

Suivi post-implantation du parc éolien de La Lande de Carmoise (22)

Rapport final



ENVOL
ENVIRONNEMENT

FICHE CONTRÔLE QUALITÉ

LE PROJET	Libellé mission	Suivi post-implantation du parc éolien de La Lande de Carmoise (22) - Année 2024 - 2025
MAÎTRE D'OUVRAGE	Destinataire du rapport	Parc éolien de la Lande de Carmoise
	Coordonnées	Julien LEON Val d'Orson - Rue du Pré Long 35770 Vern-sur-Seiche Mobile : +33 (0)2 99 36 77 40 Mail : jleon@energiequelle.de
ENVOL ENVIRONNEMENT	Coordonnées	ENVOL ENVIRONNEMENT BRETAGNE 138 rue Alain Gerbault 56000 VANNES Mobile : 07 44 60 66 02 Mail : h.leglatin@envol-environnement.fr www.envol-environnement.fr 
	Référence devis	Proposition méthodologique et financière du 06 mai 2024
	Chef de projet	Hélène LE GLATIN
	Référence du projet	PJ2406-0655
	Version	Document du 12 février 2026

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 parc étudié.....	12
3. Rappel du contexte écologique.....	16
4. Données de l'état initial.....	18
5. Données du premier suivi post-implantation réglementaire (2016-2017).....	18
5.1. Suivi mortalité.....	18
6. Données des suivis réalisés entre 2022 et 2023.....	19
6.1. Suivi de l'activité des chiroptères en nacelle.....	19
6.2. Suivi mortalité avifaune et chiroptères.....	22
ÉTUDE DE LA MORTALITÉ.....	25
1. Méthodologie générale.....	25
2. Matériels et méthodes.....	25
2.1. Recherche des cadavres.....	25
2.2. Détermination des coefficients de correction.....	32
3. Limites du suivi de mortalité.....	40
4. Résultats des expertises de terrain.....	41
4.1. Bilan des cadavres observés.....	41
4.2. Estimation de la mortalité.....	44
5. Analyse des résultats et discussion.....	48
5.1. Analyse des cas de mortalité observés.....	48
5.2. Analyse des résultats des tests.....	54
5.3. Analyse des calculs de mortalité.....	55
6. Conclusion générale du suivi de mortalité.....	59
ÉTUDE DES CHIROPÈRES.....	61
1. Protocole d'écoute en continu en nacelle d'éolienne.....	61
1.1. Objectifs du protocole.....	61
1.2. Protocole des écoutes en continu.....	61
2. Méthodologie de traitement des signaux ultrasoniques.....	65
2.1. Détermination spécifique à partir des signaux bruts.....	65
2.2. Traitement des données spécifiques.....	66
3. Résultats complets sur toute la période d'Étude.....	68
3.1. Résultats de l'activité chiroptérologique au niveau du rotor durant la mise-bas.....	73
3.2. Résultats de l'activité chiroptérologique au niveau du rotor durant les transits automnaux.....	78
3.3. Résultats de l'activité chiroptérologique au niveau du rotor durant les transits printaniers.....	82
4. Synthèse des sensibilités.....	86
4.1. Niveaux d'activité par nuit.....	86
4.2. Niveaux de sensibilité par espèce et par période.....	88
5. Corrélation de l'activité enregistrée au niveau de l'éolienne avec les principaux facteurs extérieurs.....	90
5.1. La vitesse de vent.....	90
5.2. La température.....	91
5.3. Le mois.....	92

5.4. L'heure de la nuit	94
6. Vérification de l'efficacité du bridage et amélioration	97
6.1. Bridage actif en 2024-2025.....	97
6.2. Nombre de contacts protégés par le bridage 2024-2025	97
6.3. Synthèse des données relatives à l'activité CHIROPTÉROLOGIQUE au niveau du rotor	99
DISCUSSION ET MESURES CORRECTIVES	102
1. Comparaison entre les données de mortalité et les écoutes chiroptérologiques.....	102
2. Comparaison avec les résultats de l'état initial	104
2.1. Flore.....	104
2.2. Avifaune	104
2.3. Chiroptères.....	104
3. Discussion sur les résultats de mortalité	104
4. Effets résiduels sur les espèces impactées	105
4.1. Avifaune	105
4.2. Chiroptères.....	106
4.3. Synthèse.....	106
5. Réflexion sur les mesures correctives.....	106
CONCLUSION	109
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	110
ANNEXES	114
Annexe 1 – Définition des périmètres de protection et d'inventaire du patrimoine naturel.....	114
Annexe 2 – Présentation de l'équipe intervenante.....	117
Annexe 3 – Rappel de biologie sur les chiroptères	118
Annexe 4 – Méthodologie de traitement des signaux ultrasoniques	123
Annexe 5 – Fiche de découverte de cas de mortalité	126

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 - Aires de contrôle autour des éoliennes	29
Carte 6 - Cartographie de l'assolement sous les éoliennes 1 et 2 en 2024 et 2025	36
Carte 7 - Cartographie de l'assolement sous les éoliennes 3 et 4 en 2024 et 2025	37
Carte 8 - Localisation des cadavres découverts	43
Carte 9 - Localisation de l'éolienne équipée d'un batlogger	63

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Principales caractéristiques du parc éolien suivi	12
Figure 2 - Conditions de bridage préconisées à la suite du suivi 2022	21
Figure 3 - Conditions de bridage préconisées à la suite du suivi 2023	22
Figure 4 - Calendrier des passages de prospection (2024)	26
Figure 5 - Illustration d'une aire de contrôle et des transects parcourus autour d'une éolienne	28
Figure 6 - Calcul des durées de persistance par éolienne (2024)	32
Figure 7 - Calcul des durées de persistance par éolienne (2025)	33
Figure 8 - Calcul du taux de découverte des cadavres par éolienne et par saison	34
Figure 9 - Pourcentages d'occupation de chaque habitat au sein de la surface de prospection	35
Figure 10 - Surfaces prospectées autour des éoliennes	39
Figure 11 - Résultats des recherches de cadavres	42
Figure 12 - Résultats des estimations de mortalité avifaune (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)	44
Figure 13 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny	45
Figure 14 - Résultats des estimations de mortalité avifaune- plateforme Shiny	45
Figure 15 - Résultats des estimations de mortalité avifaune- plateforme GenEst	46
Figure 16 - Estimations de mortalité (en nombre de cadavres/période) pour le parc entier	47
Figure 17 - Résultats des estimations de mortalité par taxon	47
Figure 18 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraine des collisions	48
Figure 19 - Statut des espèces d'oiseaux retrouvés lors du suivi de mortalité	50
Figure 20 - Cas de mortalité pour chaque espèce découverte (Source : T.Dürr, 2025)	50
Figure 21 - Cas de mortalité en France – Les espèces les plus impactées (Dürr, 2025)	51
Figure 22 - Cas de mortalité dans l'ouest de la France entre 2010 et 2019 – Oiseaux (Ouest'Am 2020)	52
Figure 23 - Cas de mortalité en France – Chiroptères (Dürr, 2025)	53
Figure 24 - Cas de mortalité dans l'Ouest de la France entre 2010 et 2019 – Chiroptères (Ouest'Am, 2020)	53
Figure 25 - Phénologie des découvertes de cadavres	56
Figure 26 - Distribution temporelle de découverte des cadavres (Source : G. Marx, 2017)	56
Figure 27 - Mortalité globale d'après HUSO	58
Figure 28 - Estimation de mortalité pour l'ensemble de la période étudiée	58
Figure 29 - Calendrier des durées d'échantillonnage sur E2 selon les phases étudiées	64
Figure 30 - Inventaire complet des espèces enregistrées par le batlogger au niveau de l'éolienne E2	68
Figure 31 - Répartition saisonnière du nombre de contacts bruts au niveau du rotor	69
Figure 32 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor en 2024 et 2025 (en contacts bruts par nuit)	70
Figure 33 - Répartition mensuelle de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts)	72
Figure 34 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit) – Mise-bas 2024 et 2025	73
Figure 35 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique après la tombée de la nuit au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas	75

Figure 36 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la vitesse du vent au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas.....	76
Figure 37 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas.....	77
Figure 38 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit) – Transits automnaux.....	78
Figure 39 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique après la tombée de la nuit au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux.....	79
Figure 40 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la vitesse du vent au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux.....	80
Figure 41 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux.....	81
Figure 42 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit) – Transits printaniers.....	82
Figure 43 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique après la tombée de la nuit au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers.....	83
Figure 44 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la vitesse du vent au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers.....	84
Figure 45 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers.....	85
Figure 46 - Seuils de la méthodologie Altisphère par Ecosphère par espèce.....	86
Figure 47 - Nombre de nuits d'échantillonnage.....	86
Figure 48 - Nombre de nuit d'activité par niveau d'activité et par saison toutes espèces confondues.....	87
Figure 49 - Synthèse des cas de mortalité de chiroptères en France (T.Dürr, février 2025).....	88
Figure 50 - Sensibilité à la collision estimée par espèce et par saison.....	88
Figure 51 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent (en nombre de contacts).....	90
Figure 52 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent.....	90
Figure 53 - Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures (en nombre de contacts).....	91
Figure 54 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures.....	91
Figure 55 - Nombre de contacts enregistrés en fonction du mois d'écoute.....	92
Figure 56 - Distribution mensuelle des cas de mortalité des chiroptères (GMB).....	93
Figure 57 - Distribution mensuelle des cas de mortalité de la Noctule commune et de la Pipistrelle de Nathusius (GMB).....	93
Figure 58 - Nombre de contacts enregistrés en fonction des heures de la nuit.....	94
Figure 59 - Cycle circadien d'après les données 2024 et 2025.....	95
Figure 60 - Bridage en cours en 2024-2025.....	97
Figure 61 - Nombre de contacts non protégés et nombre de contacts protégés par le bridage du 23/07/24 au 14/08/25.....	97
Figure 62 - Nombre de contacts protégés par le bridage par espèce en 2024-2025.....	98
Figure 63 - Activité chiroptérologique au niveau du rotor de l'éolienne en corrélation avec la découverte de cadavres.....	102
Figure 64 - Influence des différents indices sur les projections calculées.....	105
Figure 65 - Espèce d'oiseau impactée.....	105
Figure 66 - Espèce de chauve-souris potentiellement impactée.....	106
Figure 67 - Intensité d'activité en fonction de l'intensité d'émission de l'espèce.....	125

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 de la Lande de Carmoise a sollicité le bureau d'études ENVOL ENVIRONNEMENT pour réaliser le suivi environnemental du parc éolien de La Lande de Carmoise, sur la commune de Guerlédan, 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 de La Lande de Carmoise

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 de La Lande de Carmoise date de 2007. La mise en service du parc date du 24 janvier 2011. Un premier suivi post-implantation a été réalisé entre 2016 et 2017 par le bureau d'études AEPE Gingko puis en 2022 par AEPE Gingko et en 2023 par Sens Of Life et AEPE Gingko.

La présente étude expose donc les résultats du quatrième suivi environnemental réglementaire réalisé 13 ans après la mise en service. 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.

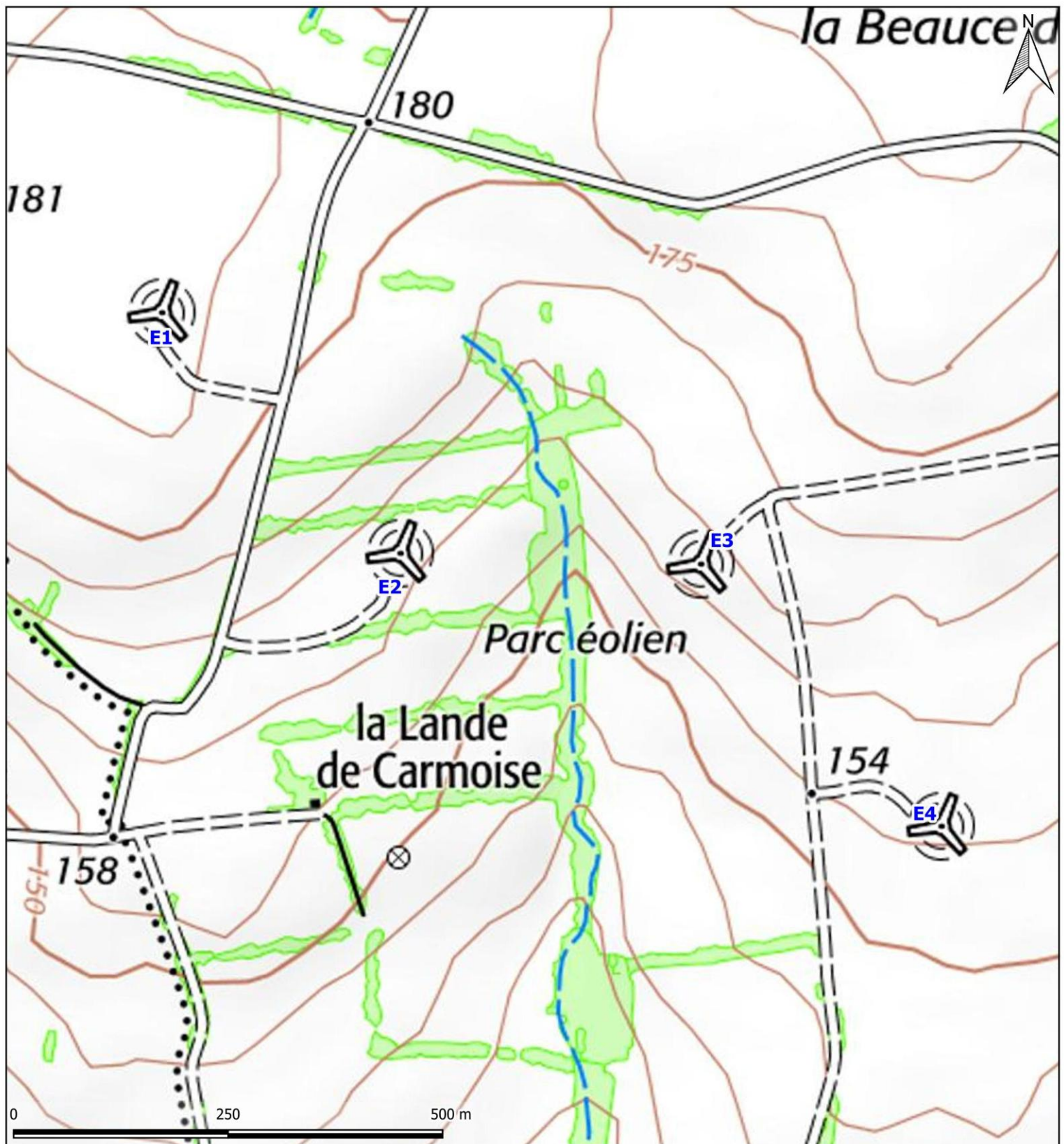
2. PRESENTATION GENERALE DU PARC ETUDIE

Le parc éolien de la Lande de Carmoise se situe au Sud-Est de la commune de Saint-Guen, dans le département des Côtes d'Armor (22). Il est composé de 4 éoliennes et d'un poste de livraison électrique.

Figure 1 - Principales caractéristiques du parc éolien suivi	
Année de mise en service	2011
Nombre de machine	4
Type de machine	Enercon E70
Hauteur totale maximale	99 m
Hauteur du moyeu	64 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 4 machines.

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



Carte 1 - Présentation des éoliennes suivies – IGN SCAN25

LEGENDE

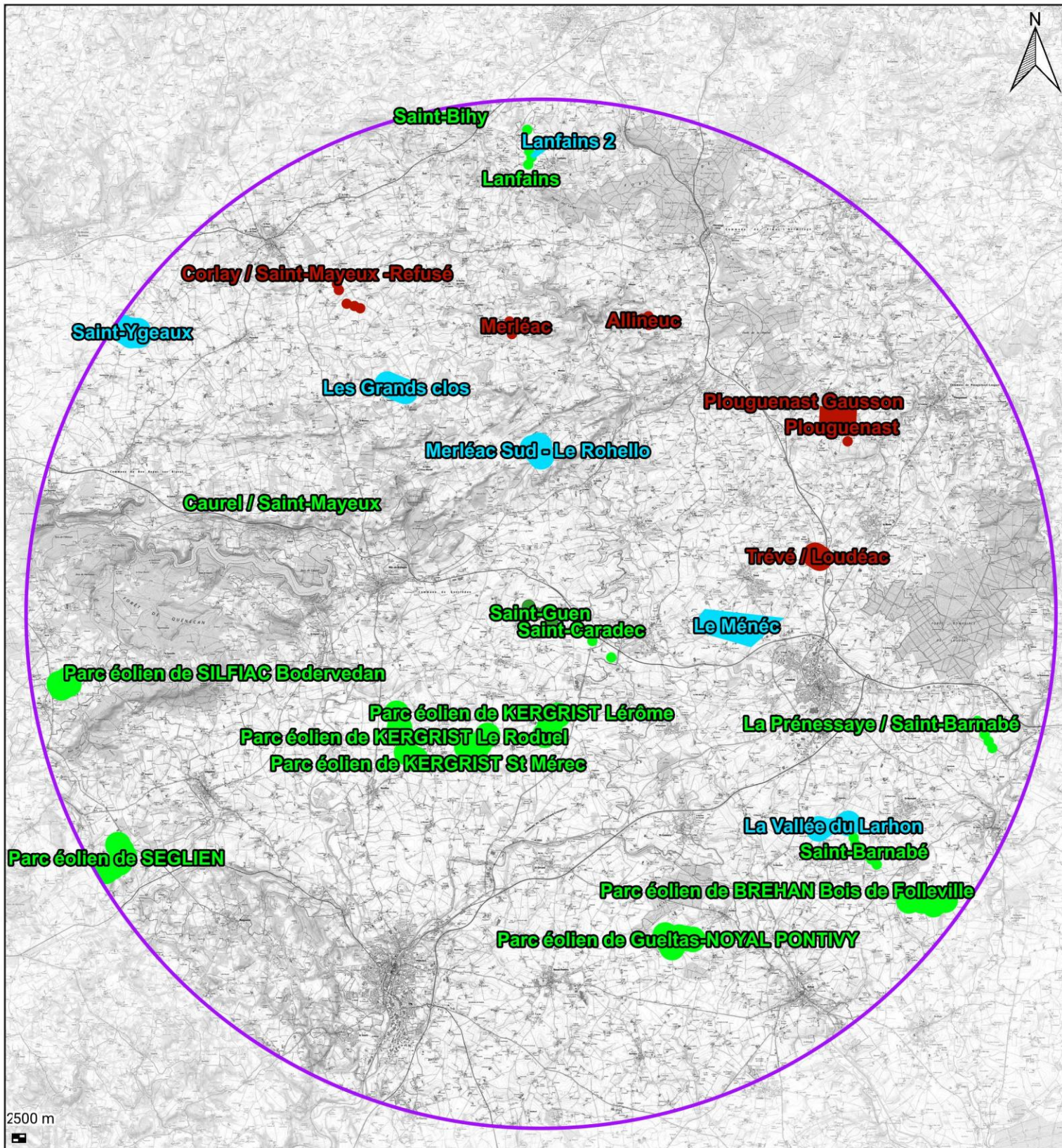
- Éolienne



Carte 2 - Présentation des éoliennes suivies – BD ORTHO

LEGENDE

- Éolienne



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

LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Éolienne
- Aire d'étude éloignée (20 km)

Contexte éolien

- Autorisation administrative refusée
- Parc en fonctionnement
- Autorisation administrative accordée

D'après la carte ci dessus, le parc éolien le plus proche des éoliennes suivies se situe à environ 1,2 km au sud-est. Il s'agit du parc éolien de Saint-Caradec, en service.

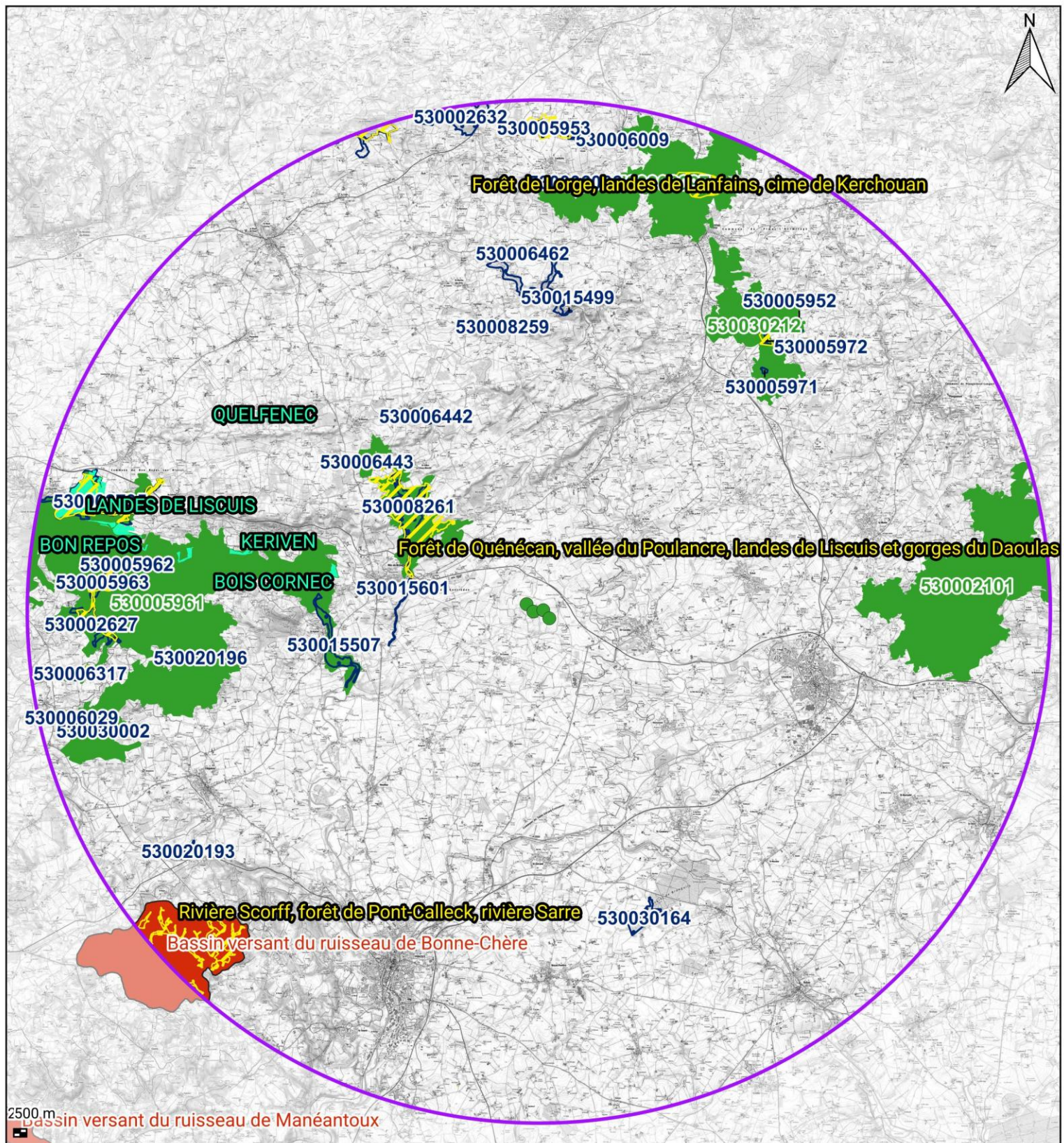
3. RAPPEL DU CONTEXTE ECOLOGIQUE

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

- La ZNIEFF de type II 530015602 "Vallée de la Poulancre" située à 4,6 kilomètres à l'ouest ;
- Le ZSC FR5300035 "Forêt de Quénécan, vallée de la Poulancre, landes de Liscuis et Gorges du Daoulas" situé à 4,6 kilomètres à l'ouest ;
- La ZNIEFF de type I 530015601 "Le Poulancre" située à 4,6 kilomètres à l'ouest ;
- Le Site Inscrit "Gorges de la Poulancre" situé à 4,6 kilomètres à l'ouest.
- La ZNIEFF de type I 530008261 "Gorges de Poulancre" située à 5,2 kilomètres au nord-ouest ;
- La ZNIEFF de type II 530005961 "Forêt de Quénécan" située à 6,9 kilomètres au sud-ouest ;
- La ZNIEFF de type I 530015507 "Blavet aval de Guerlédan" située à 7,2 kilomètres à l'ouest ;
- Le Site Inscrit "Bois de Cornec" situé à 7,4 kilomètres à l'ouest.

