonisé.

À noter que les Martinets noirs réalisent, à l'instar des Hirondelles, des ballets aériens le soir accompagnés de cris retentissants, mais que les oiseaux restent tranquilles la nuit.

Contrairement aux Hirondelles qui peuvent salir les façades au-dessous de la colonie avec leurs fientes puisqu'elles expulsent leurs déjections directement depuis l'ouverture du nid, les martinets noirs n'expulsent pas leurs excréments au nid. Les martinets noirs ne défèquent pas dans leur nid. Par ailleurs, leurs déjections ne sont pas liquides, contrairement à celles des hirondelles, mais sont constituées de petites sphères solides. Les parents évacuent les déjections des jeunes, les portant au loin lorsqu'ils partent à la recherche de nourriture. Les martinets ne causent donc aucun dégât aux bâtiments.

Les martinets noirs n'endommagent pas les matériaux de construction et n'amènent que très peu de matériel pour construire leur nid. Cependant, ces virtuoses de la voltige sont aussi de

véritables insecticides, car ils peuvent consommer plus de 10 000 insectes par jour et par individus (insectes de la taille des moucheron et moustiques).

CONCLUSION

CONCLUSION

Les résultats du suivi de mortalité 2024 sont en adéquation avec les impacts potentiels pressentis par les résultats obtenus lors des différents suivis environnementaux.

Pour les oiseaux, dix individus ont été impactés par le parc éolien dont trois individus de Martinet noir. C'est une espèce réputée sensible à la collision et au barotraumatisme notamment lors des épisodes de chasse. **Au regard des cadavres découverts, aucune atteinte à l'état de conservation des populations d'oiseaux n'est envisagée** mais nous proposons de mettre en place une mesure favorisant le maintien de cette espèce au sein des villages voisins (éloignés toutefois de plus de 2 km).

De la même manière pour les chiroptères, les pipistrelles représentent le groupe qui est le plus couramment impacté par le risque de barotraumatisme. **Au regard du nombre de contacts relevé à hauteur de rotor, de la garde au sol relativement importante et de la mise en place d'un bridage efficace, le risque de collision/barotraumatisme est jugé non significatif.**

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AEPE Gingko, 2017. Suivi de la mortalité avifaune et chiroptères du parc éolien de Rétiers (35), 83 p.

AEPE Gingko, 2022. Suivi environnemental 2022 Parc éolien Douves des Epinettes, 46 p.

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, Balades dans l'in audible – identification acoustique des chauves-souris de France. Edition Sittelle. Mens, 51p.

Bas Y, Kerbirou 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.

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.

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

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.

P&T TECHNOLOGIE SAS, 2007. Etude d'impact du Parc éolien « Les Douves des Epinettes » sur les communes de Rétiers et de Martigné-Ferchaud (département Ille-et-Vilaine), 182 p.

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

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

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

UICN France, MNHN, SFPEM & 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 – PRESENTATION DE L'EQUIPE INTERVENANTE

Qualification / Domaine d'intervention	Agent	Expérience – Formation
Envol Environnement		
Chargée de projets Coordinatrice de l'étude Rédaction des études d'impact	Sophie GUINGAND	5 ans d'expérience – Master en Biologie de la Conservation Biodiversité et Gestion
Chargés d'étude Rédaction des inventaires écologiques et expertise de terrain	Louis SIX-GARDIN	2 ans d'expérience – BTS Gestion et Protection de la Nature
	Amicie D'AUGUSTIN	2,5 ans d'expérience - BTS Gestion et Protection de la Nature
	Laura MENOUD	3 ans d'expérience – Master Biodiversité, Conservation et Comportement animal
	Hélène LE GLATIN	5 ans d'expérience – Master en Gestion de l'environnement

ANNEXE 3 – RAPPEL DE BIOLOGIE SUR LES CHIROPTERES

De par leurs mœurs nocturnes, les chauves-souris sont des animaux mal connus, craints, mal aimés voire honnis. 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.