Les périmètres de protection et d'inventaire du patrimoine naturel sont définis en annexe 1.

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)
- Éolienne

Zones naturelles

- Arrêté de protection de biotope (APB)

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 :

- Aucune sensibilité majeure associée à la flore et à la faune, hors des couloirs de migration ;
- Aucun impact sur les habitats d'intérêt biologique car le site n'est concerné par aucune mesure de protection réglementaire concernant le patrimoine naturel ;
- Le site ne présente pas d'intérêt floristique ;
- L'impact sur les haies reste très localisé et ne porte pas sur un milieu sensible ;
- Dans la mesure où les zones habitats intéressants (haies, zones boisées) ne sont pas affectés par le projet, la faune terrestre, associé à ce type d'habitat, n'est pas impactée de façon significative ;
- En ce qui concerne les oiseaux, les impacts sur les espèces migratrices sont considérés faibles car le site ne se trouve pas sur un axe migratoire. Néanmoins, il peut exister un risque de collision, bien que réduit, pour les espèces sédentaires dont certaines sont sensibles (Busard Saintt Martin, Faucon crécerelle, Alouette des champs...). Le site ne constitue pas un habitat préférentiel pour la reproduction des espèces recensées sauf peut-être pour l'Alouette des champs. Les espèces s'adaptant avec le temps, le risque de collision s'amenuise ;
- Les éoliennes étant positionnées loin des habitats favorables aux chiroptères (boisements, prairies pâturées), l'impact sur ce taxon est jugé non significatif.

5. DONNEES DU PREMIER SUIVI POST-IMPLANTATION REGLEMENTAIRE (2016-2017)

5.1. SUIVI MORTALITE

Le suivi mortalité a consisté en la réalisation de 32 semaines de suivi s'étalant d'avril à octobre 2016 et de mars à avril 2017.

Le suivi de la mortalité sur l'avifaune s'est fait en 32 passages. Il a été réalisé afin d'englober les principales périodes à risque, à savoir la migration prénuptiale, la nidification et la migration postnuptiale (entre mi-avril et fin octobre).

En ce qui concerne les chiroptères, il a été réalisé de mi-avril à fin octobre, période d'activité des chauves-souris dans l'ouest de la France, sur un total de 28 passages.

A l'issu de ceux-ci, 6 cadavres d'oiseaux et 6 cadavres de chauves-souris ont été retrouvés aux pieds des éoliennes du parc de la Lande de Carmoise.

Concernant l'avifaune, quatre espèces sont concernées par la collision avec les pales d'éoliennes :

- Deux martinets noirs au pied de E1 (période de reproduction),
- Une Hirondelle de fenêtre au pied de E1 (période de migration pré-nuptiale),
- Une Hirondelle rustique au pied de E4 (période de migration post-nuptiale),
- Deux alouettes des champs au pied de E2 et E3 (période de reproduction et post-nuptiale).

Pour les chiroptères, un genre et une espèce identifiée de manière précise sont concernés par la mortalité liée aux éoliennes sur le parc de la Lande de Carmoise :

- le genre *Pipistrellus* ;
- la Pipistrelle de Kuhl.

Aucun cadavre n'a été découvert en tout début de période d'activité, puis un léger pic au moment de la période de swarming, ou de migration vers les gîtes d'hibernation

Au regard du faible nombre d'individus trouvé au cours des six mois de suivi, la mortalité de l'avifaune peut être considérée comme très faible sur l'ensemble du parc éolien et concerne des espèces assez communes. Ainsi les impacts résiduels pour les populations d'oiseaux présentes sur le site sont très faibles, comme précisés dans les prévisions de l'étude d'impact.

Le nombre de cadavres récoltés au cours du suivi reste faible, et ne remet pas en cause l'état de conservation des populations de chiroptères impactées. De plus, l'espèce identifiée précisément (Pipistrelle de Kuhl) est assez commune à l'échelle du département. Les impacts résiduels du parc éolien sur les chauves-souris sont donc très faibles, comme le prévoit l'étude d'impact réalisée en 2007.

6. DONNEES DES SUIVIS REALISES ENTRE 2022 ET 2023

6.1. SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES EN NACELLE

6.1.1. Suivi 2022

L'écoute en hauteur a été réalisée dans la nacelle de l'éolienne E1 entre le 1er avril et le 1er novembre 2022, soit une période de 213 jours correspondant aux semaines 20 à 43 du suivi de mortalité. Cette période permet de couvrir l'ensemble du cycle d'activité des chauves-souris dans le contexte biogéographique local : printemps, été et automne.

Au cours de la période de suivi, cinq espèces de chiroptères ont été détectées en altitude : Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*); Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*); Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*); Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) ; Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*).

Au total, 214 contacts ont été enregistrés sur 39 nuits présentant une activité. La Pipistrelle commune est l'espèce la plus fréquemment contactée (68%), suivie de la Pipistrelle de Kuhl

(25%). À elles deux, elles représentent 93 % des détections (Noctule de Leisler : 4 % ; Pipistrelle de Nathusius : 1%).

Les espèces contactées ont un statut de conservation défavorable, de par leur vol en altitude et leur vulnérabilité aux collisions avec les éoliennes.

L'activité varie sensiblement au cours de la période d'écoute, avec une moyenne d'environ 5 contacts par nuit. Aucune activité n'a été détectée durant les premières semaines suivant l'installation du dispositif. Seules 10 nuits présentent une activité supérieure à 5 contacts, avec plusieurs pics notables : 6 octobre : 47 contacts (activité maximale) ; 22 septembre : 19 contacts ; 24 avril : 15 contacts.

La période automnale concentre la plus forte activité, avec 51 % des contacts enregistrés. Cette intensification correspond à la période de swarming, d'accouplement ainsi qu'à une activité de chasse accrue en prévision de l'hibernation.

L'activité nocturne suit une tendance classique : la majorité des contacts est enregistrée dans les deux premières heures suivant le coucher du soleil, dont plus de la moitié dans la première heure. L'activité décroît ensuite progressivement au fil de la nuit.

Les conditions météorologiques influencent nettement l'activité des chauves-souris. Un seul contact a été enregistré pour des vitesses de vent supérieures à 10 m/s. Environ 75 % des contacts correspondent à des vitesses comprises entre 1 et 5 m/s, et plus de 90 % entre 1 et 7 m/s. Tous les contacts ont été enregistrés à des températures ≥ 11 °C à hauteur de nacelle. La moitié des contacts ont été relevés pour des températures comprises entre 15 et 17 °C.

Enfin, plus de 95 % des contacts sont enregistrés sous des vitesses de vent inférieures à 7 m/s et à des températures supérieures à 12 °C, majoritairement en début de nuit (2 premières heures suivant le coucher du soleil).

6.1.2. Suivi 2023

À la suite des écoutes en hauteur réalisées en 2022 sur l'éolienne E1, une nouvelle campagne d'acquisition de données en hauteur a été lancée en 2023 sur l'éolienne E2.

Le suivi d'activité des chiroptères s'est étalé sur 153 jours, du 2 juin au 2 novembre, couvrant les semaines 22 à 44. L'écoute en hauteur a été effectuée depuis la nacelle de l'éolienne E2, jugée plus représentative. Durant la période d'enregistrement, une activité chiroptérologique a été détectée sur 86 nuits, pour un total de 5975 contacts bruts.

Au total, sept espèces de chiroptères ont été identifiées en altitude : Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) ; Noctule commune (*Nyctalus noctula*) ; Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) ; Oreillard gris (*Plecotus austriacus*) ; Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ; Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ; Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*). L'espèce la plus fréquemment enregistrée est la Pipistrelle commune (77%), suivie de la Pipistrelle de Kuhl (20%). À elles deux, ces espèces représentent 97 % des contacts bruts.

L'activité varie sensiblement au cours de la période de suivi. Si plusieurs nuits n'ont enregistré aucun contact, 86 nuits présentent une activité détectée, soit une moyenne de 69 contacts par nuit active. Seules 23 dates ont enregistré une activité supérieure à 50 contacts, avec quelques événements remarquables, notamment : le 10 septembre, avec plus de 1 000

contacts (plus forte activité observée) ; le 9 octobre, avec 615 contacts ; et 9 autres dates présentant plus de 250 contacts (17 juin, 5–9 septembre, 25 septembre, 5 et 8 octobre). Aucune activité n’a été détectée durant la première semaine de suivi (début juin 2023).

L’activité la plus intense est observée en période automnale, représentant 86 % des contacts enregistrés. Cette période correspond à la phase d’accouplement des individus et à une activité de chasse accrue en préparation de l’hibernation.

La majorité des contacts a lieu dans les trois premières heures suivant le coucher du soleil, dont 20 % dans la première heure. L’activité décroît ensuite au cours de la nuit, mais un second pic est observé entre +6 et +7 heures après le coucher du soleil. Ce pic correspond à la reprise d’activité à l’aube, notamment durant la période estivale où les nuits sont courtes (6 à 7 heures en moyenne).

La vitesse du vent et la température exercent une influence notable sur l’activité des chiroptères. Seuls 2 contacts ont été enregistrés à des vitesses de vent supérieures à 10 m/s. Près de 88 % des contacts correspondent à des vitesses comprises entre 1 et 5 m/s, et plus de 97 % sont relevés lorsque la vitesse du vent est inférieure à 7 m/s. L’ensemble des contacts a été enregistré à des températures ≥ 10 °C, la majorité (plus de 50 %) correspondant à une plage de 20 à 25 °C.

Pour donner suite à la demande de la DREAL, de nouvelles analyses ont été réalisées afin de vérifier la représentativité de l’éolienne suivie en 2022, et la pertinence du bridage préconisé à la suite du suivi de 2022. Les conditions de bridage conseillées en 2022 sont rappelées ci-dessous, ainsi que le pourcentage de contacts qui auraient été couvert en 2022 et 2023 par ce bridage.

Figure 2 - Conditions de bridage préconisées à la suite du suivi 2022								
Paramètres	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Vent (m/s)	< 5m/s	< 5m/s	< 6,5m/s	< 6m/s	< 6m/s	< 6m/s	< 6m/s	< 6m/s
Température (°C)	>12 °C	>12 °C	>12 °C	>13 °C	>14 °C	>15 °C	>14 °C	>13 °C
Heure après CS	« +0 à +7 heures »	« +0 à +7 heures »	« +0 à +7 heures »	« +0 à +6 heures »	« +0 à +6 heures »	« +0 à +8 heures »	« +0 à +6 heures »	« +0 à +6 heures »
% couverture activité 2022	100%	100%	96%	100%	100%	81%	100%	100%
% couverture activité 2023				97%	92%	83%	83%	64%
Pluviométrie	≤ 5 mm/ heure (ou $\leq 0,83$ mm/min)							

Ce bridage a été appliqué à partir du 25 mai 2023, puis allégé sur les éoliennes E1 et E4 à compter du 11 octobre 2023, en réponse aux premiers résultats d’écoute de l’année. Il faut noter que l’efficacité de ce changement de paramétrage tardif n’a pu être évalué, puisque seulement deux prospections ont été réalisées après cette modification (les 18 et 23 octobre 2023), soit à une période où l’activité des chiroptères en migration automnale est déjà en forte diminution.

Figure 3 - Conditions de bridage préconisées à la suite du suivi 2023								
Paramètres	Mars	Avril	Mzi	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Vent (m/s)	< 5m/s	< 5m/s	< 6,5m/s	< 6m/s	< 6m/s	< 6m/s	< 6m/s	< 6m/s
Température (°C)	>12 °C	>12 °C	>12 °C	>13 °C	>12 °C	>15 °C	>14 °C	>12 °C
Heure après CS	« +0 à +7 heures »	« +0 à +7 heures »	« +0 à +7 heures »	« +0 à +6 heures »	« +0 à +6 heures »	« +0 à +8 heures »	« +0 à +9 heures »	« +0 à +8 heures »
% couverture activité 2022	100%	100%	96%	100%	88%	81%	100%	100%
% couverture activité 2023				97%	92%	83%	93%	96%
Pluviométrie	≤ 5 mm/ heure (ou ≤0,83 mm/min)							

Le suivi 2023 a permis l'acquisition de nouvelles données afin de vérifier la pertinence du bridage préconisé lors du suivi de 2022 par rapport aux enjeux environnementaux, ainsi qu'aux caractéristiques du parc éolien de la Lande de Carmoise. Le plan de bridage préconisé sur la base des mesures de 2022 et 2023, pour les 4 éoliennes, permettra de réduire le niveau d'impact potentiel de faible à très faible pour les chiroptères.

6.2. SUIVI MORTALITE AVIFAUNE ET CHIROPTERES

6.2.1. Suivi 2022

Pour l'année 2022, 22 passages ont été effectués entre le 19 mai et le 24 octobre 2022.

En ce qui concerne l'avifaune, un total de quatre cadavres a été retrouvé sur le parc au cours des passages réalisés entre mai et octobre. Ces individus appartiennent à quatre espèces différentes : Martinet noir (*Apus apus*), trouvé le 24 juin hors protocole, lors d'un test de persistance sous l'éolienne E3 ; Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*), découverte le 20 juillet sous E3 ; Alouette lulu (*Lullula arborea*), retrouvée sous E2 ; Alouette des champs (*Alauda arvensis*), retrouvée le 27 juillet sous E4.

D'après les calculs réalisés à l'aide des formules de correction, la mortalité avifaunistique est estimée entre 8 et 13 cadavres pour la période comprise entre le 17 mai et le 26 octobre 2022.

Concernant les chiroptères, un total de six cadavres a été découvert lors des 22 passages réalisés. Les espèces identifiées sont les suivantes : Chiroptère indéterminé, retrouvé le 14 juin sous E2 ; Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*), retrouvée le 20 juillet sous E2 ; Pipistrelle indéterminée, le 20 juillet sous E3 ; Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), le 27 juillet sous E3 ; Pipistrelle commune, le 19 août sous E4 ; Noctule commune (*Nyctalus noctula*), également le 19 août sous E4.

Les quatre premiers individus ont été retrouvés durant la période de mise bas (juin – juillet) et sont probablement des reproducteurs locaux. Les deux individus découverts en août (Pipistrelle commune et Noctule commune) l'ont été en période de swarming et de migration, et sont vraisemblablement des individus de passage.

Selon les calculs issus des différentes formules de correction, la mortalité chiroptérologique est estimée entre 14,0 et 20,9 individus pour la période du 18 mai au 26 octobre 2022. La

formule de Huso donne une estimation de 19,4 individus. Ces niveaux de mortalité demeurent modérés, ce qui s'explique également par un bon taux de détection et un faible taux de prédation.

Les estimations corrigées indiquent une mortalité comprise entre 14 et 20 chiroptères.

En considérant que les oiseaux peuvent être actifs toute l'année et que les chauves-souris sont présentes de mars à novembre, la mortalité annuelle réelle pourrait être légèrement supérieure à ces valeurs.

Les éoliennes E2 et E3 apparaissent comme les plus impactantes, avec quatre cas de mortalité chacune. Cette situation peut s'expliquer par leur situation de part et d'autre de la ripisylve, zone favorable au transit et à la chasse des chiroptères.

Au regard des analyses d'activité chiroptérologique, la mise en œuvre de mesures de bridage ciblées pourrait être envisagée sur le parc afin de réduire les risques de collision lors des périodes et conditions les plus sensibles.

6.2.2. Suivi 2023

Le suivi de la mortalité sur le parc éolien de la Lande de Carmoise s'est déroulé sur 17 prospections, réparties entre les semaines 27 et 43, soit de juillet à fin octobre 2023.

Au cours de cette période, aucun cadavre d'oiseau ni de chiroptère n'a été retrouvé au pied des éoliennes du parc.

Après application des corrections liées aux biais de détection (taux de prédation, efficacité de recherche, et surface réellement prospectée), la mortalité réelle estimée a été déterminée.

Pour l'avifaune, on compte $1,3 \pm 0,3$ oiseaux tués par éolienne sur la période étudiée, selon les formules de correction de Bastos et al. (2013). Cette estimation est conforme aux taux de mortalité généralement observés dans les parcs éoliens situés dans des contextes paysagers comparables (Marx, 2017).

En ce qui concerne les chauves-souris, on dénombre $2,9 \pm 0,9$ individus tués par éolienne sur la période de suivi, selon Bastos et al. (2013). Ces taux de mortalité sont conformes à ceux rencontrés usuellement dans les parcs situés dans des contextes paysagers similaires (Rydell et al., 2010a).

Un bridage préventif défini par la DREAL Bretagne a été mis en œuvre en 2023 sur l'ensemble du parc. Au regard des résultats obtenus, ce dispositif peut être considéré comme efficace, aucune mortalité n'ayant été constatée au cours du suivi.

ETUDE DE LA MORTALITE

ÉTUDE DE LA 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 sur deux demi-années :

- Entre le 30 juillet et le 30 octobre 2024 (soit entre la semaine n°31 et la semaine n°44) pour un total de 14 journées de prospection auxquelles se sont ajoutés des jours de contrôle de la persistance des cadavres ;
- Entre le 05 mars et le 12 août 2025 (soit entre la semaine n°10 et la semaine n°33) pour un total de 24 journée de prospection auxquelles se sont ajoutés des jours de contrôles de la persistance des cadavres.

Au total, 38 passages de suivis de mortalités ont été réalisés.

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 4 - Calendrier des passages de prospection (2024)

Thèmes d'étude	Période des passages	Intervalle moyen entre 2 passages	Nombre de passages	Date du passage	Expert	Conditions météorologiques
Période automnale	Du 15 août au 30 octobre 2024	6,45 jours	11 passages	20/08/2024	Amicie D'AUGUSTIN	17 km/h NO ; 90 % ; 22°C
				28/08/2024	Amicie D'AUGUSTIN	2 km/h SO ; 20 % ; 16°C
				04/09/2024	Amicie D'AUGUSTIN	4 km/h E ; 100 % ; 13°C
				12/09/2024	Mewen LE PALLEC	13 km/h NO ; 20 % ; 13°C
				19/09/2024	Mewen LE PALLEC	18 km/h NE ; 5 % ; 15°C
				25/09/2024	Amicie D'AUGUSTIN ; Louis SIX-DUGARDIN	17 km/h SSO ; 100 % ; 14°C
				02/10/2024	Amicie D'AUGUSTIN	12 km/h ; 100 % ; 15°C
				10/10/2024	Amicie D'AUGUSTIN	13 km/h NO ; 30 % ; 12°C
				15/10/2024	Amicie D'AUGUSTIN	14 km/h SE ; 100 % ; 16°C
				22/10/2024	Amicie D'AUGUSTIN	7 km/h SO ; 100 % - Brouillard ; 10°C
				30/10/2024	Amicie D'AUGUSTIN	9 km/h NE ; 90 % ; 13°C
Période printanière	Du 05 mars au 31 mai 2025	6,31 jours	13 passages	05/03/2025	Mewen LE PALLEC	9Km/h ESE, 0%, 9C°
				12/03/2025	Mewen LE PALLEC	8Km/h NNE, 100%, 6C°
				19/03/2025	Mewen LE PALLEC	15Km/h SE, 30% 11C°
				25/03/2025	Mewen LE PALLEC	10Km/h NNO, 100%, 10C°
				02/04/2025	Mewen LE PALLEC	25Km/h, ENE, 0%, 15°C
				09/04/2025	Mewen LE PALLEC	17Km/h, NE, 0%, 12°C
				16/04/2025	Mewen LE PALLEC	10Km/h S, 40%, 8°C
				23/04/2025	Mewen LE PALLEC	25Km/h ONO, 100%, 13°C
				30/04/2025	Mewen LE PALLEC	10Km/h ESE, 0%, 19°C
				07/05/2025	Mewen LE PALLEC	25Km/h NE, 100%, 13°C
				14/05/2025	Mewen LE PALLEC	6Km/h ENE, 19%, 19°C
				21/05/2025	Mewen LE PALLEC	14Km/h NO, 100%, 16°C
				26/05/2025	Mewen LE PALLEC	18Km/h OSO, 100%, 15°C
Période estivale	Du 1er juin au 12 août 2025	6,27 jours	11 passages	04/06/2025	Mewen LE PALLEC	15Km/h OSO, 75%, 16°C
				11/06/2025	Mewen LE PALLEC	15Km/h ESE, 10%, 24°C
				17/06/2025	Mewen LE PALLEC	7Km/h NE, 0%, 24°C

Figure 4 - Calendrier des passages de prospection (2024)						
Thèmes d'étude	Période des passages	Intervalle moyen entre 2 passages	Nombre de passages	Date du passage	Expert	Conditions météorologiques
				26/06/2025	Mewen LE PALLEC	14Km/h SO, 100%, 26°C
				02/07/2025	Mewen LE PALLEC	20Km/h NNO, 100%, 19°C
				09/07/2025	Mewen LE PALLEC	6Km/h NE, 25%, 21°C
				16/07/2025	Mewen LE PALLEC	21Km/h O, 100%, 20°C
				23/07/2025	Mewen LE PALLEC	12Km/h NO, 90%, 18°C
				30/07/2025	Mewen LE PALLEC	16Km/h NNO, 70%, 21°C
				06/08/2025	Mewen LE PALLEC	6Km/h E, 0%, 18°C
				12/08/2025	Mewen LE PALLEC	14Km/h SO, 5%, 24°C
	Du 1er août au 14 août 2024	5,0 jours	3 passages	30/07/2024	Amicie D'AUGUSTIN	16 km/h N ; 85 % ; 25°C
				06/08/2024	Amicie D'AUGUSTIN	20 km/h SO ; 100 % ; 20°C
				14/08/2024	Amicie D'AUGUSTIN	10 km/h O ; 60 % ; 19°C

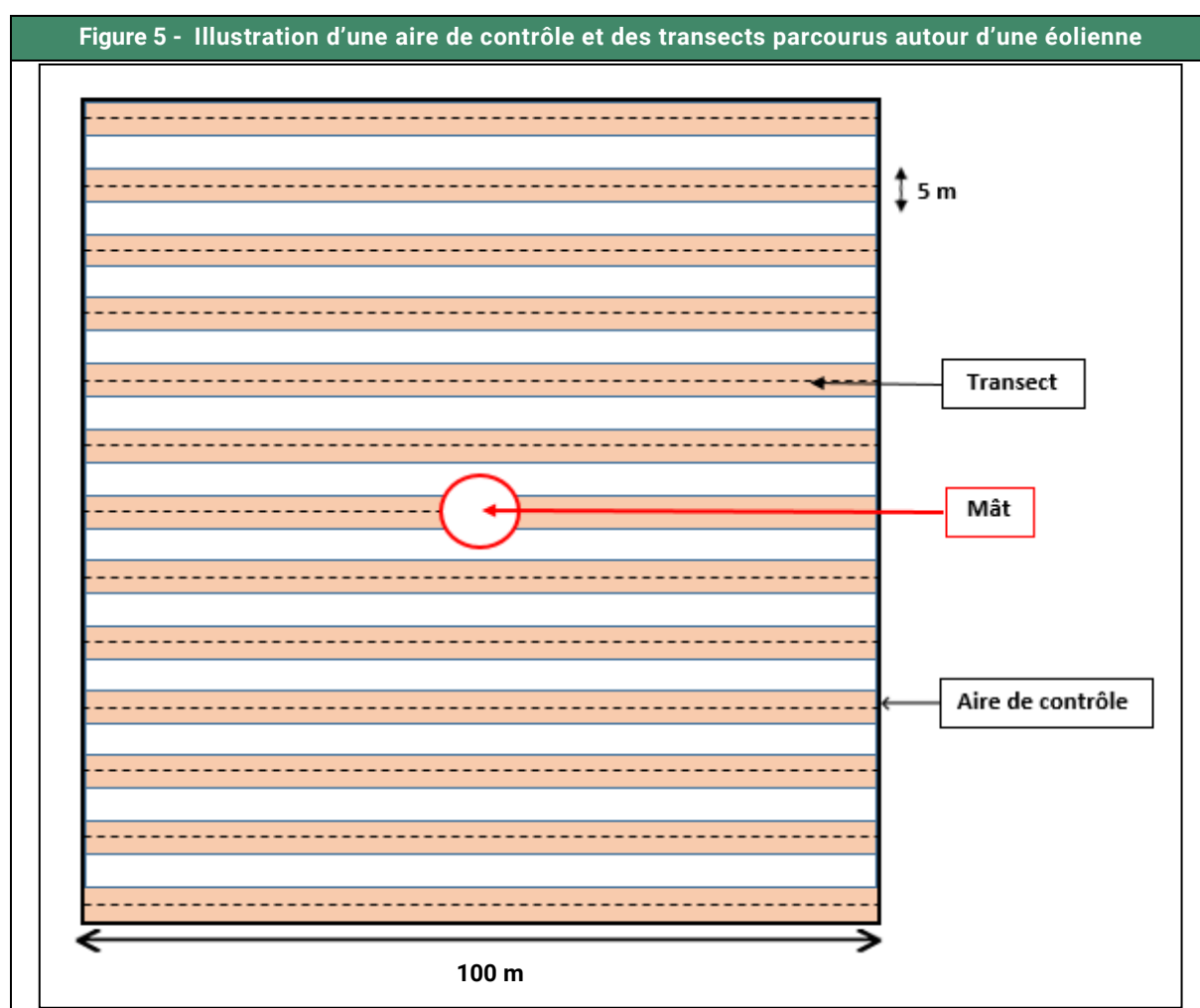
Les intervenants sont présentés en annexe 2.