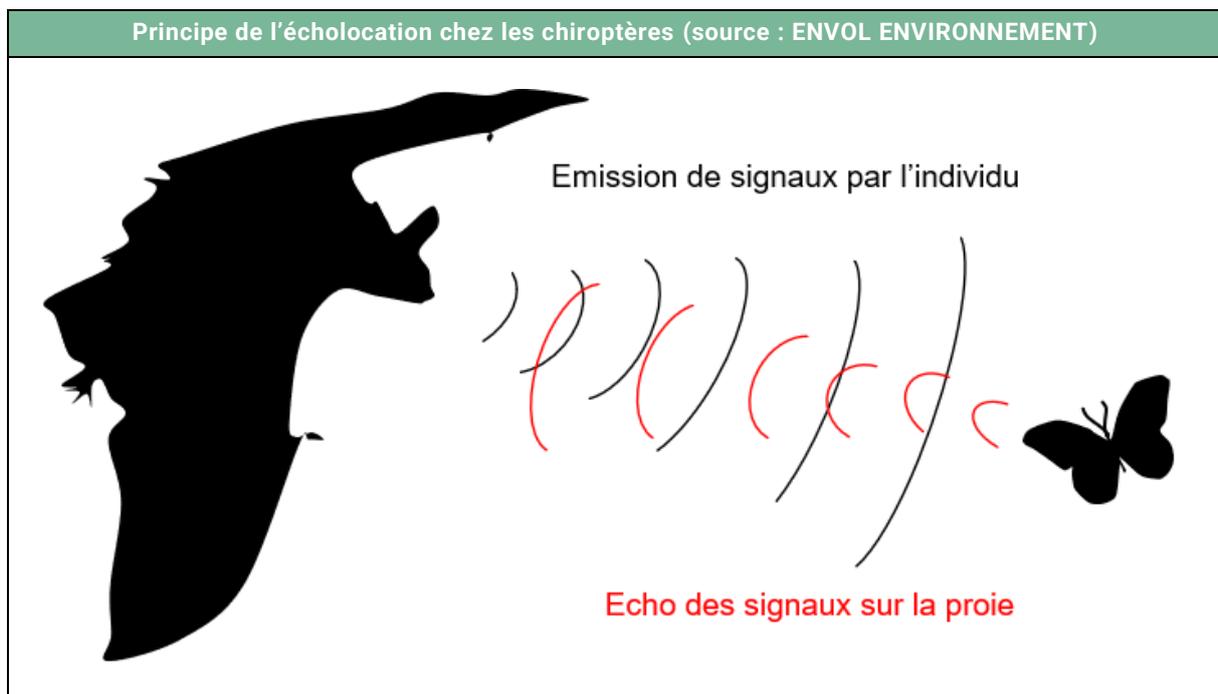
L'écholocation

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.

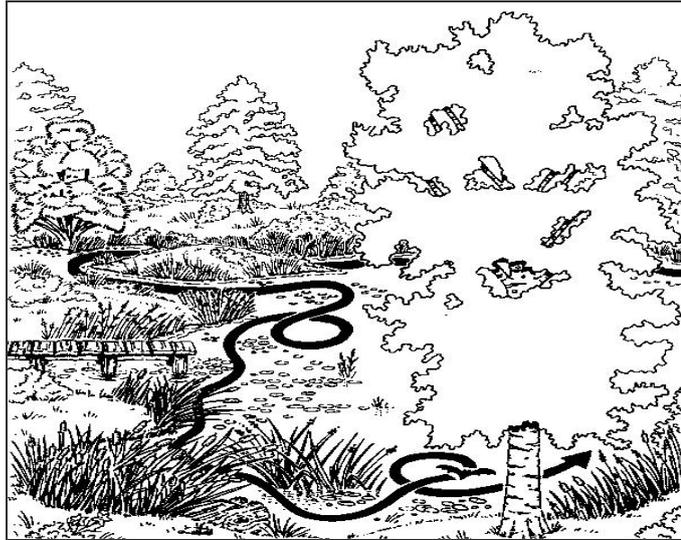


La chasse et l'alimentation

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, fauvelles...) 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 époussette. 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.



Colonie de reproduction de Petits Rhinolophes dans le grenier d'une bâtisse abandonnée



Colonie 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...

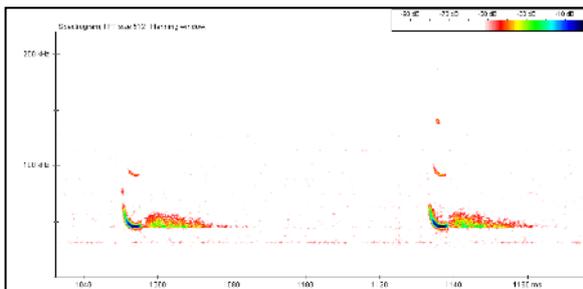
ANNEXE 4 – METHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES SIGNAUX ULTRASONIQUES

Détermination spécifique à partir des signaux bruts

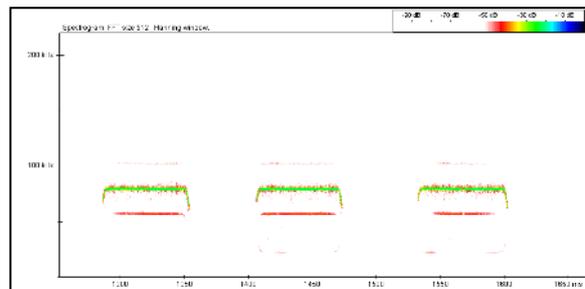
Chaque espèce de chiroptère émet un cri qui lui est propre. Ce signal ultrasonore n'est pas perceptible à l'oreille humaine mais peut être enregistré grâce à des appareils spéciaux tel que le détecteur Pettersson D240X ou des enregistreurs en continu comme le Audiomoth. Les enregistrements issus de la phase terrain sont ensuite traités en phase bureau à l'aide du logiciel Batsound qui permet de visualiser lesdits signaux. La détermination spécifique se fait à partir de l'étude des caractéristiques acoustiques du signal propre à chaque espèce. L'expert va, pour chaque signal enregistré, déterminer ses caractéristiques à savoir :

- **La structure du signal** (Fréquence Modulée – Fréquence Continue – Quasi Fréquence Constante) ;
- **La fréquence maximale d'énergie** (FME en kHz) ;
- Les différentes mesures des signaux : durée du signal (ms) – largeur de bande (kHz) – fréquence terminale (kHz) – intervalles entre deux signaux (ms) – type d'amorce (progressive, explosive).

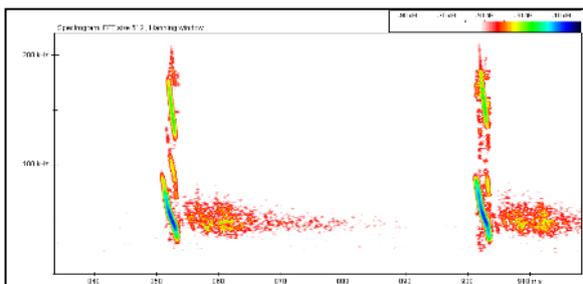
Les différentes caractéristiques du signal sont ensuite reportées sur un diagramme propre à chaque grande famille de chiroptères. L'utilisation des diagrammes permet, la plupart du temps, à l'expert de déterminer l'espèce. Les diagrammes utilisés sont issus du guide de l'écologie acoustique des Chiroptères d'Europe (Barataud M. 2015. – Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse. 3e éd. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaire et biodiversité), 344 p.).



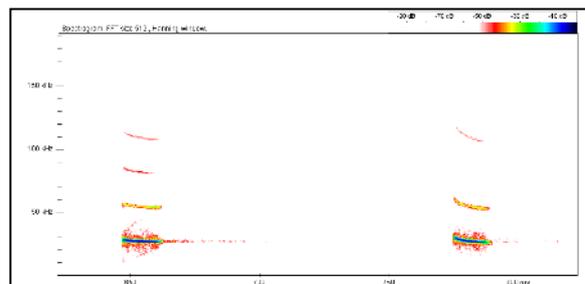
Signal en fréquence modulée aplanie émis par une Pipistrelle commune



Signal en fréquence constante caractéristique de la famille des Rhinolophes



Signal en fréquence modulée abrupte émis par un Murin de Daubenton



Signal dit en Quasi Fréquence Constante (QFC) émis par une Sérotine de Nilsson

Sonagrammes des principaux types de signaux ultrasoniques (source : Envol Environnement)

Il est important de signaler que la détermination jusqu'à l'espèce n'est pas systématique. Les mesures obtenues présentent parfois de grands écarts types, ce qui mène à un recouvrement des signaux entre deux ou plusieurs espèces. La détermination jusqu'à l'espèce peut parfois s'avérer impossible, notamment chez la famille des Myotis. Par conséquent, nous utiliserons la mention Myotis sp. Dans le cas où un doute subsiste entre deux espèces, nous utiliserons un couple, par exemple Pipistrelle de Kuhl/Pipistrelle de Nathusius.

Traitement des données spécifiques

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.