2.1.2. Surfaces et transects de prospection

L'étude de la mortalité s'est traduite par des recherches à vue autour des éoliennes. Le protocole appliqué a été celui préconisé 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 La Lande de Carmoise, le diamètre des pales étant de 70 mètres, des carrés de 100 mètres de côté 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.



Quatre éoliennes composent le parc de La Lande de Carmoise



Carte 5 - Aires de contrôle autour des éoliennes

LEGENDE

- Zone de prospection
- Éolienne

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 et « GenEst » mis à disposition en ligne par l'USGS ont également été utilisées 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 :

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

Shiny – EolApp et GenEst

Ces applications permettent d'éviter les erreurs d'application des différentes équations présentées ci-dessus.

Shiny donne ainsi une valeur médiane mais également des intervalles de confiance à 80 et 95% pour chaque estimation proposée (Erickson, Huso et Jones).

GenEst donne une valeur médiane mais également des intervalles de confiance à 90% pour les données fournies.

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 persistance des cadavres ($\bar{t}$)

Un test de persistance a été réalisé lors de la saison automnale 2024 et de la saison printanière 2025. Au total, 12 cadavres de souris et 8 de poussins ont été déposés sous les éoliennes du parc éolien de La Lande de Carmoise (cinq sous chaque éolienne) par 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 6 - Calcul des durées de persistance par éolienne (2024)							
Saisons	Dates de prospection		Éoliennes				Total/Moyenne
			E1	E2	E3	E4	
Période automnale	Cadavres déposés	25/09/2024	5	5	5	5	5
	Cadavres retrouvés	26/09/2024	1	5	5	4	3,75
		27/09/2024	1	3	5	4	3,25
		30/09/2024	0	2	4	1	1,75
		02/10/2024	0	2	1	1	1
		07/10/2024	0	0	1	0	0,25
		10/10/2024	0	0	0	0	0
	Durée de persistance (t)		1,10	5,10	7,00	4,10	4,33

Figure 7 - Calcul des durées de persistance par éolienne (2025)							
Saisons	Dates de prospection		Éoliennes				Total/Moyenne
			E1	E2	E3	E4	
Période printanière	Cadavres déposés	12/05/2025	5	5	5	5	5
	Cadavres retrouvés	13/05/2025	5	5	5	5	5
		14/05/2025	5	5	4	5	4,75
		16/05/2025	2	2	1	4	2,25
		19/05/2025	1	1	0	0	0,5
		21/05/2025	1	1	0	0	0,5
		26/05/2025	1	1	0	0	0,5
	Durée de persistance (t)		2,9	2,9	3,2	5	3.5

2.2.2. Tests d'efficacité des observateurs (Z)

Un test d'efficacité des observateurs a été réalisé durant la journée de mise en place des cadavres tests.

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 individu déposé, 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 du taux de découverte des cadavres par éolienne et par saison							
Saisons	Dates de prospection		Éoliennes				Total/Moyenne
			E1	E2	E3	E4	
Période automnale	Cadavres déposés	25/09/2024	5	5	5	5	5
	Cadavres retrouvés		5	5	5	5	5
	Taux de découverte des cadavres (Z)		1	1	1	1	1
Période printanière	Cadavres déposés	12/05/2025	5	5	5	5	5
	Cadavres retrouvés		2	5	4	5	4
	Taux de découverte des cadavres (Z)		0,4	1	0,8	1	0,8

2.2.3. Calcul du coefficient de correction surfacique (A)

Situation environnementale du parc

Le parc éolien de la Lande de Carmoise se place dans un contexte agricole avec quelques haies et boisements entre les éoliennes E2 et E3. Ces deux éoliennes sont localisées à 100 mètres d'une zone boisée ou d'une haie.

Assolement

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 et impactent 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 (parfois renommée pour apporter une précision, le code EUNIS est bien sûr conservé et permet de faire le lien avec la dénomination du référentiel), système hiérarchisé de classification des habitats européens.

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

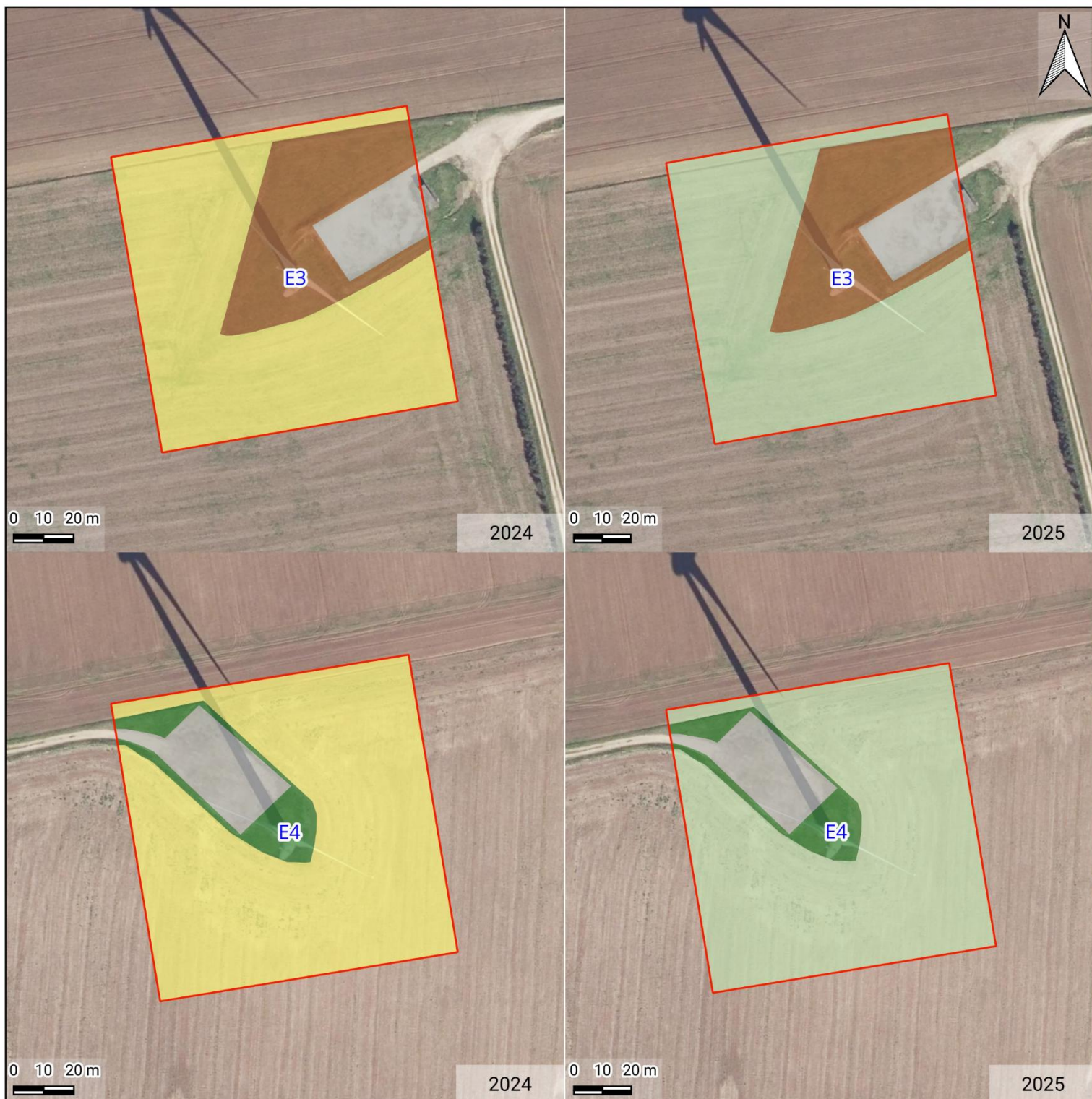
Figure 9 - Pourcentages d'occupation de chaque habitat au sein de la surface de prospection						
Thème d'étude		Année	Pourcentage occupé dans la zone de surplomb			
			E1	E2	E3	E4
Plateforme d'éolienne et chemin (EUNIS mal défini, à rapprocher de J4), voirie et route (J4)		2024	9,8%	7,4%	8,0%	9,7%
		2025	9,8%	7,4%	8,0%	9,7%
Friches (I1.5)		2024			24,8%	
		2025			24,8%	
Prairie mésophile (E2)		2024	6,1%	12,2%		7,6%
		2025	6,1%	12,2%		7,6%
Monocultures intensives (I1.1.)	Blé	2024	84,1%	80,4%	67,2%	82,7%
		2025				
	Maïs	2024				
		2025	84,1%	80,4%		
	Pomme de terre	2024				
		2025			67,2%	82,7%



Carte 6 - Cartographie de l'assolement sous les éoliennes 1 et 2 en 2024 et 2025

LEGENDE

- | | |
|--|---|
| Zone de prospection | Habitat |
| ● Éolienne | Blé |
| | Friche |
| | Plateforme |
| | Prairie |
| | Maïs |



Carte 7 - Cartographie de l'assolement sous les éoliennes 3 et 4 en 2024 et 2025

LEGENDE

- Zone de prospection
- Éolienne

Habitat

- Blé
- Friche
- Plateforme
- Prairie
- Pomme de terre



Photographie prise sous E1 le 06 août 2024 – Culture de blé, tas de fumier et plateforme.



Photographie prise sous E1 le 06 août 2025 – Culture de maïs et plateforme.



Photographie prise sous E2 le 30 juillet 2024 – Prairie de fauche, culture de blé et plateforme.



Photographie prise sous E2 le 02 juillet 2025 – Culture de maïs et plateforme.



Photographie prise sous E3 le 06 août 2024 – Prairie de fauche et culture de blé



Photographie prise sous E3 le 23 juillet 2025 – Prairie de fauche, culture de pomme de terre et plateforme.



Photographie prise sous E4 le 30 juillet 2024 – Prairie de fauche, culture de blé et plateforme.



Photographie prise sous E4 le 06 août 2025 – Labour, friche et plateforme.

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 événements 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 10 - Surfaces prospectées autour des éoliennes						
Saisons	Dates	Éoliennes				Coefficient de correction surfacique (A)
		E1	E2	E3	E4	
		Surface prospectée en %				
Période automnale	20/08/2024	99	92	79	100	
	28/08/2024	35	88	79	100	
	04/09/2024	30	88	79	100	
	12/09/2024	99	88	0	92	
	19/09/2024	15	88	75	92	
	25/09/2024	100	93	75	100	
	02/10/2024	100	23	75	100	
	10/10/2024	100	93	75	100	
	15/10/2024	100	93	100	100	
	22/10/2024	20	93	100	25	
	30/12/2024	12	93	100	18	
	Taux de prospection moyen	0,65	0,85	0,76	0,84	1,23
	Coefficient de correction surfacique (A)	1,35	1,15	1,24	1,16	
Période printanière	05/03/2025	11	11	13	18	
	12/03/2025	98	11	13	10	
	19/03/2025	98	11	13	10	
	25/03/2025	98	11	13	92	
	02/04/2024	98	11	13	92	
	09/04/2025	98	11	80	92	
	16/04/2025	98	91	80	92	
	23/04/2025	98	91	80	92	
	30/04/2025	96	91	77	94	

Figure 10 - Surfaces prospectées autour des éoliennes						
Saisons	Dates	Éoliennes				Coefficient de correction surfacique (A)
		E1	E2	E3	E4	
		Surface prospectée en %				
	07/05/2025	12	91	75	92	
	14/05/2025	96	90	75	92	
	21/05/2025	96	90	75	92	
	26/05/2025	94	91	75	92	
	Taux de prospection moyen	0,84	0,54	0,52	0,74	1,34
	Coefficient de correction surfacique (A)	1,16	1,46	1,48	1,26	
	04/06/2025	94	91	75	51	
	11/06/2025	94	91	75	32	
	17/06/2025	94	91	75	32	
Période estivale	26/06/2025	10	8	75	21	
	02/07/2025	10	8	75	21	
	09/07/2025	10	8	45	21	
	16/07/2025	10	8	8	93	
	23/07/2025	16	17	26	99	
	30/07/2025	16	17	26	0	
	06/08/2025	16	17	93	99	
	12/08/2025	16	17	93	99	
	30/07/2024	0	88	8	18	
	06/08/2024	99	92	8	18	
	14/08/2024	99	92	79	100	
	Taux de prospection moyen	0,42	0,46	0,54	0,50	1,52
	Coefficient de correction surfacique (A)	1,58	1,54	1,46	1,50	

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 38 passages réalisés, sept cadavres ont été découverts. Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Les fiches terrain de découverte de cadavres sont présentes en annexe 5.

Figure 11 - Résultats des recherches de cadavres							
Saison	Date	Espèces	Stade	Sexe	Éolienne	Distance au mât (m)	Orientation par rapport au mât
Avifaune							
Période automnale	04/09/2024	Goéland argenté	Immature	Indéterminé	E4	50	NE
Période printanière	05/03/2025	Alouette des champs	Indéterminé	Indéterminé	E4	31	NE
	09/04/2025	Alouette des champs	Indéterminé	Indéterminé	E1	30	EN
Période estivale	02/07/2025	Martinet noir	Juvénile	Indéterminé	E2	7	SSE
	30/07/2024	Corneille noire	Indéterminé	Indéterminé	E2	35	N
	06/08/2024	Alouette des champs	Adulte	Indéterminé	E4	<1	NE
	06/08/2024	Goéland brun	Indéterminé	Indéterminé	E2	40	SO

Les différentes fiches de mortalité sont répertoriées en annexe 5.



Carte 8 - Localisation des cadavres découverts

LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Zone de prospection
- Éolienne

Cas de mortalité (suivi 2024-2025) :

- Alouette des champs - 2024-08-06
- Alouette des champs - 2025-03-05
- Alouette des champs - 2025-04-09
- Corneille noire - 2024-07-30
- Goéland argenté - 2024-09-04
- Goéland brun - 2024-08-06
- Martinet noir - 2025-07-02

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 12 - Résultats des estimations de mortalité avifaune (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)					
Saisons	Variables	E1	E2	E3	E4
Période automnale	C	0	0	0	1
	Z	1,00	1,00	1,00	1,00
	I	6,45	6,45	6,45	6,45
	Î	8,65	8,65	8,65	8,65
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	4,33	4,33	4,33	4,33
	A	1,35	1,14	1,33	1,24
	Erickson Nestimé	-	-	1,73	-
	Jones Nestimé	-	-	2,44	-
	Huso Nestimé	-	-	2,23	-
Période printanière	C	1	0	0	1
	Z	0,80	0,80	0,80	0,80
	I	6,31	6,31	6,31	6,31
	Î	7,00	7,00	7,00	7,00
	ê	1,00	1,00	1,00	1,00
	t	3,50	3,50	3,50	3,50
	A	1,16	1,46	1,48	1,26
	Erickson Nestimé	2,61	-	-	2,84
	Jones Nestimé	3,57	-	-	3,88
	Huso Nestimé	3,13	-	-	3,40
Période estivale	C	0	3	0	1
	Z	6,27	6,27	6,27	6,27
	I	7,83	7,83	7,83	7,83
	Î	1,00	1,00	1,00	1,00
	ê	3,91	3,91	3,91	3,91
	t	1,65	1,66	1,39	1,48
	A	0,90	0,90	0,90	0,90
	Erickson Nestimé	-	8,23	-	2,67
	Jones Nestimé	-	11,44	-	3,71
	Huso Nestimé	-	10,30	-	3,34

L'éolienne la plus mortifère pour l'avifaune semble être l'éolienne E2 en période estivale avec une estimation de 10,30 oiseaux tués (d'après Huso).

L'espèce la plus retrouvée sous les éoliennes est l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*).

4.2.2. Chiroptères

Aucun cadavre de chiroptère n'a été retrouvé durant ce suivi. Cependant, le taux de persistance étant inférieur à 4 jours et l'intervalle moyen de passage étant de 6 jours, certains cadavres ont pu disparaître avant les passages.

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 saison.

Avifaune

Figure 13 - Paramètres utilisés sur la plateforme Shiny				
Paramètres	Période printanière	Période estivale	Période automnale	EolApp
Efficacité observateur	0,80		1,0	0,90
Persistance (jours)	3,5		4,33	Calculée par le logiciel
Pourcentage de prospection	0,66	0,48	0,77	0,64
Intervalle (jours)	6,34			

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	0.00	0.00	19.25	0.00	8.82
Huso	19.90	5.86	37.72	10.71	30.87
Winkelmann	28.74	8.37	63.13	14.37	48.98
Jones	11.93	3.35	29.19	6.47	20.45

Le parc tuerait entre 5,86 et 30,87 oiseaux, avec une médiane s'établissant à 19,90 cadavres, sur toute la période suivie (d'après Huso).

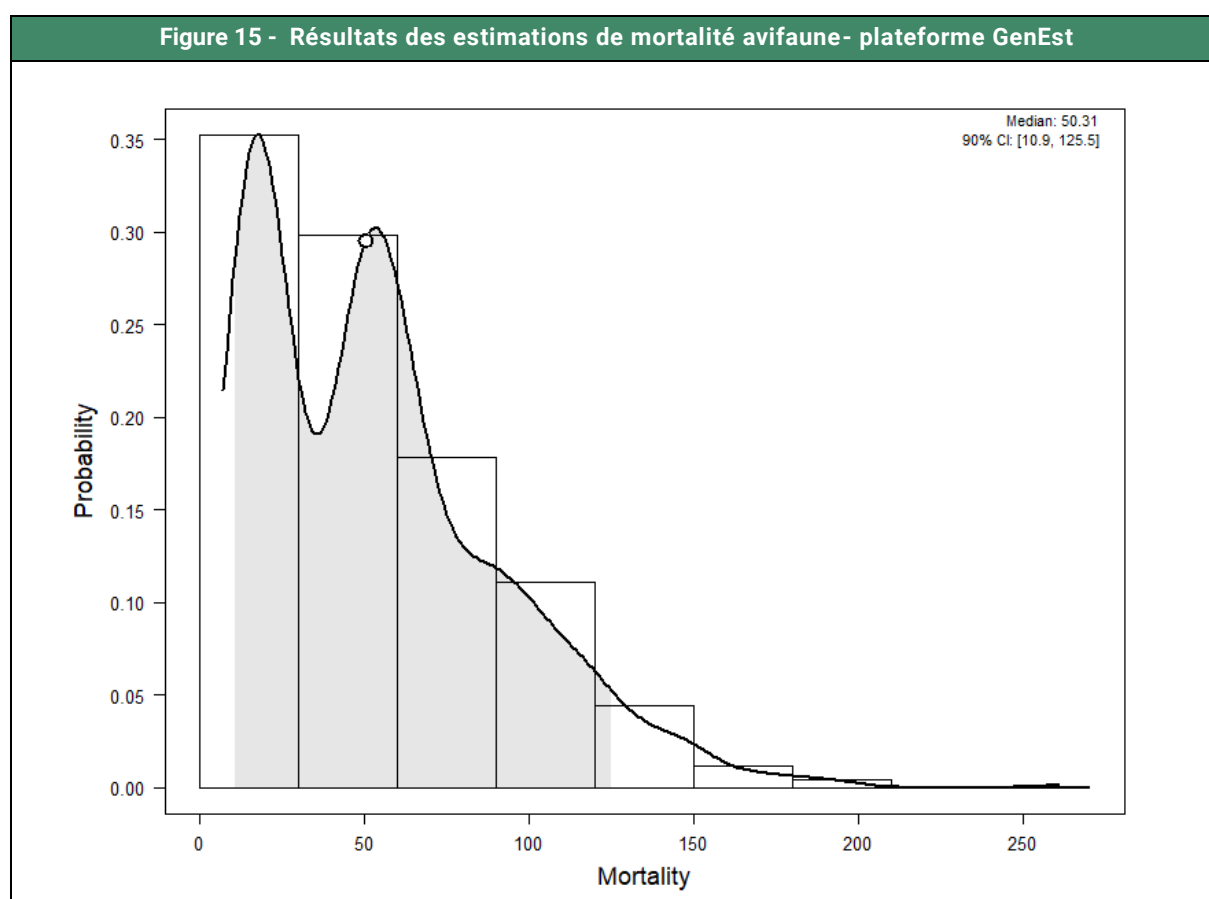
Chiroptères

Aucun cadavre de chiroptère n'a été retrouvé durant ce suivi. Cependant, le taux de persistance étant inférieur à 4 jours et l'intervalle moyen de passage étant de 6 jours, certains cadavres ont pu disparaître avant les passages.

4.2.4. GenEst

Le CNRS a mis en ligne un second 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 prend en charge les données récoltées sous forme de tableaux (calendrier de passages, test d'efficacité de recherche et de persistance, nombre de cadavres découverts, surface moyenne prospectée par éolienne) puis réalise le calcul de l'estimation.

Avifaune



Le parc tuerait entre 10,86 et 125,54 oiseaux, avec une médiane s'établissant à 50,31 cadavres, sur toute la période suivie (d'après GenEst).

Aucun cadavre de chiroptère n'a été retrouvé durant ce suivi. Cependant, le taux de persistance étant inférieur à 4 jours et l'intervalle moyen de passage étant de 6 jours, certains cadavres ont pu disparaître avant les passages.

4.2.5. Synthèse

Figure 16 - 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	5,46	10,89	1,73	18,08
Jones Nestimé	7,46	15,15	2,44	25,04
Huso Nestimé	6,53	13,64	2,23	22,40
Shiny 90% (Huso)	5,59 [0,0 – 11,16]	15,28 [0,0 – 26,30]	2,31 [0,0 – 5,21]	19,90 [5,86 – 30,87]
GenEst (95%)	36,13 [2 – 108,71]	11,94 [4 – 20,44]	2,8 [1 – 7,08]	50,31 [10,86 – 125,54]

Figure 17 - Résultats des estimations de mortalité par taxon		
Parc entier	Nombre de cadavres estimés	
	Avifaune	Chiroptères
Erickson Nestimé	18,08	0
Jones Nestimé	25,04	0
Huso Nestimé	22,40	0
Huso Shiny (90%)	19,90 [5,86 – 30,87]	0
GenEst (95%)	50,31 [10,86 – 125,54]	

Les calculs projettent d'après Huso une mortalité de 22,40 oiseaux sur la période d'étude, soit 5,60 cas par éolienne. La plateforme Shiny indique, pour un intervalle de confiance à 90 %, entre 5,86 et 30,87 cas de mortalité, la médiane s'établissant à 19,90 cas (toujours d'après HUSO). D'après la plateforme GenEst, la mortalité serait comprise entre 10,86 et 125,54 cas de mortalité avec une médiane de 50,31 cas pour un intervalle de confiance de 95%.

A 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 18 - 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 dangereuses. En effet, en hiver, les chiroptères sont en sommeil (risque nul). En été, les femelles restent généralement dans un rayon d'éloignement assez restreint vis-à-vis de leur lieu de mise-bas car leurs petits ont besoin de leur chaleur pour survivre. Elles sortent donc dans l'unique but de se nourrir vite et efficacement. Certaines espèces sont migratrices (noctules et Pipistrelle de Nathusius) et réalisent donc un trajet de plusieurs centaines de kilomètres entre leurs gîtes de mise-bas et ceux d'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.
		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

Figure 18 - Inventaire des principaux facteurs pouvant entraine des collisions						
Facteur	Taxon	Explication				
		reproduction, de nourrissage et de refuge). Les éoliennes situées près de tels habitats sont donc obligatoirement plus à risques que celles placées en plein champ.				
		Tout élément du paysage susceptible d'attirer les insectes est donc attractif pour les chauves-souris. Les arbres, haies, broussailles et les boisements sont donc des habitats prisés par cette faune. Les éoliennes situées près de tels habitats sont donc nécessairement plus à risques que les autres. Eurobats préconise un éloignement de 200 mètres de tout élément arboré.				
		Comme pour le positionnement des éoliennes au sein d'un parc, les effets cumulés de plusieurs parcs les uns par rapport aux autres peuvent entrainer un risque plus grand. Les migrateurs notamment doivent réagir et ajuster leur trajectoire de manière répétée, ce qui entraine 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 entrainer des pertes énergétiques de contournement ou d'évitement qui peuvent nuire aux individus déjà affaiblis par la migration et entrainer 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 augmente fortement le risque de collision. Les migrateurs sont également plus exposés car ils circulent généralement en groupe, créant un effet de dilution de vigilance. Ceux appréciant d'alterner des phases de vol et de repos/alimentation dans les champs sont également concernés par ils réalisent des décollages et des atterrissages fréquents qui les font traverser les surfaces de rotation.				
		La sensibilité est également directement liée à l'espèce, les chauves-souris ubiquistes c'est-à-dire celles à l'aise avec une circulation en espace ouvert sont davantage susceptibles de rencontrer des éoliennes que celles fortement liées aux boisements. Les migratrices sont également plus exposées à la collision en raison de leurs déplacements sur de longues distances et à des altitudes supérieures.				
 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 entrainant 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 les sept cadavres d'oiseau, aucun dimorphisme n'a été noté lors de ce suivi, donc le sexe des individus n'a pas pu être précisé.

5.1.3. Distance au mât

La distance moyenne au mât des cadavres découverts est de 27,7 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 19 - 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 des champs	3	VU	NT	LC	NA	LC	OII
Corneille noire	1	LC	LC	NA	-	LC	OII
Goéland argenté	1	VU	NT	NA	-	LC	OII
Goéland brun	1	VU	LC	LC	NA	LC	OII
Martinet noir	1	LC	NT	-	DD	NT	-
Total	7						
Liste des statuts : LC : Préoccupation mineure, NT : quasi-menacée, VU : Vulnérable							
Directive Oiseaux : Annexe I : Liste des espèces d'oiseaux portant désignation d'un site Natura 2000 en ZPS (Zone de Protection Spéciale), Annexe II : Liste les espèces chassables							

L'Alouette des champs, le Goéland argenté, le Goéland brun et le Martinet noir sont considérés comme des espèces patrimoniales ; ils sont inscrits sur les listes rouges régionale ou nationale.

Figure 20 - Cas de mortalité pour chaque espèce découverte (Source : T.Dürr, 2025)		
Espèce	Cas de mortalité (France)	Cas de mortalité sur le parc éolien de La Lande de Carmoise
Alouette des champs	250	3
Corneille noire	93	1
Goéland argenté	75	1
Goéland brun	75	1
Martinet noir	492	1

L'Alouette des champs est l'un des passereaux les plus touchés par la mortalité éolienne en Europe. Ce passereau affectionne les milieux agricoles où il niche au sol ainsi que les terres labourées où il trouve de quoi se nourrir. L'alternance spatiale et temporelle de zones cultivées et de labours sous les éoliennes du parc éolien de la Lande de Carmoise est attractive pour cette espèce. Il est possible que l'espèce niche au sein du parc, les habitats étant favorables à sa reproduction.

Le Martinet noir chasse le plancton aérien au-dessus des cultures et peut être amené à chasser à de grandes hauteurs.

Ces deux espèces sont considérées sensibles à l'éolien d'après les données de Dürr (2025).

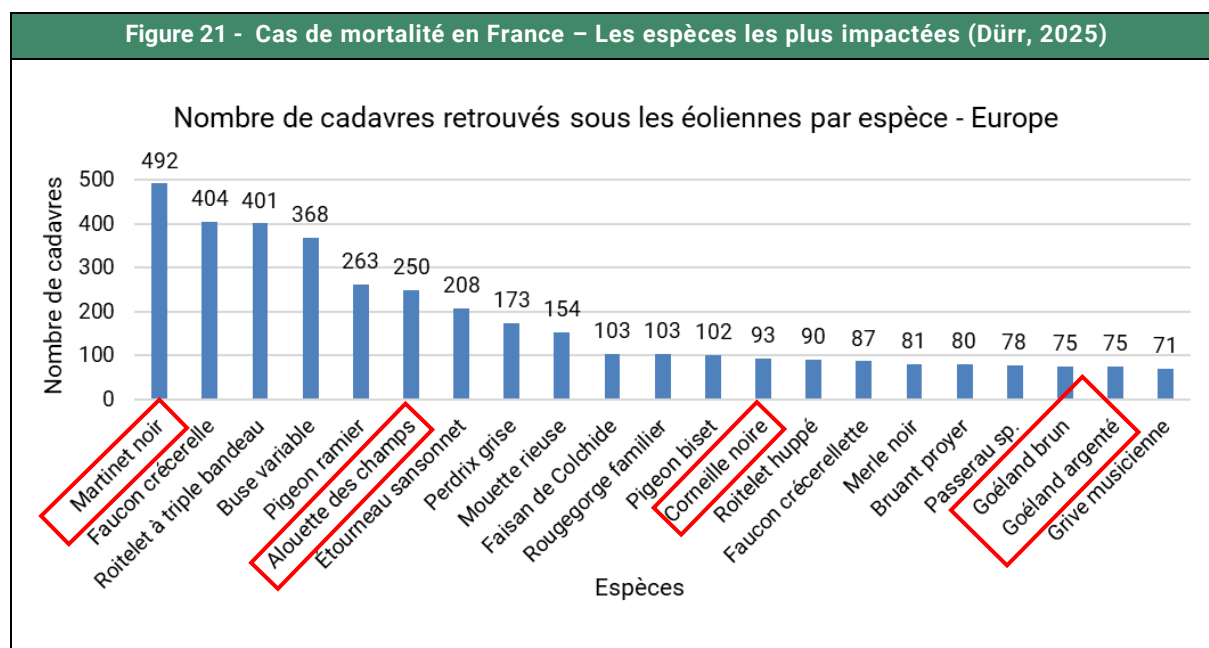
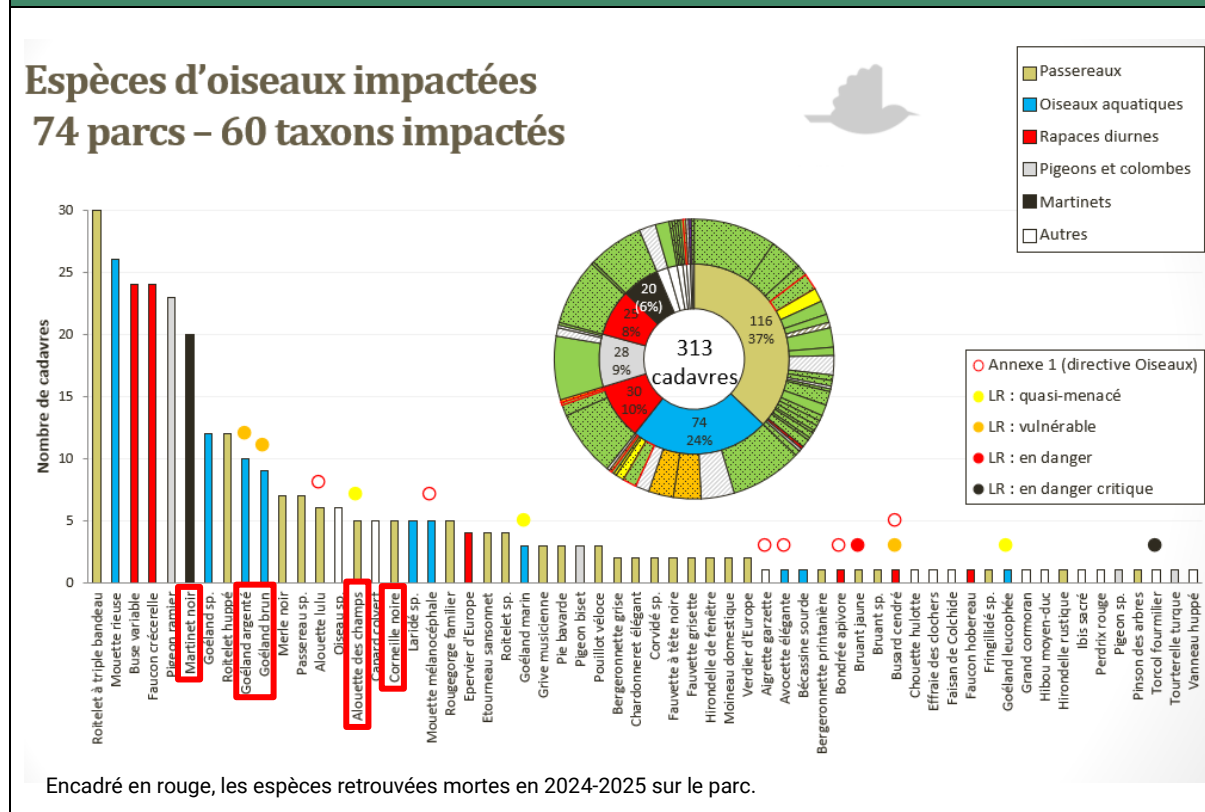


Figure 22 - Cas de mortalité dans l'ouest de la France entre 2010 et 2019 – Oiseaux (Ouest'Am 2020)

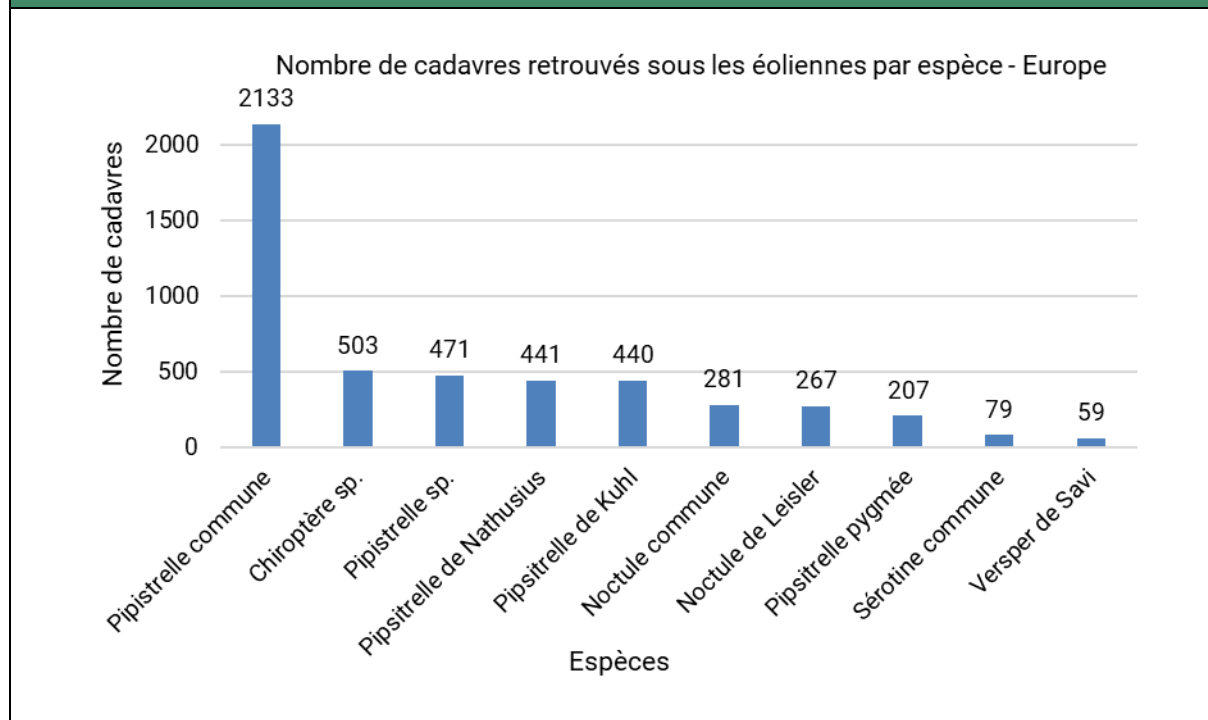


D'après le recensement des espèces impactées par l'éolien à l'échelle européenne par Dürr en 2025, et à l'échelle de l'ouest de la France par le bureau d'étude Ouest'Am en 2020, les cinq espèces retrouvées sur le parc éolien de la Lande de Carmoise font partie des 20 espèces les plus touchées par les collisions avec les éoliennes dans l'ouest de la France.

Chiroptères

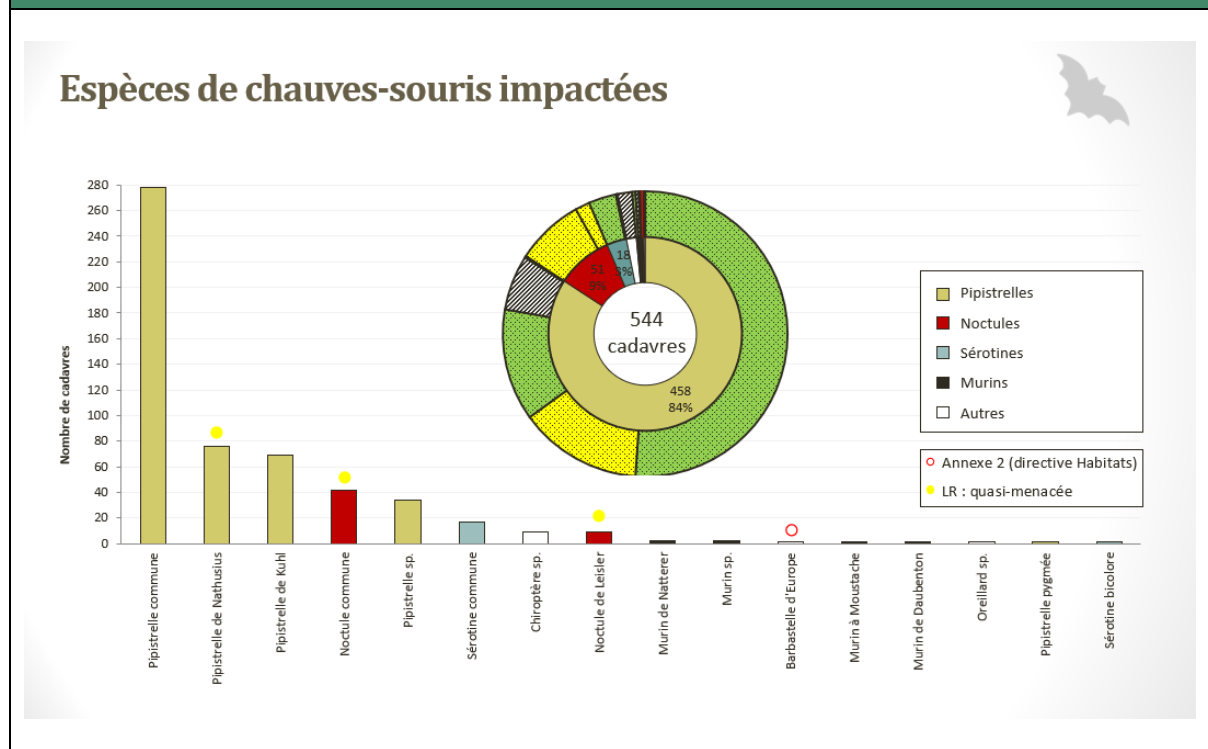
Aucun cadavre de chiroptère n'a été retrouvé durant ce suivi. Cependant, le taux de persistance étant inférieur à 4 jours et l'intervalle moyen de passage étant de 6 jours, certains cadavres ont pu disparaître avant les passages.

Figure 23 - Cas de mortalité en France – Chiroptères (Dürr, 2025)



Les espèces de chiroptères les plus sensibles à l'éolien sont celles appartenant aux groupes des pipistrelles (75,6% des cas en Europe) et des noctules sur les 10 espèces les plus concernées par la mortalité éolienne en Europe et dans l'ouest de la France.

Figure 24 - Cas de mortalité dans l'Ouest de la France entre 2010 et 2019 – Chiroptères (Ouest'Am, 2020)



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 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 durant l'automne 2024 ainsi qu'au printemps 2025. Pour rappel, trois souris et deux poussins ont été placées au sein des carrés de prospection des quatre 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 de 100 % à l'automne 2024 et 80% au printemps 2025.

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, en automne 2024, la persistance chute en moyenne après deux jours sur site (présence d'encore 15 cadavres sur les 20 après 24h puis il ne restait plus que 7 cadavres cinq jours après).

Lors du suivi au printemps 2025 la persistance chute quant à elle après quatre jours avec 9 cadavres restants et 2 cadavres restant au bout de sept jours.

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, corbeaux, 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 moyenne est plutôt importante, mesurée à 4,33 jours en automne et 3,5 jours au printemps.

5.2.3. Pourcentage de prospection et taux de correction de surface

De manière générale, se trouve sous une éolienne :

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

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

Dans le cas du parc étudié, les quatre éoliennes se situent en plein champ. Théoriquement, l'entière étendue des carrés de prospection (1 hectare par éolienne) peut être parcourue. Cependant, la variété cultivée à certains endroits, comme le blé ou le maïs, ainsi que l'entretien des zones enherbées 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 de 77% en automne 2024, 66% au printemps 2025 et 48% à l'été 2025.

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.

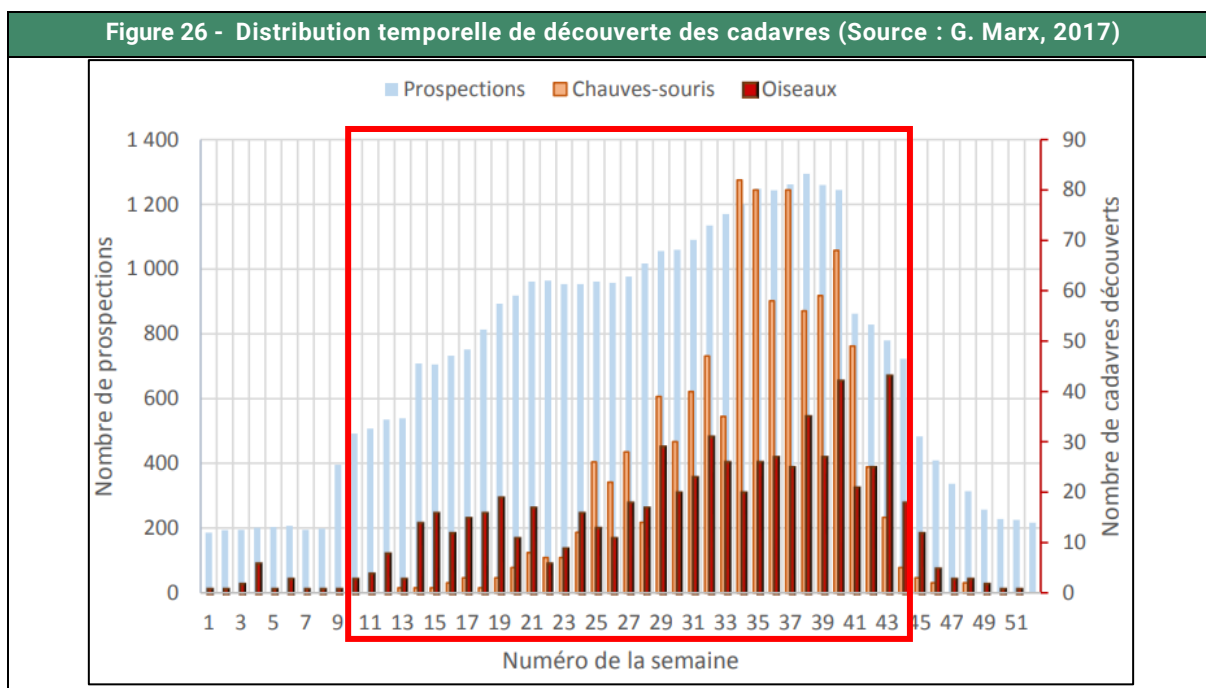
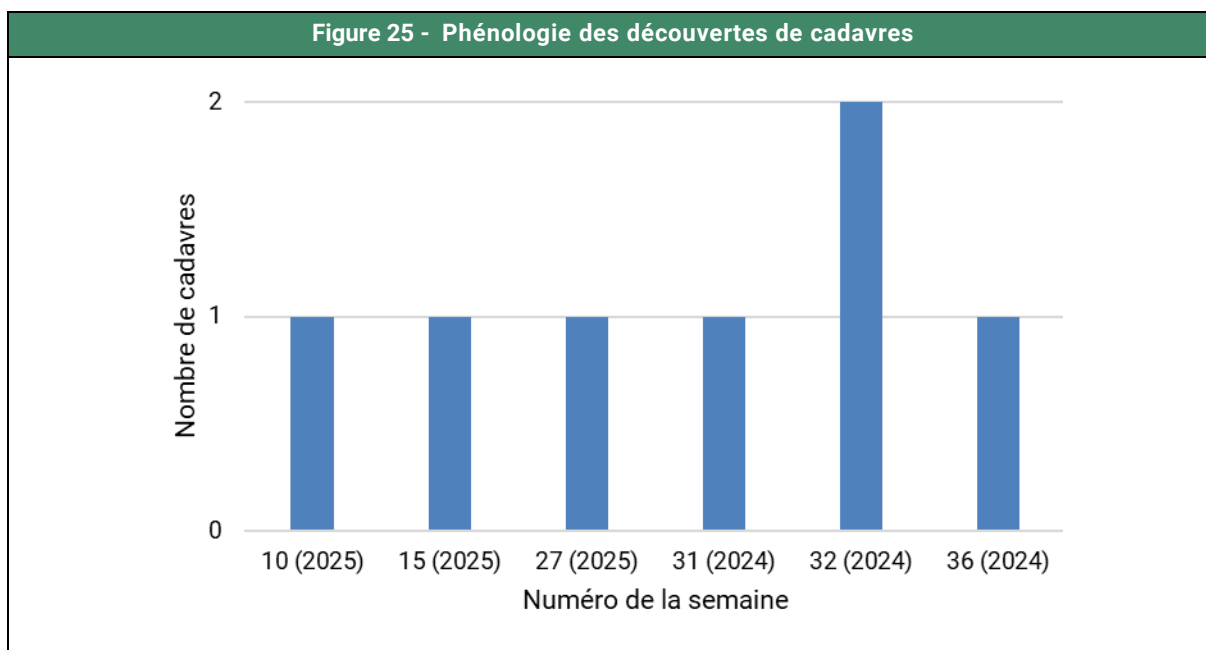
Les analyses présenteront donc 3 indices et les conclusions seront basées sur les calculs selon Huso, les intervalles de confiance étant issus de l'utilisation de Shiny et GenEst (CNRS).

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. **Nos résultats indiquent une mortalité plus élevée en été.**

5.3.3. Analyse spatiale des résultats

Trois des quatre éoliennes ont entraîné la découverte de cas de mortalité (oiseaux). Les éoliennes E2 et E4 ont été à priori les plus accidentogènes avec trois cadavres retrouvés sous chacune. Un cadavre 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.