Généralités

L'utilisation du nombre de contacts de chauves-souris permet une évaluation plus rigoureuse de leur activité. En effet, le nombre d'individus est plus difficilement interprétable en raison du nombre de contacts qu'un seul individu peut émettre.

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 des auteurs différents (BARATAUD M., 2012). Un contact correspond à une séquence acoustique bien différenciée, captée en hétérodyne ou en division de fréquence. 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 chauves-souris.

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 un contact, une séquence durant 12 secondes sera comptée comme deux contacts.

Unité de mesure d'activité chiroptérologique

Étape 1 - Le contact brut

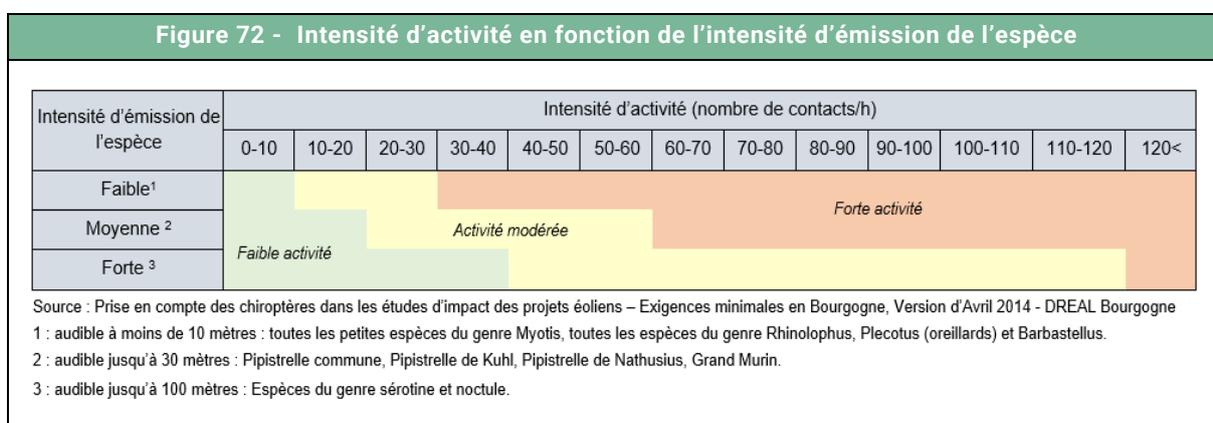
Le contact dit « contact brut » est directement enregistré sur le terrain via un appareil de détection ultrasonore (type Pettersson D240X – Audiomoth). Si cette unité représente effectivement l'émission d'un cri à un moment « t » elle ne peut être exploitée pour une analyse fine de l'activité chiroptérologique. Afin de limiter les biais dans l'exploitation des données, il est nécessaire de traiter ces contacts bruts en considérant deux éléments ;

- La durée d'écoute sur le terrain ;

- Le coefficient de détectabilité spécifique en fonction de l'habitat naturel échantillonné.

Étape 2 - Les contacts/heure

Les signaux enregistrés sur le terrain sont ensuite traités au bureau. La prise en compte du temps d'écoute est un élément essentiel afin d'harmoniser les données sur une échelle temporelle. On obtient alors des données en « contacts/heure ». Ainsi, tous les contacts bruts spécifiques sont convertis en nombre de contacts par heure (contacts/heure). Afin d'évaluer l'intensité de l'activité chiroptérologique, l'intensité d'émission des espèces est prise en compte. Certaines espèces sont audibles au détecteur à une centaine de mètres (noctules), alors que d'autres ne le sont qu'à moins de 5 mètres (murins). L'effectif de ces dernières est alors sous-estimé. La prise en compte de l'intensité d'activité suivant l'intensité d'émission de l'espèce corrige efficacement ce biais.



Type de comportements chiroptérologiques

Trois types de comportements sont pratiqués par les chauves-souris :

- **La chasse** qui se caractérise par l'émission de signaux rapides et irréguliers permettant une localisation précise et rapide des proies.
- **Le transit actif** qui se spécifie par l'émission de signaux lents et réguliers qui permettent l'anticipation d'obstacles ou de proies potentielles. Ce type de comportement est généralement utilisé lors d'un déplacement d'amplitude indéterminée entre deux secteurs.
- **Le transit passif** qui se caractérise par l'émission de signaux lents et irréguliers. Ce type de comportement est utilisé par une chauve-souris traversant un milieu à faible densité de proies ou libre d'obstacle qui ne requiert pas une collecte élevée d'informations.