En ce qui concerne l'Alouette des champs, elle a été retrouvée lors de la période de migration et de nidification. Il est donc probable que les individus aient été impactés lors de leurs migrations ou parades nuptiales par barotraumatisme.

L'éolienne E2 se situe à proximité d'une haie et d'un boisement pouvant être utilisé comme corridor pour le Martinet noir.



Photographies prises depuis la culture de E2 (gauche), boisement présents à proximité de E2 et de la plateforme de E1 (droite).

Source : Envol Environnement

Il est donc difficile de conclure sur la dangerosité des éoliennes. Les espèces peuvent en effet occuper la totalité du secteur d'implantation au vu de sa configuration (boisements et haies).

5.3.4. Analyse globale de la mortalité

Figure 27 - Mortalité globale d'après HUSO		
Groupe	À l'échelle du parc (en nombre d'individus)	Par éolienne (en nombre d'individus)
Avifaune	22,40	5,60
Chiroptères	0	0

Pour les oiseaux, les modèles prévoient 5,84 cas par éolienne, ce qui est bien inférieur 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).

Figure 28 - 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	18,08	4,52
Jones	25,04	6,26
Huso	22,40	5,60
Shiny 90% (Huso)	19,90 [5,86 – 30,87]	4,98 [1,47 – 7,72]
GenEst (95%)	50,31 [10,86 – 125,54]	12,58 [2,72 – 31,39]

Pour les quatre éoliennes du parc éolien, l'estimation varie entre 18,08 (selon la méthode d'Erickson) et 25,04 cadavres pour la période étudiée (selon la méthode de Jones). La méthode d'Huso donne un résultat intermédiaire, à savoir 22,40 cadavres.

L'utilisation d'Eolapp permet d'obtenir des intervalles de confiance à 90% qui se situent entre 5,86 et 30,87 cas sur le parc éolien de la Lande de Carmoise.

L'utilisation de GenEst permet, quant à elle, d'obtenir des intervalles de confiance à 95% qui se situent entre 10,86 et 1215,54 cas sur le parc éolien de la Lande de Carmoise.

Les estimations prévoient ainsi 19,90 (IC90% [5,86 – 30,87]) cas de mortalité pour le parc éolien de la Lande de Carmoise sur la période d'étude, soit l'équivalent de 4,98 (IC90% [1,47 – 7,72]) individus tués par éolienne sur la période d'étude selon EolApp et de 12,58 (IC95% [2,72 – 31,39]) selon GenEst.

6. CONCLUSION GENERALE DU SUIVI DE MORTALITE

À partir des 38 passages de mortalité effectués entre la semaine 31 et 44 de l'année 2024, et la semaine 10 et 33, sept cadavres ont été découverts.

Ces sept cadavres ne concernent que l'avifaune avec trois alouettes des champs, un Goéland argenté, un Goéland brun, une Corneille noire ainsi qu'un Martinet noir.

Les calculs les plus probants projettent une mortalité estimée à 50,31 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'ECOUTE EN CONTINU EN NACELLE D'EOLIENNE

1.1. OBJECTIFS DU PROTOCOLE

Des écoutes en continu à hauteur de la nacelle de l'éolienne E2 ont été réalisées entre le 23 juillet et le 31 octobre 2024 et entre le 1^{er} mars 2025 et le 14 août 2025 afin de pouvoir corréler les données d'altitude aux résultats des recherches de mortalité. L'éolienne E2 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 lisière de boisement et donc 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.

Un rappel de la biologie des chiroptères est en annexe 3.

1.2. PROTOCOLE DES ECOUTES EN CONTINU

1.2.1. Dispositif d'écoute

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

Il permet 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. Envol Environnement atteste de la conformité et du bon fonctionnement du microphone installé sur le parc éolien de la Lande de la Carmoise sur l'ensemble de la période d'écoute.



Exemple d'installation du Batlogger en nacelle

Eoliennes équipées

Conformément à la demande du Parc éolien de la Lande de Carmoise SAS, l'éolienne E2 a été équipée avec un Batlogger WEX1 en juillet 2024 puis à nouveau en février 2025. La cartographie suivante localise le Batlogger installé au sein du parc éolien de la Lande de Carmoise.



Carte 9 - Localisation de l'éolienne équipée d'un batlogger

LEGENDE

Parc éolien suivi :

- Localisation des éoliennes
- Éolienne équipée d'un batlogger

Durée d'échantillonnage

À partir du 23 juillet 2024 jusqu'au 31 octobre 2024 puis du 1^{er} mars au 14 août 2025, un détecteur Batlogger WEX1 a enregistré l'activité chiroptérologique au niveau de la nacelle de l'éolienne E2 du parc éolien de la Lande de Carmoise.

La durée d'écoute totale a été de 286 nuits, équivalent à 3 604,6 heures d'enregistrement.

Figure 29 - Calendrier des durées d'échantillonnage sur E2 selon les phases étudiées			
Périodes	Saisons	Nombre de nuits d'écoute	Temps d'écoute total (en heures)
Du 1 ^{er} mars au 31 mai 2025	Transits printaniers	92	1 138,68
Du 23 juillet au 14 août 2024 et du 1 ^{er} juin au 14 août 2025	Mise-bas	98	1 035,87
Du 15 août au 31 octobre 2024	Transits automnaux	78	1081,13
		268	3 255,68

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 23 juillet 2024 jusqu'au 12 novembre 2024 puis du 1^{er} mars au 14 août 2025, a été échantillonné.

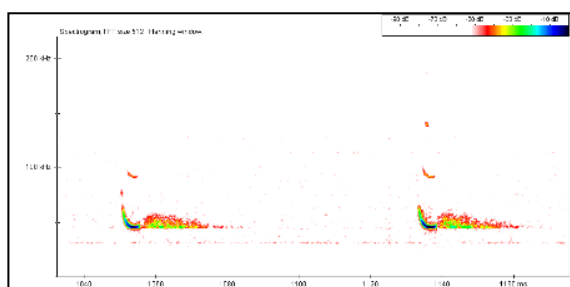
METHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES SIGNAUX ULTRASONIQUES

2.1. DETERMINATION SPECIFIQUE A PARTIR DES SIGNAUX BRUTS

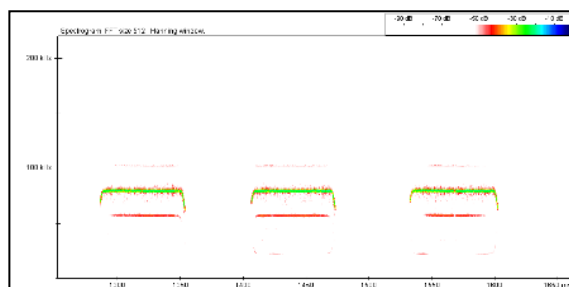
Chaque espèce de chiroptère émet un cri qui lui est propre. Ce signal ultrasonore n'est pas perceptible à l'oreille humaine mais peut être enregistré grâce à des appareils spéciaux tel que le détecteur Pettersson D240X ou des enregistreurs en continu comme le Batlogger. Les enregistrements issus de la 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).

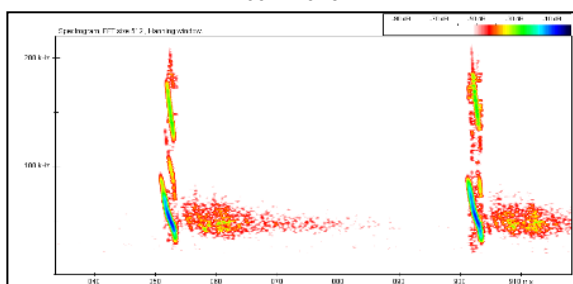
Les différentes caractéristiques du signal sont, ensuite, reportées sur un diagramme propre à chaque grande famille de chiroptères. L'utilisation des diagrammes permet la plupart du temps à l'expert de déterminer l'espèce. Les diagrammes utilisés sont issus du guide de l'écologie acoustique des Chiroptères 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. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaire et biodiversité), 344 p.).



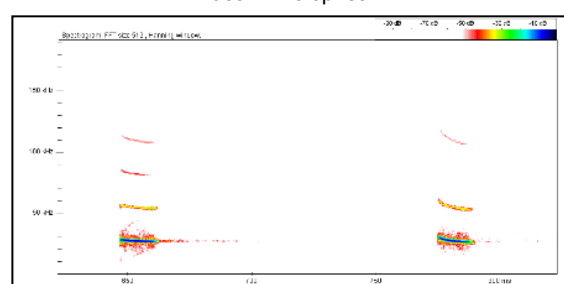
Signal en fréquence modulée aplanie émis par une Pipistrelle commune



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)

La méthodologie de traitement détaillée en annexe 4.

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

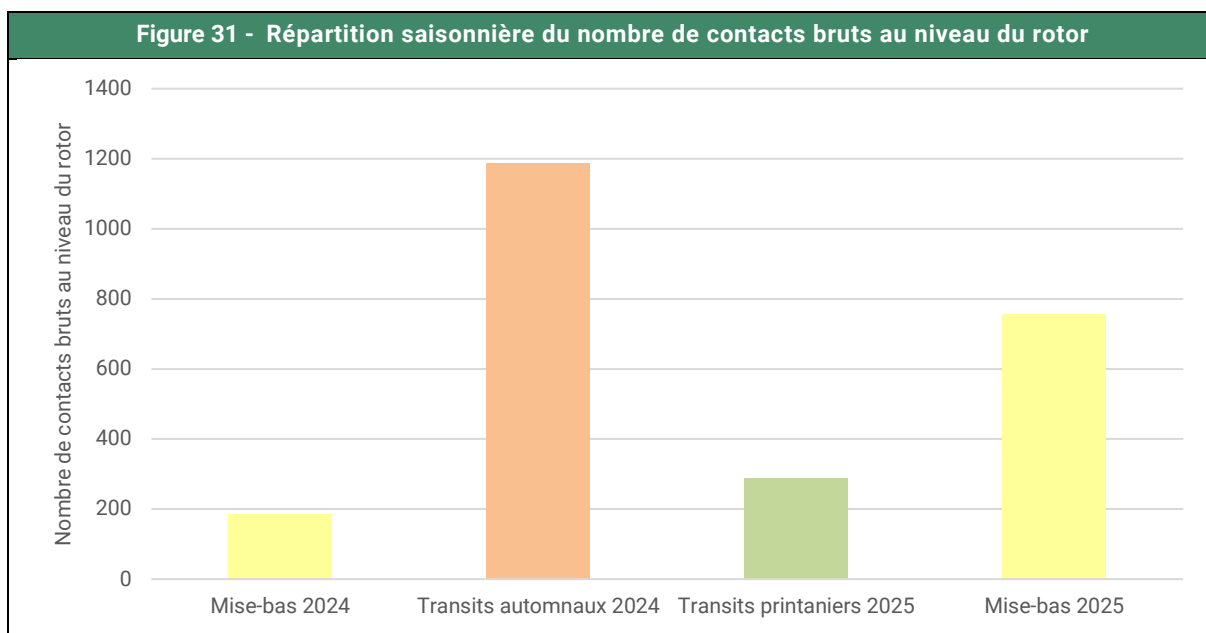
Le tableau dressé ci-dessous présente l'inventaire de toutes les espèces de chiroptères détectées au niveau du rotor de l'éolienne (présenté en nombre de contacts bruts).

Figure 30 - Inventaire complet des espèces enregistrées par le batlogger au niveau de l'éolienne E2

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				10	0,002	1,06				NT	VU	LC	IV
Noctule de Leisler	7	0,002	0,76	57	0,017	6,05	41	0,012	3,46	NT	NT	LC	IV
Pipistrelle commune	252	0,221	88,81	776	0,749	82,38	1035	0,957	87,27	LC	NT	LC	IV
Pipistrelle de Kuhl	19	0,017	6,70	73	0,070	7,75	87	0,080	7,34	LC	LC	LC	IV
Pipistrelle de Nathusius	9	0,008	3,17	25	0,024	2,65	23	0,021	1,94	NT	NT	LC	IV
Murin sp.	1	0,001	0,56	1	0,002	0,11							
Total	288	0,249	100	942	0,865		1186	1,071	100,00				
Nombre d'espèces	4			5			4						
Liste rouge : LC : Préoccupation mineure, NT : Quasi-menacé, VU : Vulnérable													
Directive habitats : liste les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte : elle concerne les espèces devant être strictement protégées													

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

Comparaison de l'activité chiroptérologique saisonnière au niveau du rotor

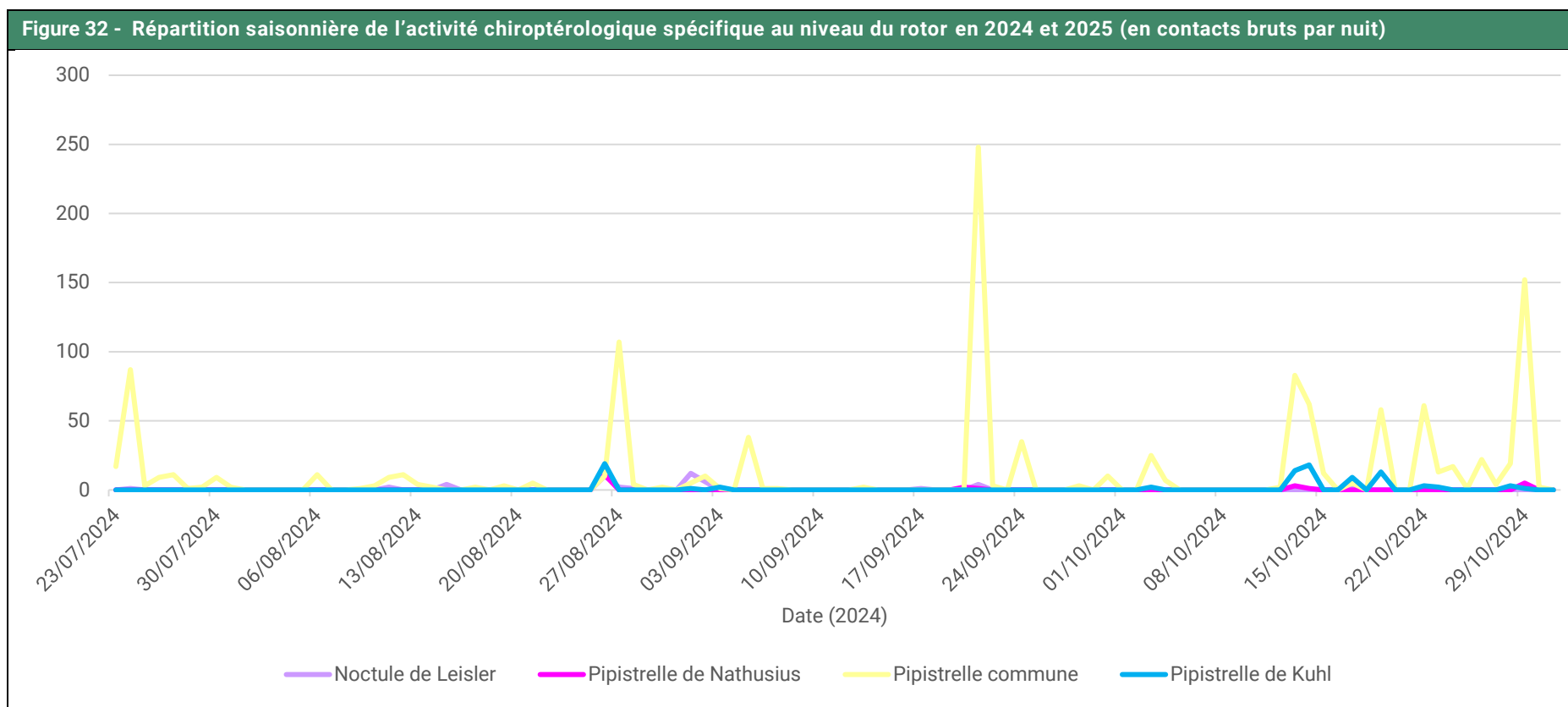


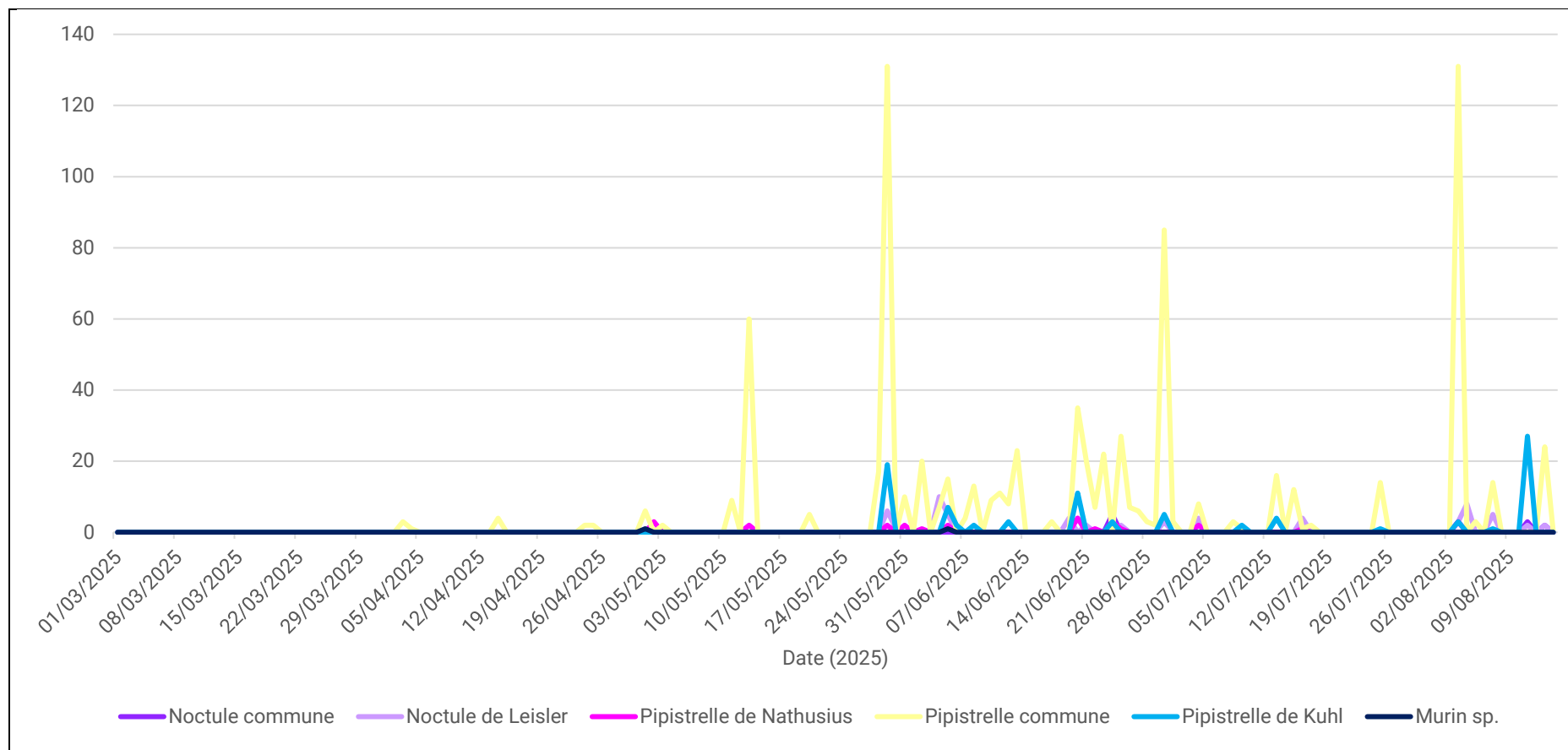
La période d'activité maximale des chiroptères en altitude a lieu durant les transits automnaux. C'est durant cette période que les espèces de haut vol sont les plus actives notamment pour la migration.

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.

En 2024, la Pipistrelle commune domine largement le cortège avec trois pics d'activité enregistrés supérieurs à 100 contacts bruts, les nuits du 27 août, 21 septembre et du 29 octobre. La Pipistrelle de Kuhl est présente de mi-août à mi-septembre, plusieurs pics d'activité sont atteints les nuits du 26 août et entre le 13 et le 19 octobre. La Noctule de Leisler est détectée ponctuellement et son pic d'activité est atteint le 1^{er} septembre. La Pipistrelle de Nathusius est enregistrée à partir du 26 août avec un pic d'activité important cette même nuit.

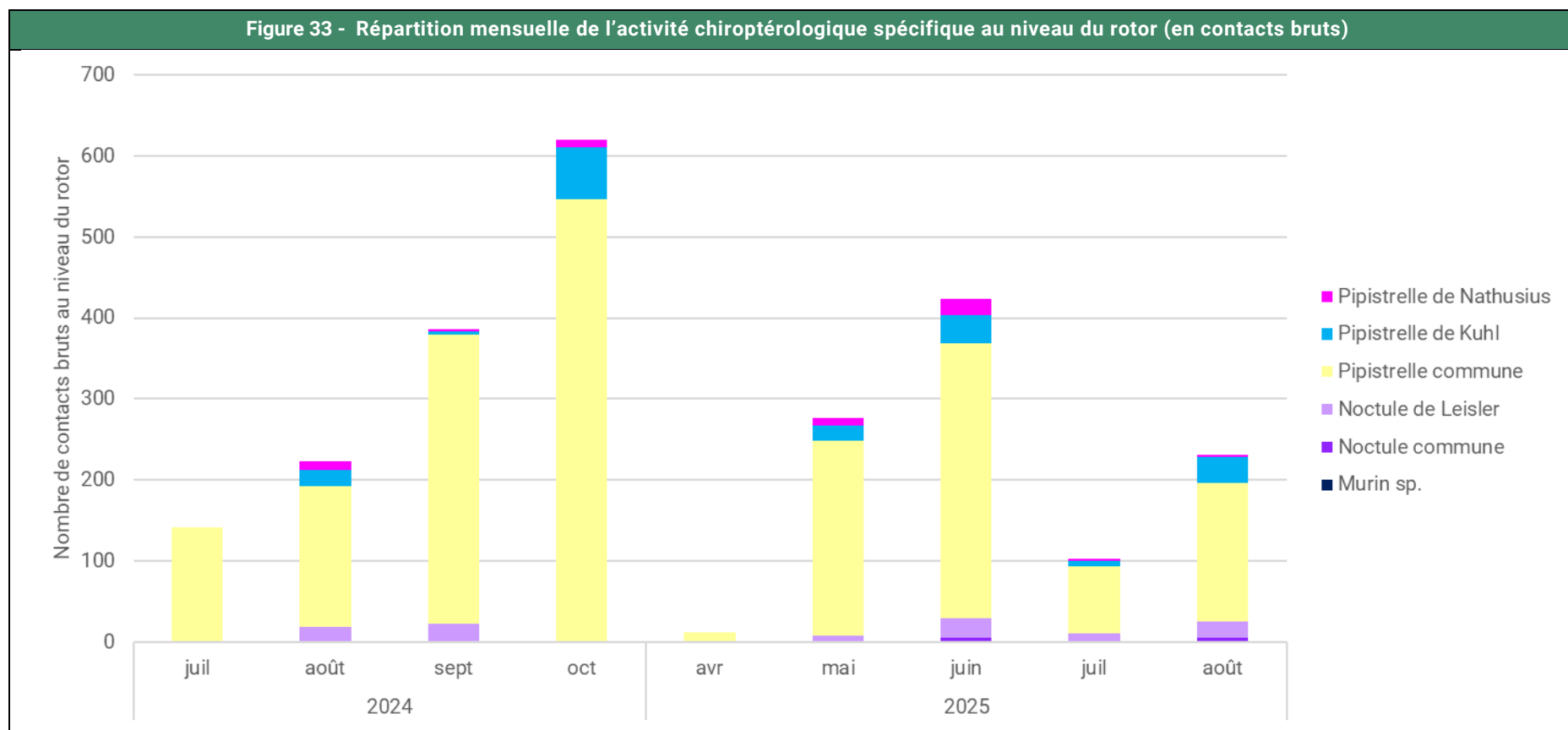




En 2025, l'activité chiroptérologique est globalement régulière de fin mai à début août. La Pipistrelle commune présente deux pics d'activité importants, avec plus de 120 contacts bruts enregistrés les nuits du 29 mai et du 3 août. La Pipistrelle de Kuhl est détectée à partir de fin mai et son pic d'activité est atteint le 11 août. La Noctule de Leisler est détectée régulièrement à partir de fin mai jusqu'à mi-août et la Noctule commune est enregistrée que ponctuellement, lors de deux nuits (le 24 juin et le 11 août). La Pipistrelle de Nathusius est détectée régulièrement également, de début mai à début août. Enfin, il est à noter que deux contacts de murin non déterminé ont été enregistrés lors de deux nuits (le 1^{er} mai et le 5 juin).