ANNEXE 5 – LIMITES DE L'ETUDE CHIROPTEROLOGIQUE

Limite des expertises de terrain

- **Les conditions météorologiques et la ressource alimentaire** : l'activité chiroptérologique n'est pas régulière et dépend de nombreux facteurs externes notamment des conditions météorologiques. La durée de 10 minutes du point d'écoute ne peut alors pas véritablement traduire exhaustivement l'utilisation d'un secteur donné par les chiroptères.
- **La capacité de détection de l'appareil** : les détecteurs Audiomoth 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 n'a donc pas permis la détection des passages des chauves-souris en dehors de l'aire de réception des microphones de l'appareil.
- **La détection des signaux sur le terrain**. Les Vespertilionidés (murins) émettent des fréquences modulées abruptes de très faible portée, dont l'enregistrement devient inexploitable à plus de 4 ou 5 mètres de l'animal. Malgré l'utilisation de matériels perfectionnés, tels que le détecteur ultrasonique à expansion de temps Pettersson D240X, la détection des Vespertilionidés est limitée par la faible portée des signaux émis par ces espèces.
- **La détection des chauves-souris en migration** est limitée par les comportements des chiroptères en transit qui utilisent alors peu leur système d'écholocation.

Limite de la méthodologie liée 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 des genres Pipistrelles et Vespertilionidés (murins). 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 restreint cette limite.
- **La présence de parasites** : la présence de bruits matériels ou d'animaux autres que les chauves-souris peuvent être source de parasites. Dans ce cas, les analyses peuvent être moins précises et rendre délicate l'exploitation des signaux.

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.

ANNEXE 6 – FICHE DE DECOUVERTE DE CAS DE MORTALITE

Cadavre n°1 :

SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35) FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE
Découvreur : Amicie d'Augustin Date : 30 avril 2024

Localisation du cadavre :																		
Eolienne concernée : E3 Couverture végétale : Labour Distance et direction par rapport au mat : 45 m Nord-Ouest																		
Description du cadavre																		
Espèce : Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i> Sexe : Indéterminé Stade (juvénile, adulte) : adulte Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Nicheur possible Statuts de conservation de l'espèce :																		
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Protection nationale</th> <th rowspan="2">Liste rouge Europe</th> <th colspan="3">Liste rouge France</th> <th rowspan="2">Liste rouge Bretagne</th> <th rowspan="2">Natura 2000</th> </tr> <tr> <th>Nicheur</th> <th>De passage</th> <th>Hivernant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Art. 3</td> <td>LC</td> <td>LC</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>LC</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000	Nicheur	De passage	Hivernant	Art. 3	LC	LC	NA	NA	LC	-
Protection nationale	Liste rouge Europe			Liste rouge France					Liste rouge Bretagne	Natura 2000								
		Nicheur	De passage	Hivernant														
Art. 3	LC	LC	NA	NA	LC	-												
Etat de l'individu : <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> Entier</div> <div style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> Coupé</div> <div style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/> Fragments</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> Frais</div> <div style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> Quelques vers</div> <div style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction)</div> <div style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> Sec</div> </div>																		

Cause présumée de la mort :

Collision par pale

Barotraumatisme

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

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :

Plumes retrouvées.

Illustration(s)





SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35)

FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE

Découvreur : Amicie d'Augustin

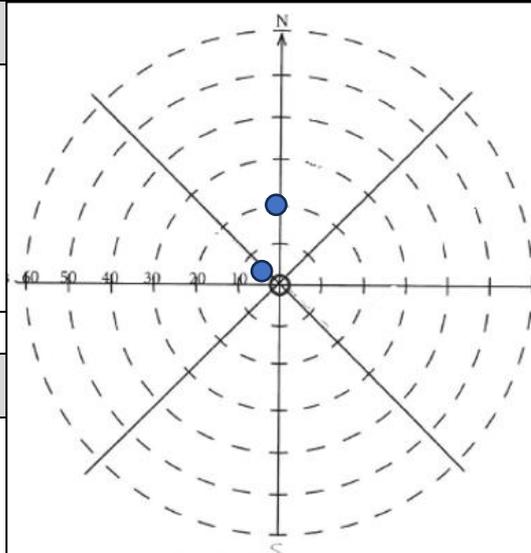
Date : 03/04/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E3

Couverture végétale : Plateforme

Distance et direction par rapport au mat : 35 m, Nord



Description du cadavre

Espèce : Buse variable *Buteo buteo*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Individu sédentaire probable.

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
Oui	LC	LC	NA	NA	LC	-

Etat 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 (bagues, travaux agricoles etc) :

Plumes.

D'autres plumes retrouvées la semaine suivante (10/04/2024) sur la plateforme à 15m NNE ; probablement le même individu, sûrement prédaté d'après leur l'état.

**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

Découvreur : Amicie d'Augustin

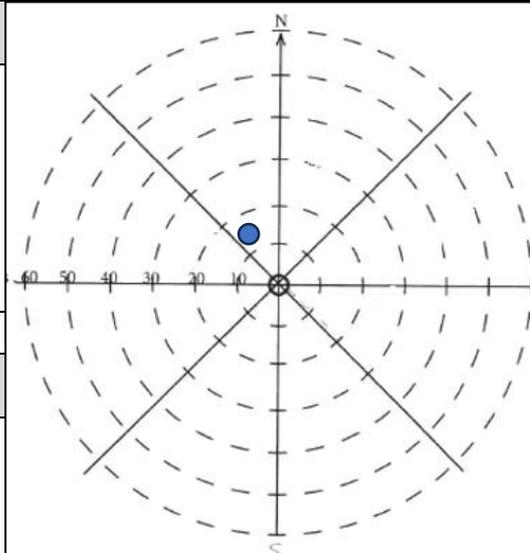
Date : 03/04/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E4

Couverture végétale : Plateforme enherbée

Distance et direction par rapport au mat : 20 m, Nord-Ouest



Description du cadavre

Espèce : Epervier d'Europe *Accipiter nisus*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : 2^e année

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Individu migrateur ou sédentaire possible.

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
Art.3	LC	LC	DD	-	LC	-

Etat 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 (bagues, travaux agricoles etc) :

Collision récente (1 jour).

**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

Découvreur : Amicie d'Augustin

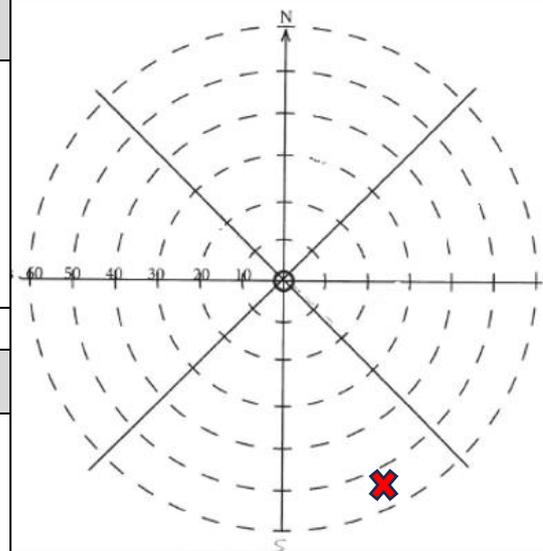
Date : 23 avril 2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E5

Couverture végétale : prairie fauchée

Distance et direction par rapport au mat : 55 m sud-est



Description du cadavre

Espèce : Pouillot véloce. (*Phylloscopus collybita*).

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : adulte

Contexte (migration, nicheur cantonné, etc.) : Individu migrateur ou nicheur possible

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
ART 3.	LC	LC	NA	NA	LC	-

Etat 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 (bagues, travaux agricoles etc) :

Tête retrouvée.

**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

Découvreur : Amicie d'Augustin

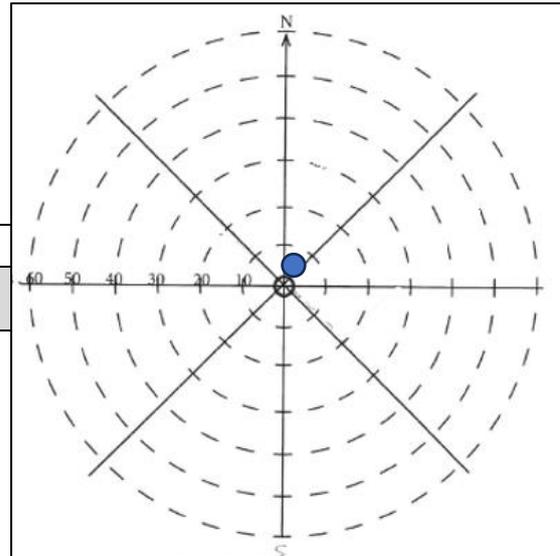
Date : 14 mai 2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E2

Couverture végétale : Plateforme

Distance et direction par rapport au mat : moins d'un mètre, Est.