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 automnale (août - octobre), l'activité est très intense sur l'ensemble de cette période. Cette période de migration et d'activité sociale intense se est souvent la période la plus sensible au risque de collision. Une activité importante est également à noter lors du mois de juin, à cette période les chiroptères chassent intensivement afin de nourrir les jeunes.

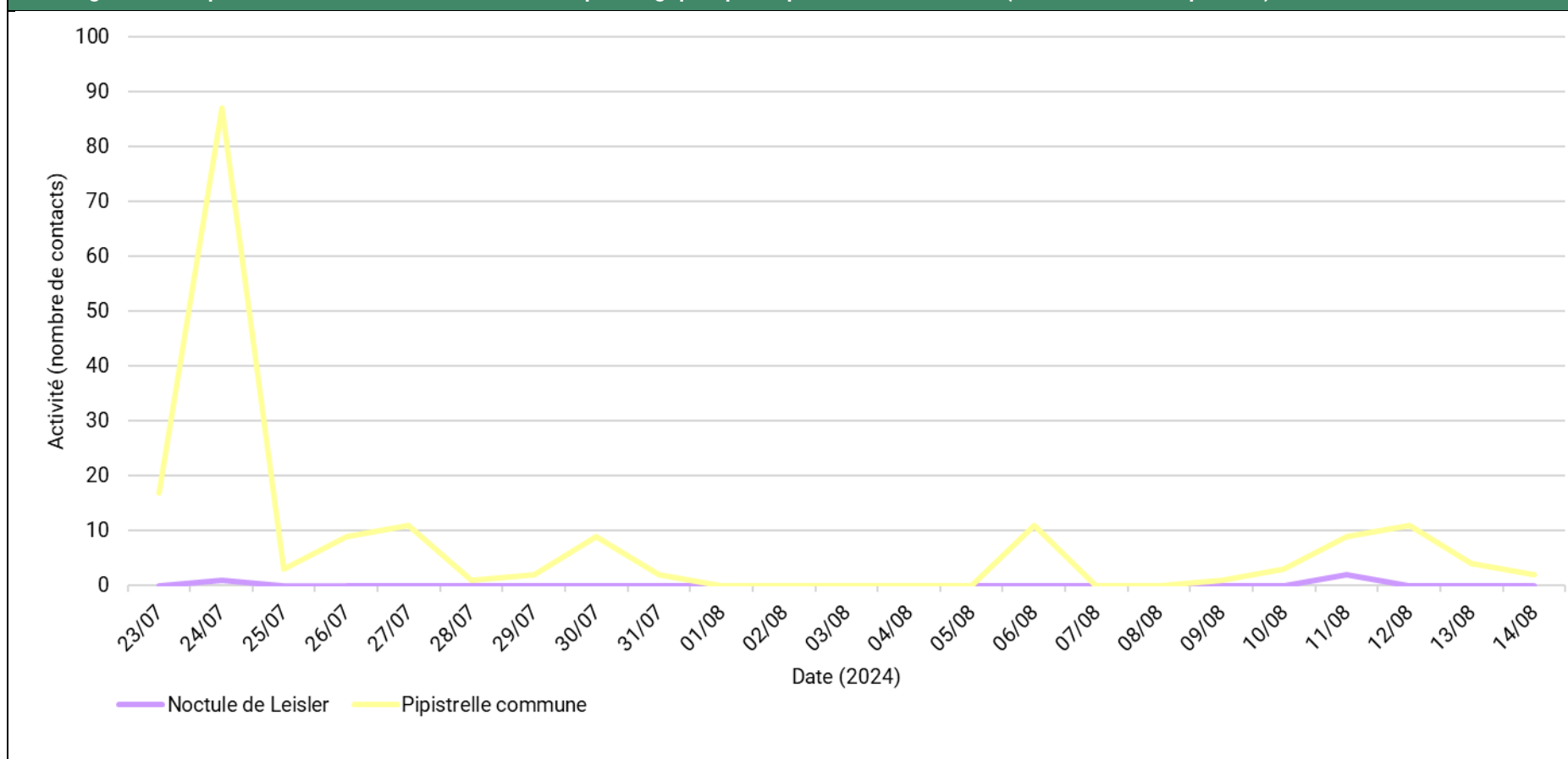


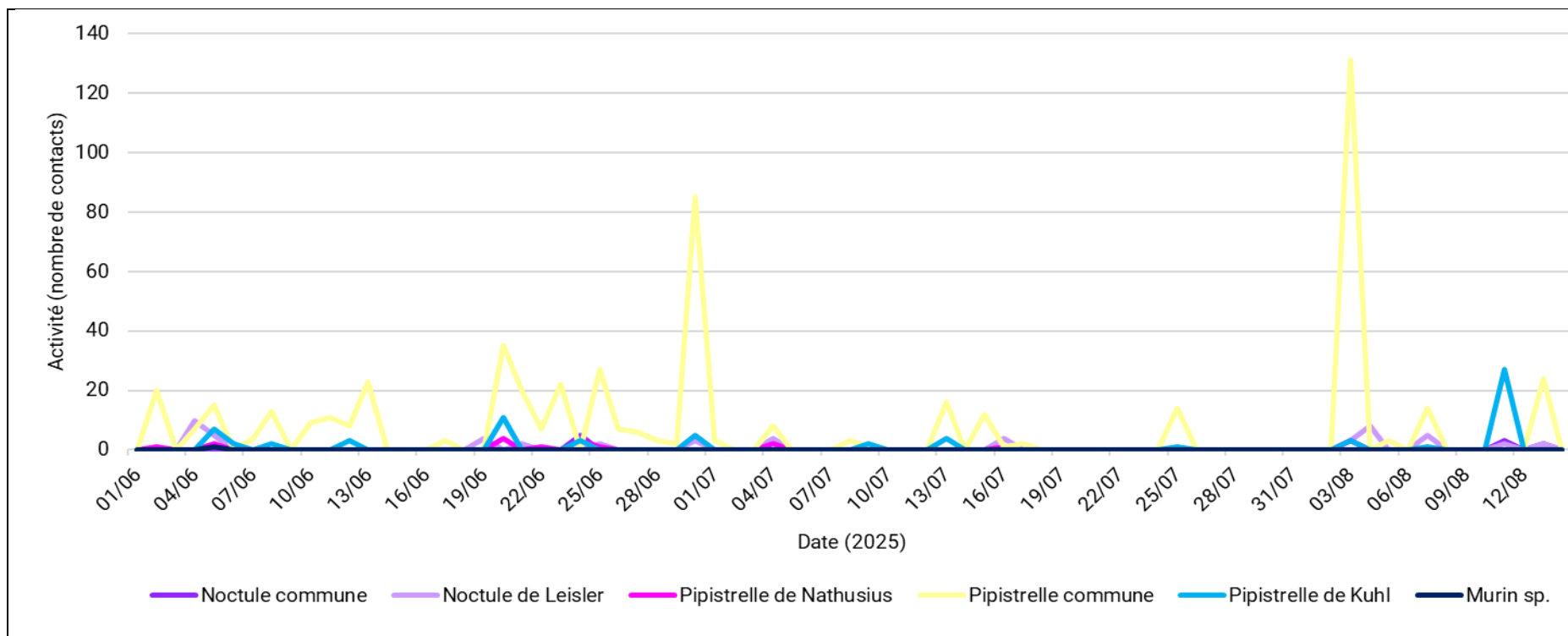
3.1.RESULTATS DE L'ACTIVITE CHIROPTEROLOGIQUE AU NIVEAU DU ROTOR DURANT LA MISE-BAS

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

Les graphiques suivants représentent 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.

Figure 34 - Répartition saisonnière de l'activité chiroptérologique spécifique au niveau du rotor (en contacts bruts par nuit) – Mise-bas 2024 et 2025



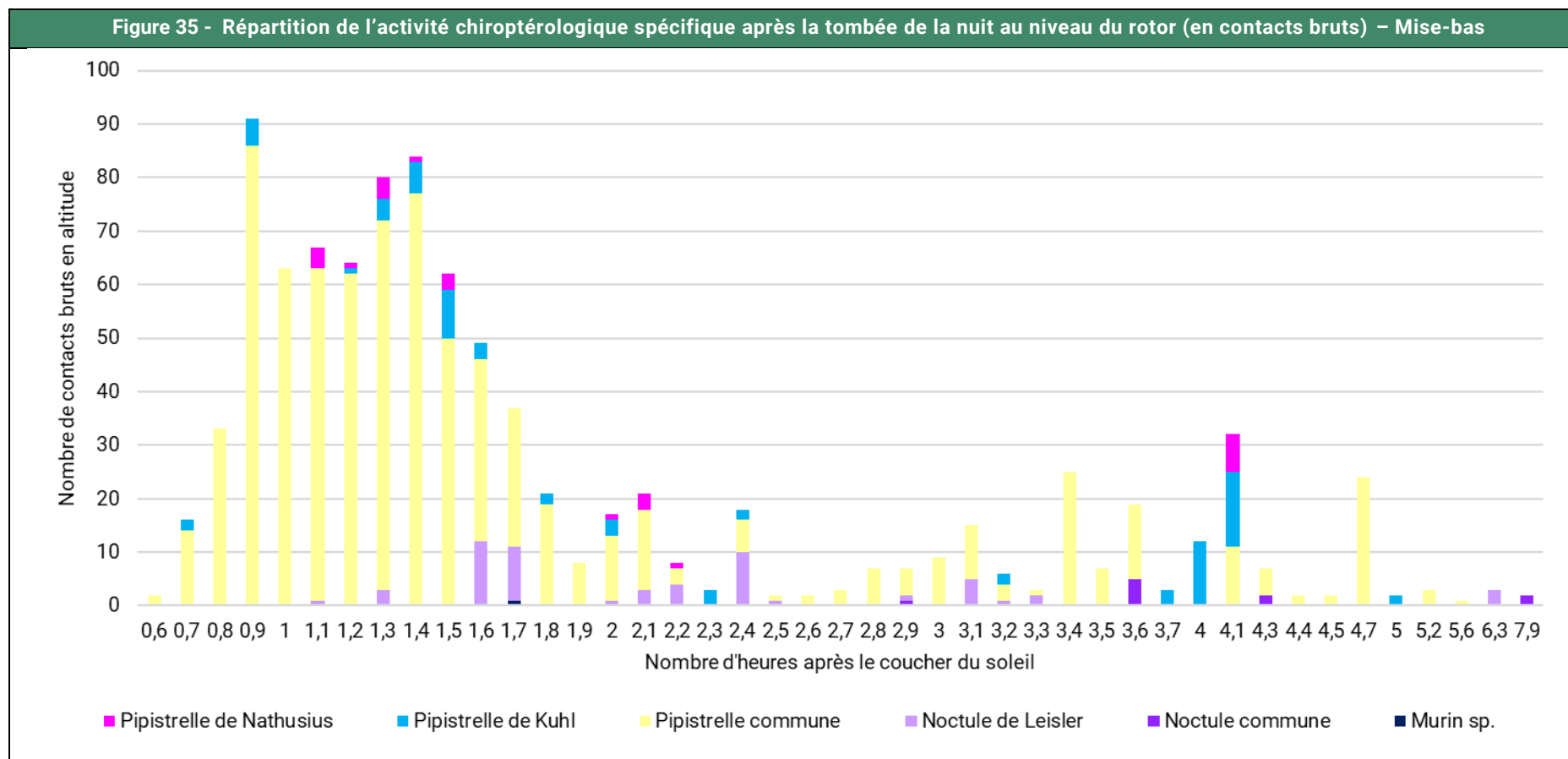


L'activité chiroptérologique est faible à forte durant la période estivale.

Seulement deux espèces ont été détectées lors de la période estivale 2024, la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler. Un pic d'activité est atteint pour la Pipistrelle commune le 24 juillet avec 87 contacts bruts enregistrés. La Noctule de Leisler a été contactée ponctuellement les nuits du 24 juillet et du 12 août.

Durant l'année 2025, la Pipistrelle commune est présente sur toute la période de manière régulière, deux pics sont atteints les nuits du 30 juin et du 3 août avec plus de 80 contacts bruts enregistrés. La Pipistrelle de Kuhl est la deuxième espèce la plus détectée lors de cette période, elle est contactée régulièrement et son activité est maximale la nuit du 11 août (27 contacts bruts enregistrés). La Noctule de Leisler est contactée sur toute la période avec une activité régulière, un pic d'activité est atteint le 4 juin. La Pipistrelle de Nathusius a été détectée de début juin à début août. La Noctule commune a été contactée ponctuellement lors de deux nuits (le 24 juin et le 11 août) avec respectivement 5 et 3 contacts bruts enregistrés. Il est à noter qu'un murin indéterminé a été détecté à hauteur de nacelle le 5 juin.

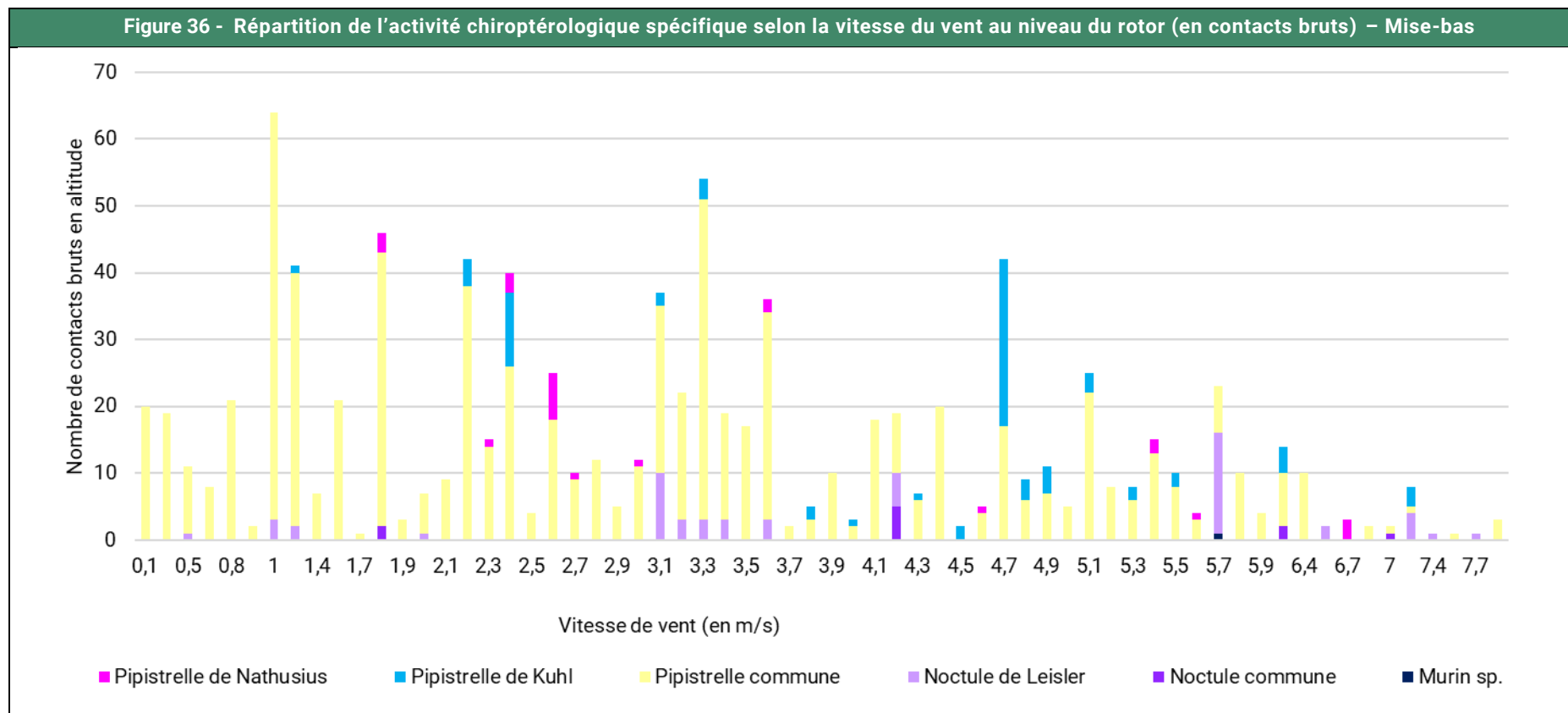
3.1.2. Répartition de l'activité spécifique après la tombée de la nuit durant la mise-bas



Durant la mise-bas, les chiroptères sont actifs toute la nuit, notamment la Pipistrelle commune, la Noctule de Leisler et la Noctule commune. On notera que 90,13 % des contacts ont été enregistrés durant les 3,6 premières heures de la nuit.

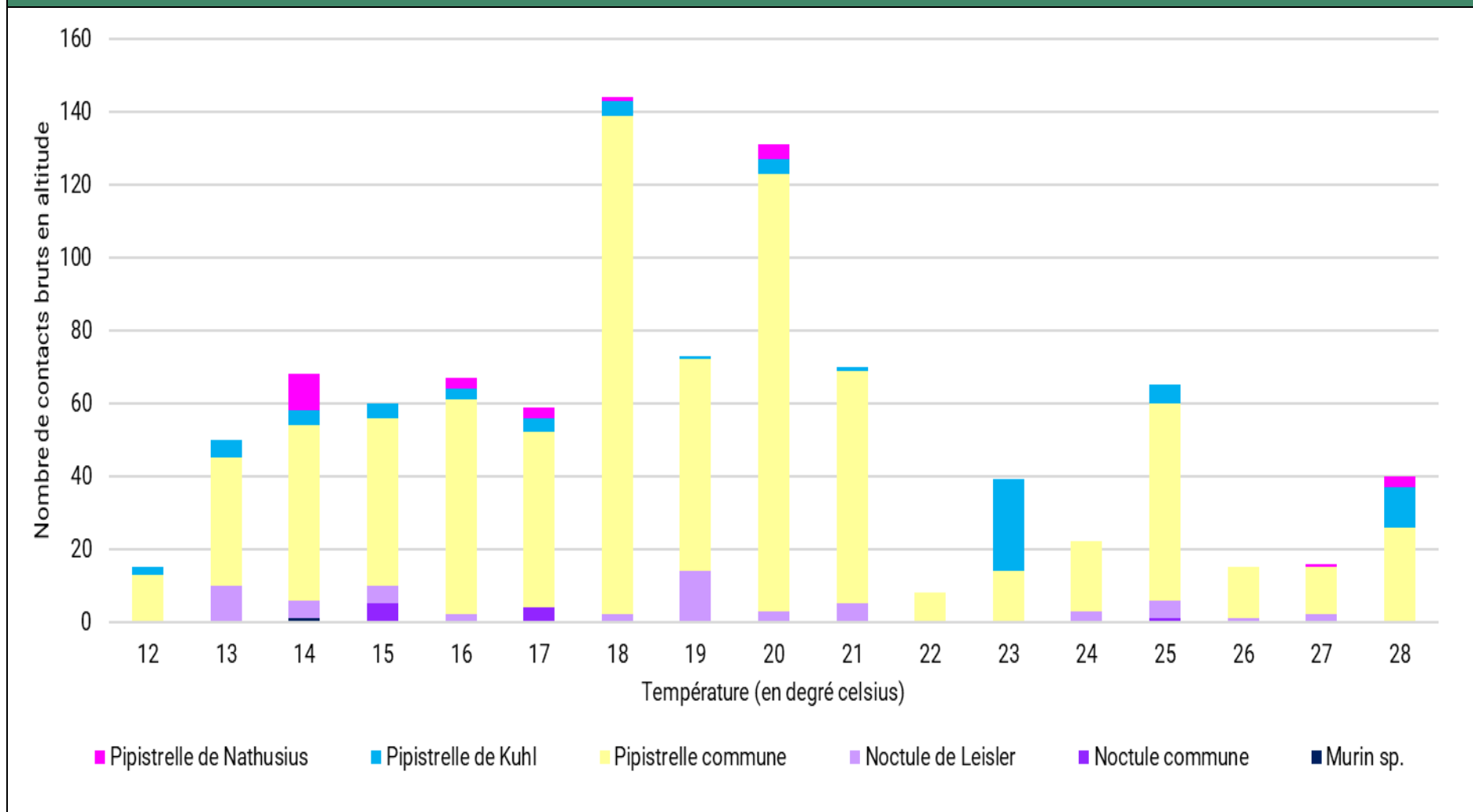
3.1.3. Répartition de l'activité spécifique selon les conditions météorologiques durant la mise-bas

Les graphiques suivants représentent la répartition de l'activité chiroptérologique spécifique enregistrée au niveau du rotor selon les conditions météorologiques (vitesse de vent et température) sur l'ensemble de la période considérée (2024 et 2025).



En période de mise-bas, 90,7% des contacts bruts 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 et à la Noctule de Leisler (jusqu'à 8,5 m/s).

Figure 37 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Mise-bas

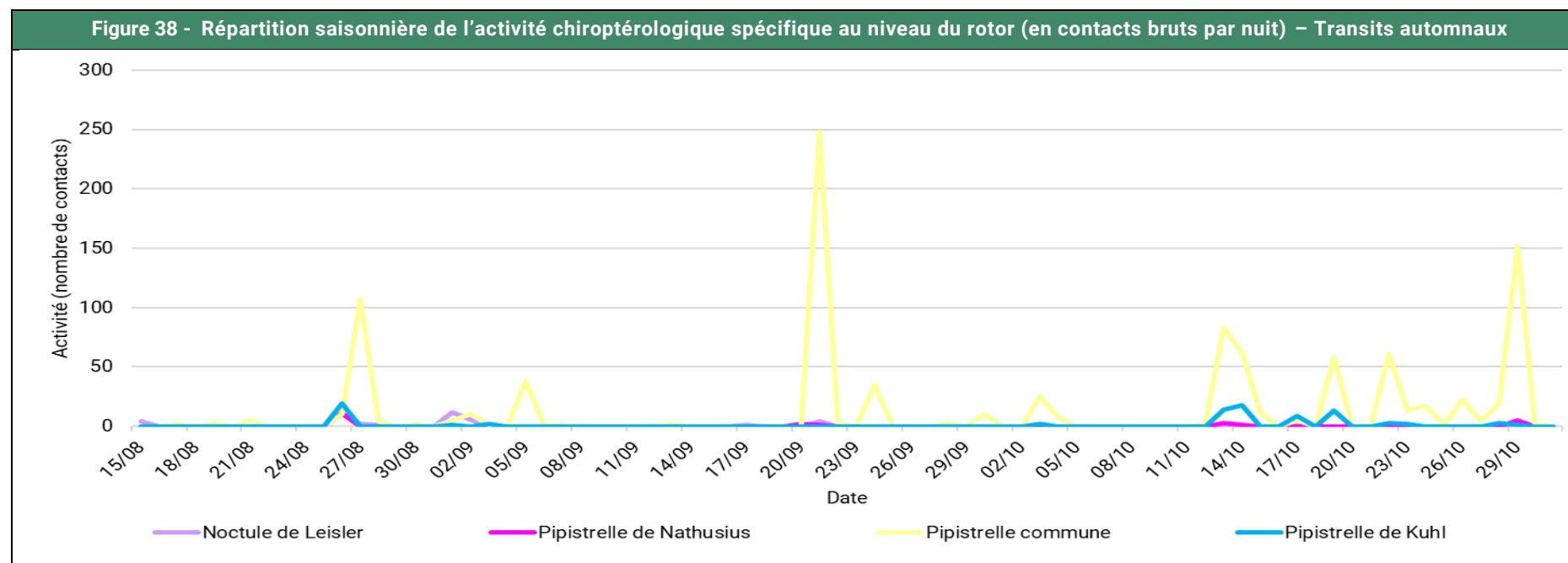


En période de mise-bas, 93,10 % des contacts ont été enregistrés à des températures supérieures à 14°C. Quelques contacts de Pipistrelle commune et de Pipistrelle de Kuhl sont encore relevés jusqu'à 12°C.

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

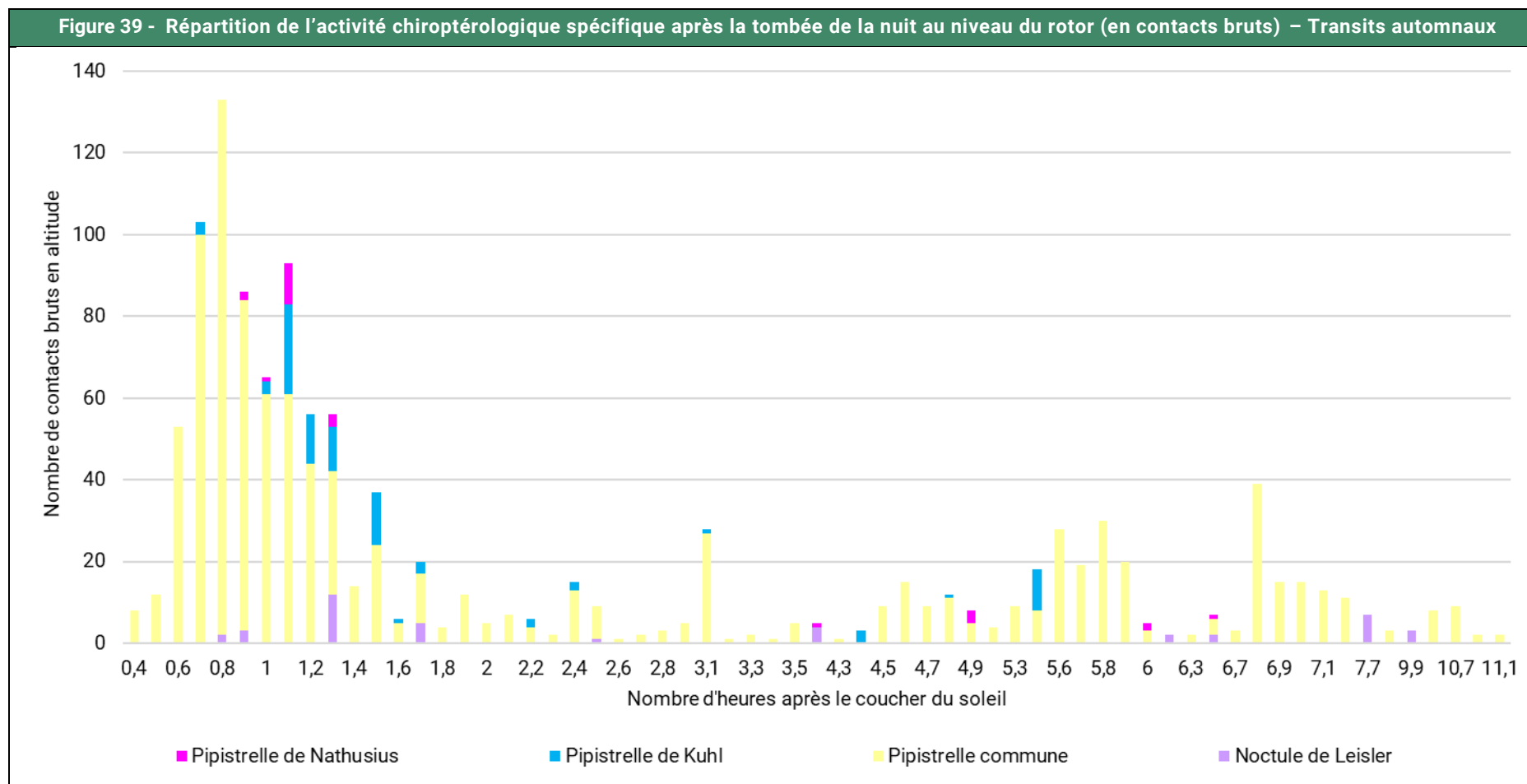
3.2.1. Répartition journalière de l'activité spécifique durant les transits automnaux

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 régulière à cette période avec un pic d'activité atteint mi-septembre, principalement lié à l'activité de la Pipistrelle commune. La Pipistrelle commune est enregistrée de façon régulière durant toute la période des transits automnaux. Plusieurs pics d'activité sont observables pour la Pipistrelle de Kuhl, la nuit du 26 août puis du 13 au 19 octobre. La Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler ont également été détectées lors de certaines nuits à cette période. L'activité chiroptérologique importante enregistrée lors des transits automnaux peut s'expliquer par la reproduction, la migration de certaines espèces et le besoin de chasser afin de préparer l'hivernation.

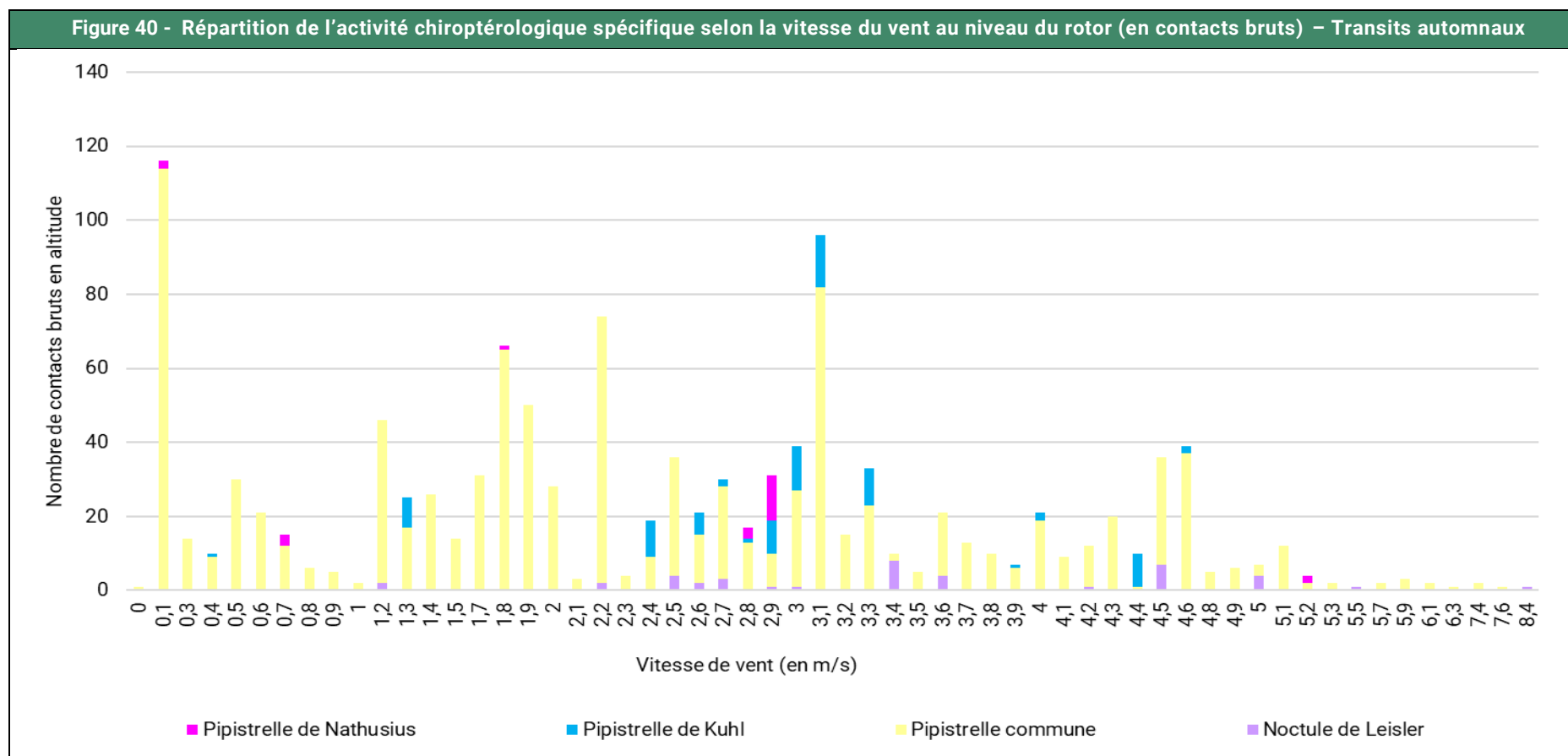
3.2.2. Répartition de l'activité spécifique après la tombée de la nuit durant les transits automnaux



Durant les transits automnaux, les chiroptères sont actifs toute la nuit, notamment la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler. On notera que la 92,58% des contacts ont été enregistrés durant les 6,8 premières heures de la nuit.

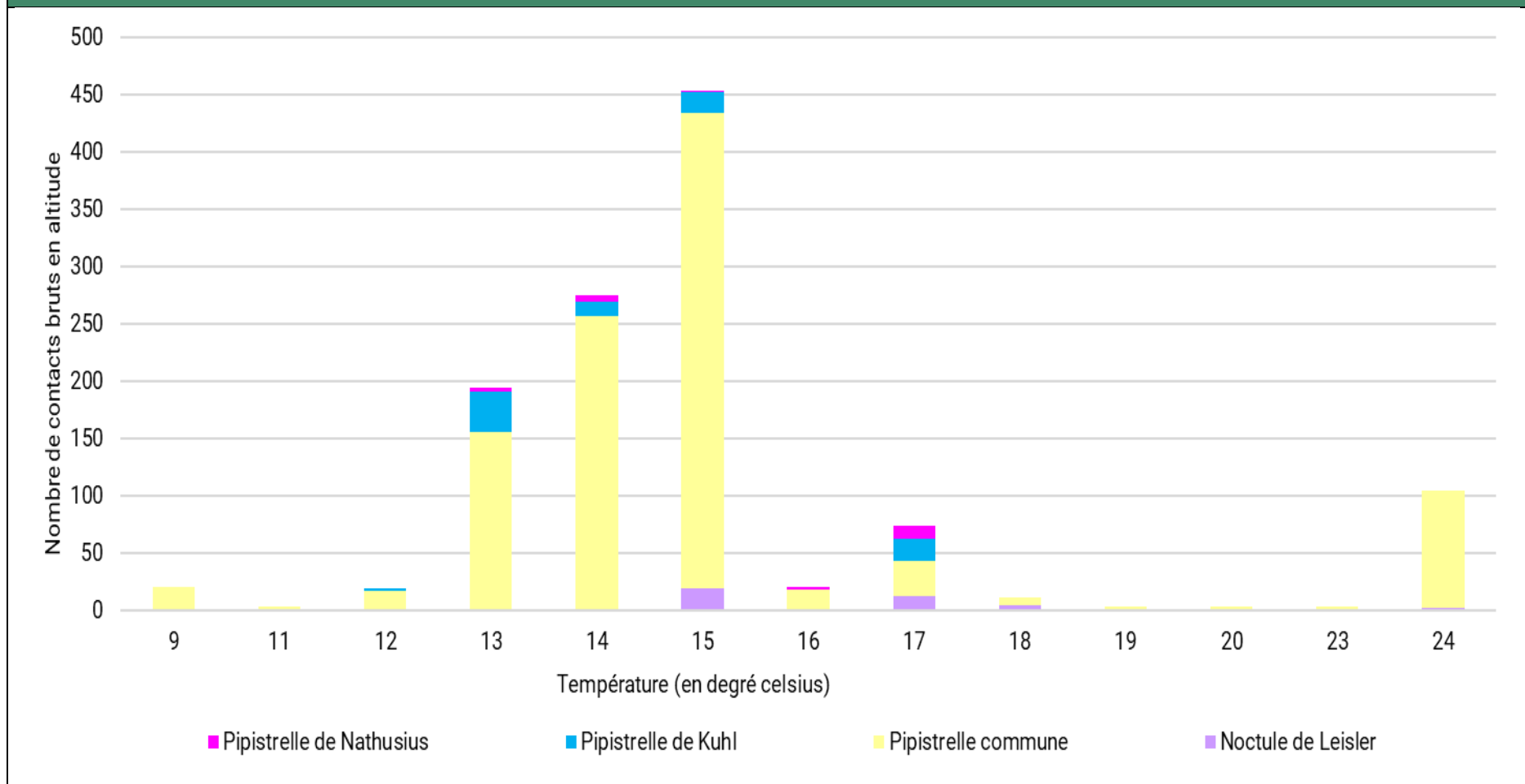
3.2.3. Répartition de l'activité spécifique selon les conditions météorologiques durant les transits automnaux

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, 92,58% des contacts ont été enregistrés avec des vents d'une vitesse inférieure à 4,5 mètres par seconde. Pour des vitesses de vent plus élevées, les contacts recensés sont principalement liés à la Pipistrelle commune et à la Noctule de Leisler (jusqu'à 8,4 m/s).

Figure 41 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits automnaux

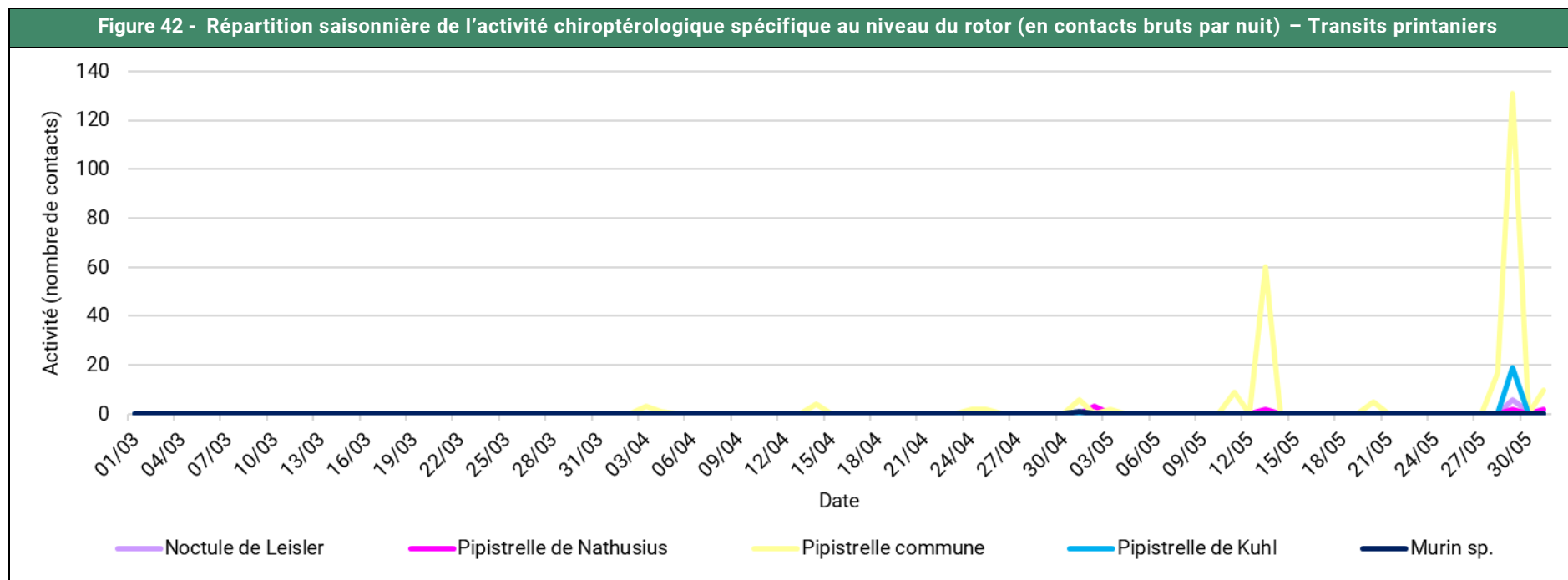


En période de transits automnaux, 96,37% des contacts ont été enregistrés à des températures supérieures à 13°C. Quelques contacts de Pipistrelle commune ont été relevés jusqu'à 9°C.

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

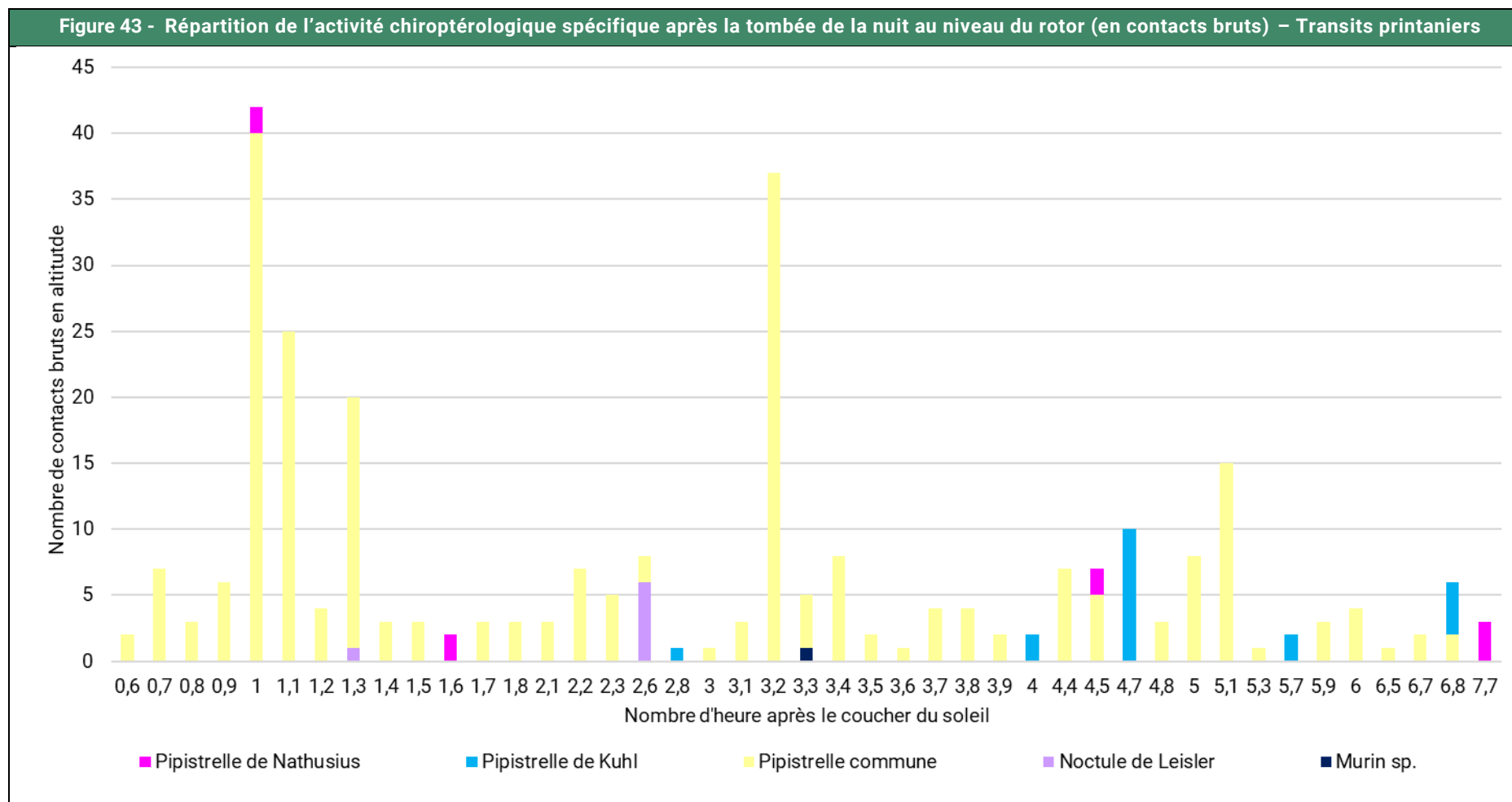
3.3.1. Répartition journalière de l'activité spécifique durant les transits printaniers

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 débute le 3 avril jusqu'à fin mai. Deux pics d'activité sont atteints par la Pipistrelle commune le 13 et le 29 mai. La Pipistrelle de Kuhl a été contacté la nuit du 29 mai avec 19 contacts bruts enregistrés. La Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler ont été détectées ponctuellement durant le mois de mai. Il est à noter qu'un murin non déterminé a été détecté le 1^{er} mai.

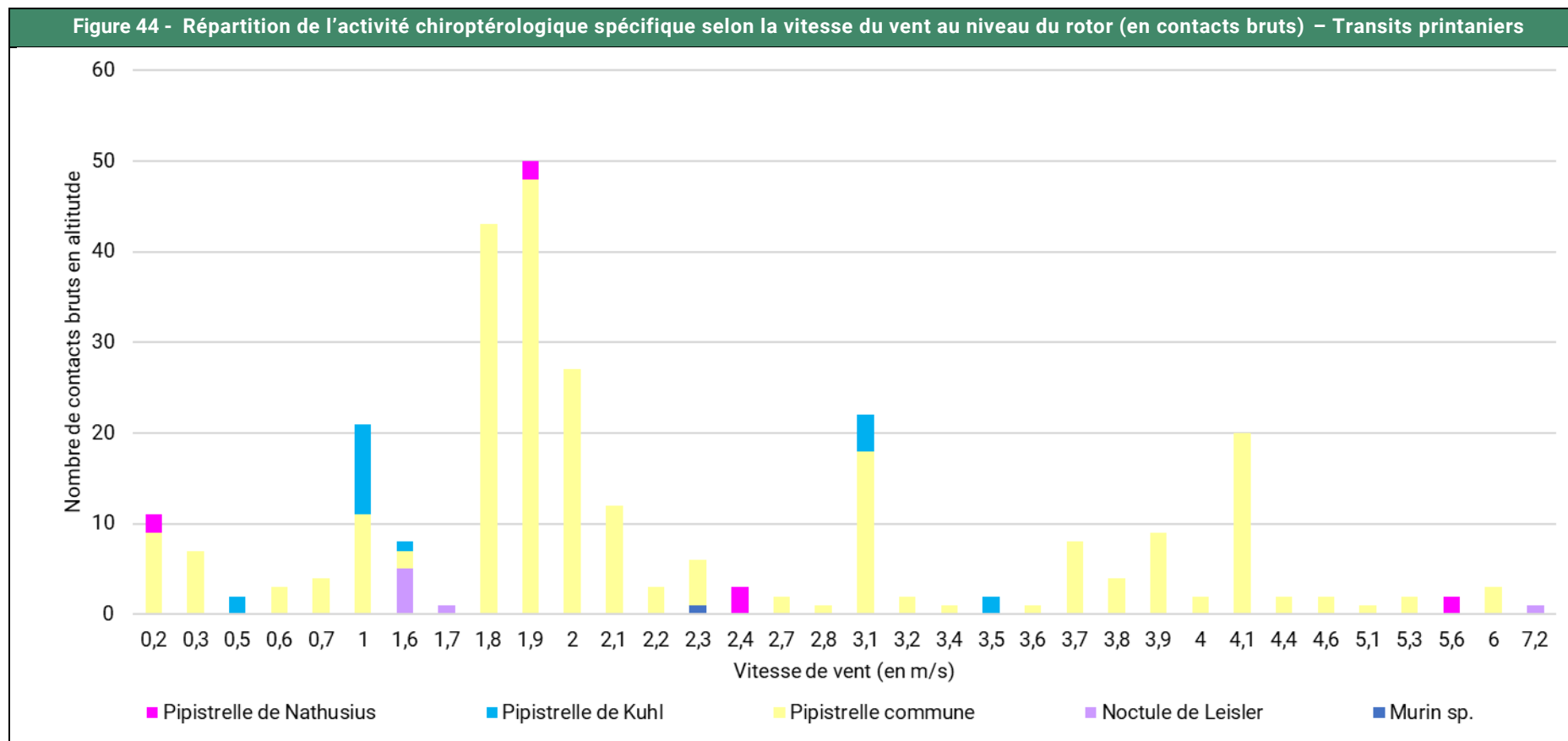
3.3.2. Répartition de l'activité spécifique après la tombée de la nuit durant les transits printaniers



Durant les transits printaniers, les chiroptères sont actifs toute la nuit, notamment la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle de Kuhl. On notera que 92,36 % des contacts ont été enregistrés durant les 5,1 premières heures de la nuit.