Description du cadavre

Espèce : Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Jeune

Contexte (migration, nicheur cantonné, etc.) : jeune de l'année

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
-	LC	LC	NA	LC	LC	OII

Etat 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 (bagues, travaux agricoles, etc.) :

Corps rigide

**E2SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

Découvreur : Amicie d'Augustin

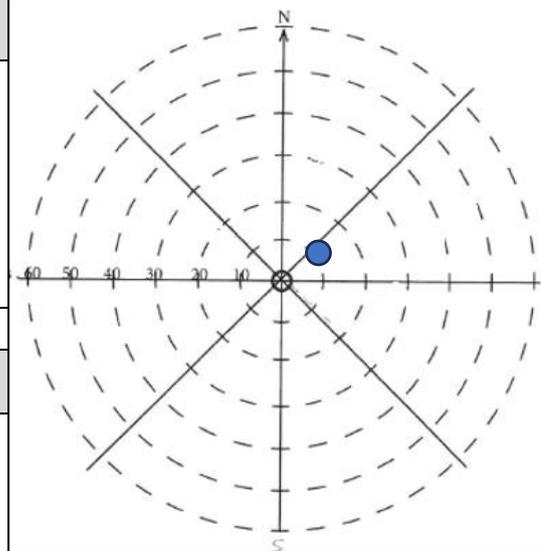
Date : 12/06/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E2

Couverture végétale : Labour

Distance et direction par rapport au mat : 10 m SE



Description du cadavre

Espèce : Martinet noir *Apus apus*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : adulte

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Nicheur probable

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
Art. 3	NT	NT	DD	-	LC	-

Etat 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 (bagues, travaux agricoles etc) :

Cadavre frais, entier mais rigide.

SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35)

FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE

Découvreur : Amicie d'Augustin, Louis Six-Dugardin

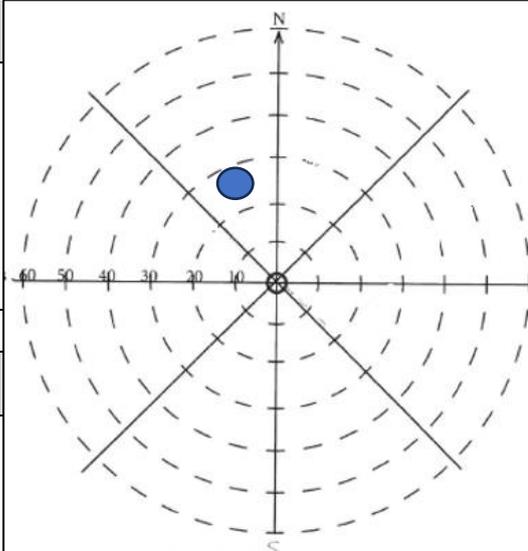
Date : 24/07/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E2

Couverture végétale : Plateforme

Distance et direction par rapport au mat : 35m NNO



Description du cadavre

Espèce : Alouette lulu *Lullula arborea* probable

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Nicheuse probable

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
Art 3	LC	LC	-	NA	DD	Ann. I

Etat 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 (bagues, travaux agricoles etc) :

Bout d'aile.

**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

Découvreur : Amicie d'Augustin, Louis Six-Dugardin

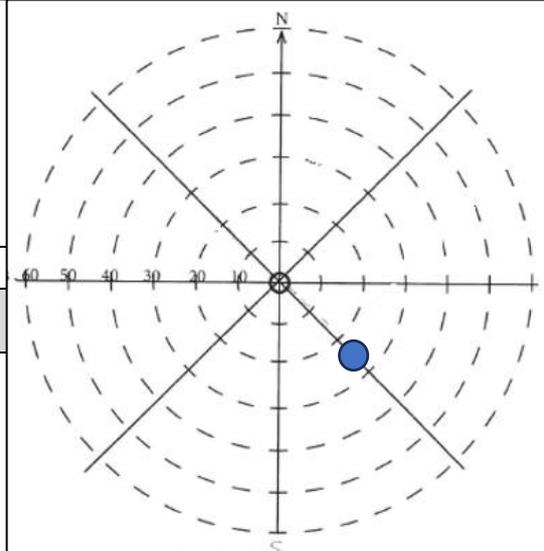
Date : 24/07/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E2

Couverture végétale : Maïs

Distance et direction par rapport au mat : 23m SE



Description du cadavre

Espèce : Martinet noir *Apus apus*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : adulte

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : nicheur probable

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
Art.3	NT	NT	DD	-	LC	-

Etat 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 (bagues, travaux agricoles etc) :

**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RADENAC (56)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

Découvreur : Amicie d'Augustin, Louis Six-Dugardin

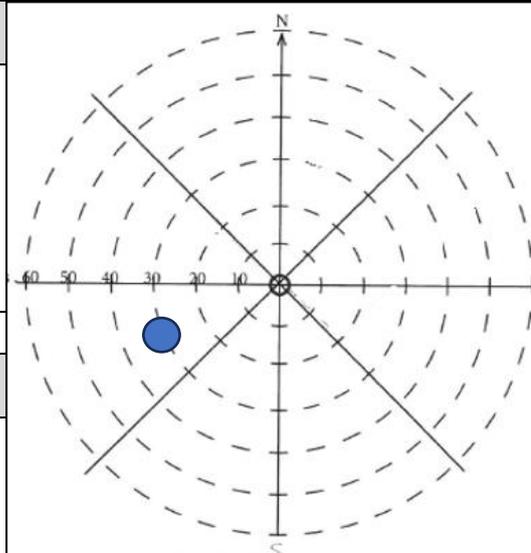
Date : 24/07/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E5

Couverture végétale : Maïs

Distance et direction par rapport au mat : 40m SO



Description du cadavre

Espèce : Martinet noir *Apus apus*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : adulte

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : nicheur probable

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
Art. 3	NT	NT	DD	-	LC	-

Etat 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 (bagues, travaux agricoles etc) :

Aile et plumes retrouvées. Prédation après collision. Décomposition entamée (os apparent).

**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35)
FICHE DE MORTALITE - CHIROPTERE**

Découvreur : Amicie D'AUGUSTIN

Date : 29/10/2024

Localisation du cadavre :		
Eolienne concernée : E5		
Couverture végétale : Prairie fauchée		
Distance et direction par rapport au mat : 45 m ONO		
Description du cadavre		
Espèce : Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>		
Sexe : femelle		
Stade (juvénile, adulte) : adulte		
Contexte (migration, reproducteur cantonné, etc.) : individu en chasse.		
Statuts de conservation de l'espèce :		
Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Bretagne
LC	NT	LC
<p>Etat de l'individu :</p> <p style="text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> Entier <input type="checkbox"/> Coupé <input type="checkbox"/> Fragments </p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Quelques vers <input checked="" type="checkbox"/> Décomposé (putréfaction) <input type="checkbox"/> Sec </p> <p>Cause présumée de la mort :</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Collision par pale <input checked="" type="checkbox"/> Barotraumatisme </p>		

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

Commentaires et/ou mesures, informations supplémentaires (bagues, travaux agricoles etc) :

**SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE RETIERS (35)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE**

Découvreur : Amicie D'AUGUSTIN

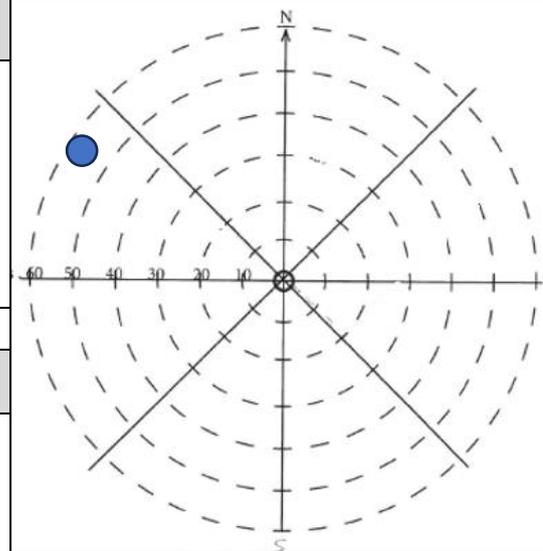
Date : 29/10/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E5

Couverture végétale : Prairie

Distance et direction par rapport au mat : 55 m ONO



Description du cadavre

Espèce : Pigeon ramier *Columba palumbus*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Indéterminé

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
-	LC	LC	NA	LC	LC	-

Etat 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 (bagues, travaux agricoles etc) :

Collision puis prédation.