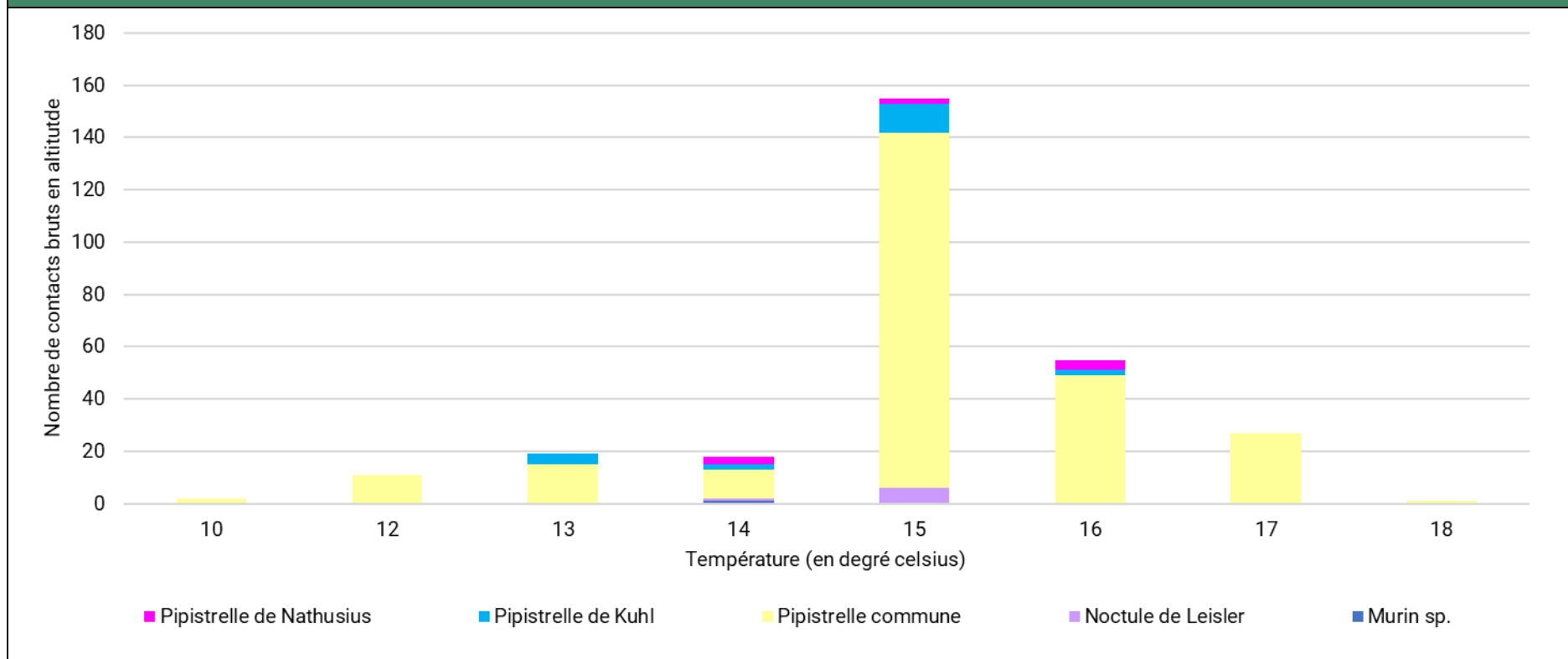
3.3.3. Répartition de l'activité spécifique selon les conditions météorologiques durant les transits printaniers

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, 95,49 % des contacts ont été enregistrés avec des vents d'une vitesse inférieure à 4,1 mètres par seconde. Pour des vitesses de vent plus élevées, les contacts recensés sont principalement liés à la Pipistrelle commune, à la Pipistrelle de Nathusius et à la Noctule de Leisler (jusqu'à 7,2 m/s)

Figure 45 - Répartition de l'activité chiroptérologique spécifique selon la température au niveau du rotor (en contacts bruts) – Transits printaniers



En période de transits printaniers, 95,49 % des contacts ont été enregistrés à des températures supérieures à 13°C. Quelques contacts de Pipistrelle commune ont été relevés jusqu'à 10°C.

4. SYNTHÈSE DES SENSIBILITÉS

4.1. NIVEAUX D'ACTIVITÉ PAR NUIT

Le bureau d'études Ecosphère a présenté un document proposant de caractériser les niveaux d'activité chiroptérologique en altitude en fonction du nombre de contacts bruts obtenus sur une nuit. Toutes les études compilées pour le référentiel « nacelle » ont concerné des micros installés sur des éoliennes, à plus de 50 mètres d'altitude.

Six classes de valeurs d'activité ont été définies :

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

Figure 46 - Seuils de la méthodologie Altisphère par Ecosphère par espèce				
Seuils exprimés en contacts par nuit				
Espèces	Q25	Q50	Q75	Q90
Pipistrelle commune	1	3	6	13
Pipistrelle de Nathusius	1	1	2	2
Pipistrelle de Kuhl	1	1	2	3
Noctule commune	1	3	6	16
Noctule de Leisler	1	3	6	16
Murin sp.	0	0	0	0
TOUTES ESPECES	2	4	10	24

Figure 47 - Nombre de nuits d'échantillonnage			
Nuits	Nombre de nuits par saison		
	Printemps	Été	Automne
Echantillonnées	92	98	78
Ayant présenté une activité chiroptérologique	15	54	39

L'analyse a montré qu'au printemps, une activité chiroptérologique s'observait durant 16,30% des nuits, en été durant 55,10% et en automne durant 50% des nuits.

Figure 48 - 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 2024 et 2025	Automne	
Faible	2	2	4	8
Modéré	5	14	10	29
Assez fort	4	11	5	20
Fort	2	19	9	30
Très fort	2	8	11	21
Total	15	54	39	-

Au printemps, l'activité a été entre modérée et assez forte. En été, elle a été entre modérée à forte et en automne elle a varié entre modérée à très forte.

Sur l'ensemble de la période étudiée, 47,22% des niveaux d'activité spécifiques sont forts à très forts. Les nuits de présence forte sont essentiellement concentrées sur les périodes estivales et automnales.

4.2. NIVEAUX DE SENSIBILITE PAR ESPECE ET PAR PERIODE

En France, parmi les 5 004 cadavres découverts et compilés (T. Dürr – Février 2025), les espèces impactées sont réparties comme suit :

Figure 49 - Synthèse des cas de mortalité de chiroptères en France (T.Dürr, février 2025)			
Espèces	Pourcentage	Espèces	Pourcentage
Pipistrelle commune	42,63%	Noctule indéterminée	0,20%
Chiroptère indéterminé	10,05%	Grand Murin	0,10%
Pipistrelle indéterminée	9,41%	Murin à moustaches	0,08%
Pipistrelle de Nathusius	8,81%	Murin de Natterer	0,06%
Pipistrelle de Kuhl	8,79%	Murin à oreilles échancrées	0,08%
Noctule commune	5,62%	Molosse de Cestoni	0,06%
Noctule de Leisler	5,34%	Murin de Daubenton	0,06%
Pipistrelle pygmée	4,14%	Murin de Bechstein	0,04%
Sérotine commune	1,58%	Oreillard gris	0,14%
Vespère de Savi	1,18%	Petit Murin	0,02%
Pipistrelle commune/pygmée	0,80%	Murin indéterminé	0,04%
Sérotine bicolore	0,22%	Oreillard roux	0,02%
Grande Noctule	0,20%	Oreillard indéterminé	0,04%
Minioptère de Schreibers	0,16%	Grand Rhinolophe	0,02%
Barbastelle d'Europe	0,12%		

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

Cinq espèces déterminées de chiroptères ont été inventoriées durant ce protocole d'écoute. Toutes sont protégées en France et toutes sont patrimoniales, exceptée la Pipistrelle de Kuhl, 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 50 - 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	Modérée	Modéré
Noctule de Leisler	Modérée	Forte	Forte
Pipistrelle commune	Modérée	Forte	Forte
Pipistrelle de Nathusius	Modérée	Forte	Forte
Pipistrelle de Kuhl	Modérée	Forte	Forte
Sensibilité non évaluée : l'espèce n'a pas été contactée au cours du suivi en nacelle.			

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.

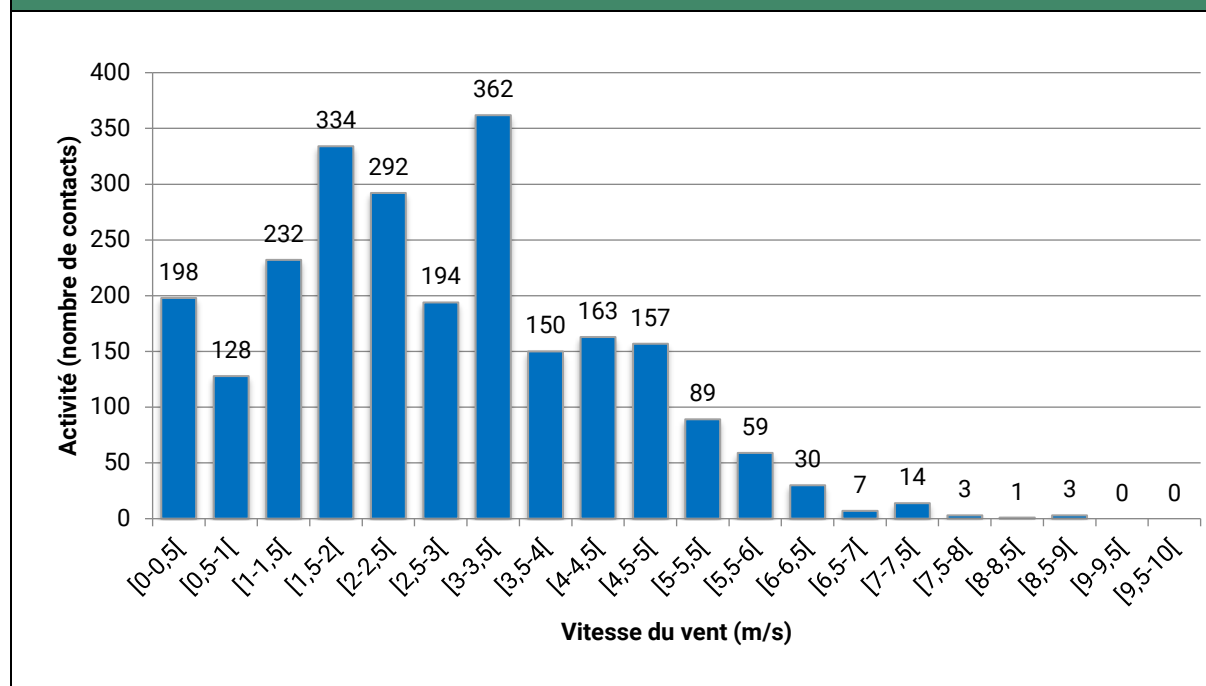
C'est pourquoi la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune sont marquées par une sensibilité modérée au printemps et forte lors de la mise-bas et lors des transits automnaux. La Noctule commune est marquée par une sensibilité modérée lors de la mise-bas et non évaluée lors des autres périodes car elle n'a pas été détectée.

Le chapitre suivant permettra de corrélérer divers facteurs extérieurs avec l'activité 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 51 - 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.

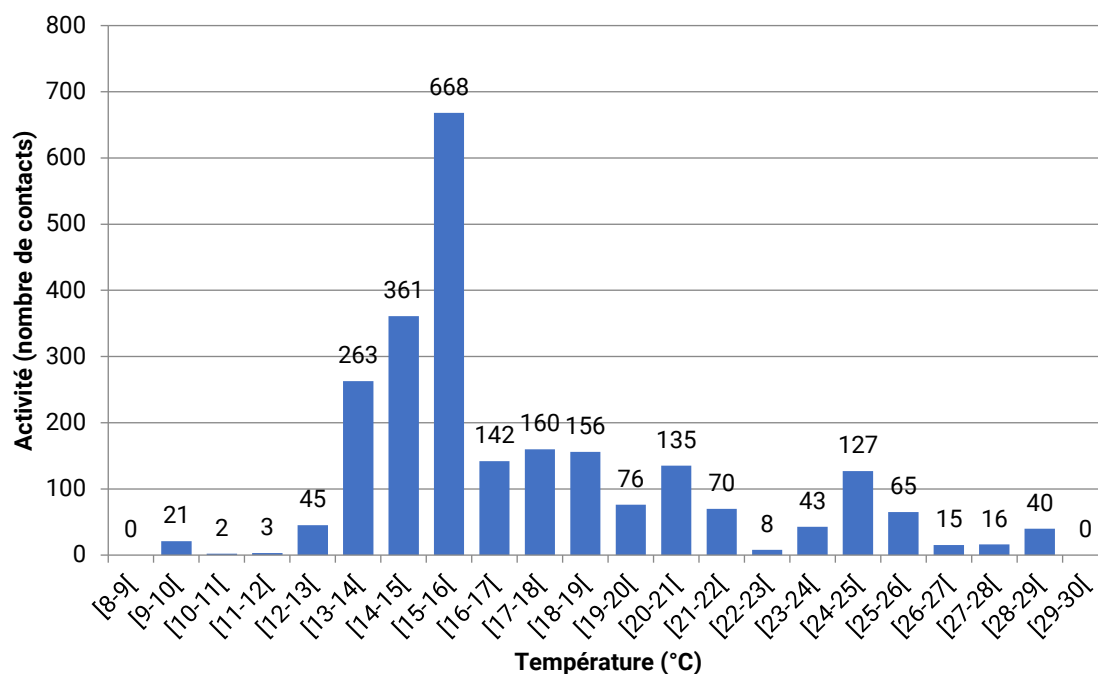
Figure 52 - Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent

Classe de vitesse du vent (en m/s)	Nombre de contacts (année)	Pourcentages	Pourcentages cumulés
$X < 3$	0	0,00	0,00
$3 \leq X < 4$	1378	57,04	57,04
$4 \leq X < 5$	512	21,19	78,23
$5 \leq X < 5,5$	320	13,25	91,47
$5,5 \leq X < 6$	89	3,68	95,16
$6 \leq X < 7$	37	1,53	99,13
$7 \leq X < 7,5$	14	0,58	99,71
$7,5 \leq X < 8$	3	0,12	99,83
$X \geq 8$	4	0,17	100,00
Total	2416	100,00	100,00

Les données montrent que l'activité se concentre plutôt sous les 5,5 m/s de vent à hauteur de nacelle (91,47% des contacts enregistrés).

5.2. LA TEMPERATURE

Figure 53 - 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 11 à 29°C (température mesurée à l'extérieur de la nacelle). Au total, **97,06%** des contacts ont été enregistrés pour des températures supérieures ou égales à 13°C.

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

Classe de températures (en °C)	Nombre de contacts	Pourcentages	Pourcentages cumulés
$X < 10$	21	0,87	100,00
$10 \leq X < 11$	2	0,08	99,13
$11 \leq X < 12$	3	0,12	99,05
$12 \leq X < 13$	45	1,86	98,92
$13 \leq X < 14$	263	10,89	97,06
$14 \leq X < 15$	361	14,94	86,18
$15 \leq X < 16$	668	27,65	71,23
$16 \leq X < 17$	142	5,88	43,58
$17 \leq X < 18$	160	6,62	37,71
$18 \leq X < 20$	232	9,60	31,08
$20 \leq X < 25$	383	15,85	21,48
$X \geq 25$	136	5,63	5,63
Total	2416	100,00	-

5.3. LE MOIS

Figure 55 - Nombre de contacts enregistrés en fonction du mois d'écoute			
Mois de l'année	Nombre de contacts	Pourcentages	Pourcentages cumulés
Juillet 2024	142	5,88	5,88
Août 2024	223	9,23	15,11
Septembre 2024	386	15,98	31,08
Octobre 2024	620	25,66	56,75
Mars 2025	0	0,00	56,75
Avril 2025	12	0,50	57,24
Mai 2025	276	11,42	68,67
Juin 2025	423	17,51	86,18
Juillet 2025	103	4,26	90,44
Août 2025	231	9,56	100,00
Total	2416	100,00	-

Il apparaît que les chauves-souris sont surtout présentes durant le mois de septembre et d'octobre (41,62% des contacts), avec respectivement 386 et 620 contacts bruts enregistrés. Le mois de juillet 2024 n'est pas représentatif de l'activité chiroptérologique car incomplet.

Une étude menée en Loire-Atlantique par le GMB a démontré que les chiroptères étaient surtout victimes des éoliennes entre juillet et octobre. Les Noctules communes sont davantage retrouvées 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 56 - Distribution mensuelle des cas de mortalité des chiroptères (GMB)

Répartition temporelle des cas de mortalité connus de chiroptères (n=529)
sous les parcs éoliens de Loire-Atlantique - Synthèse au 18/01/2021

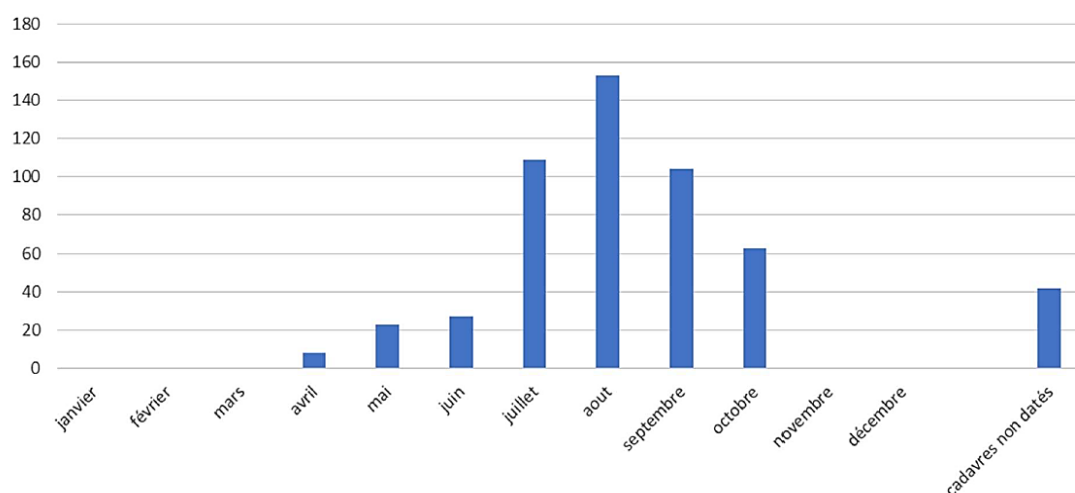
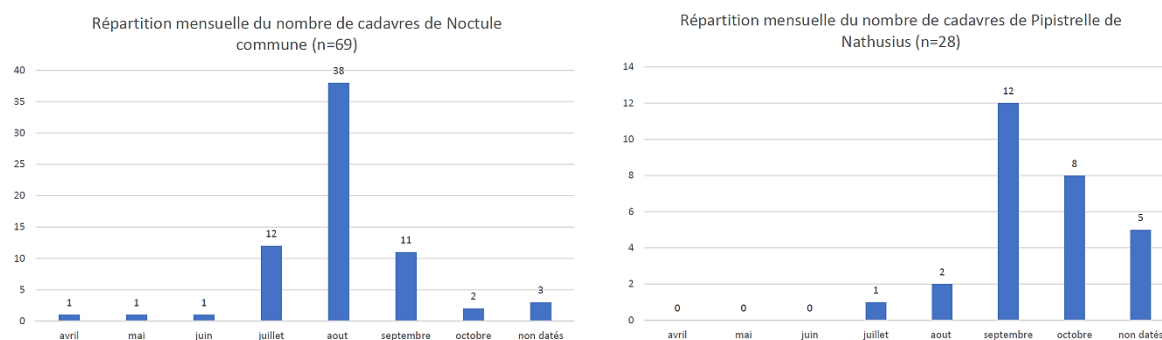


Figure 57 - Distribution mensuelle des cas de mortalité de la Noctule commune et de la Pipistrelle de Nathusius (GMB)



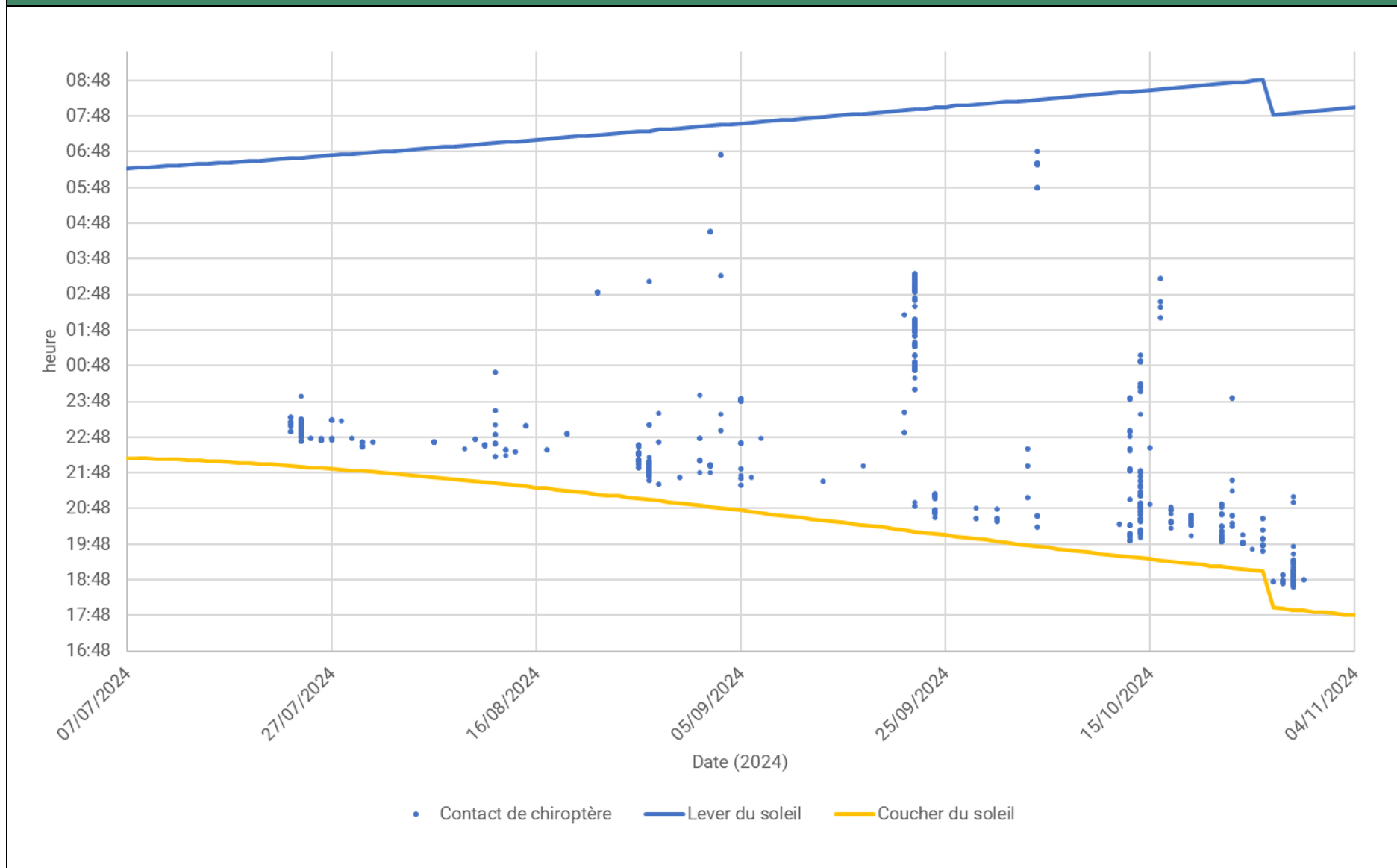
5.4. L'HEURE DE LA NUIT

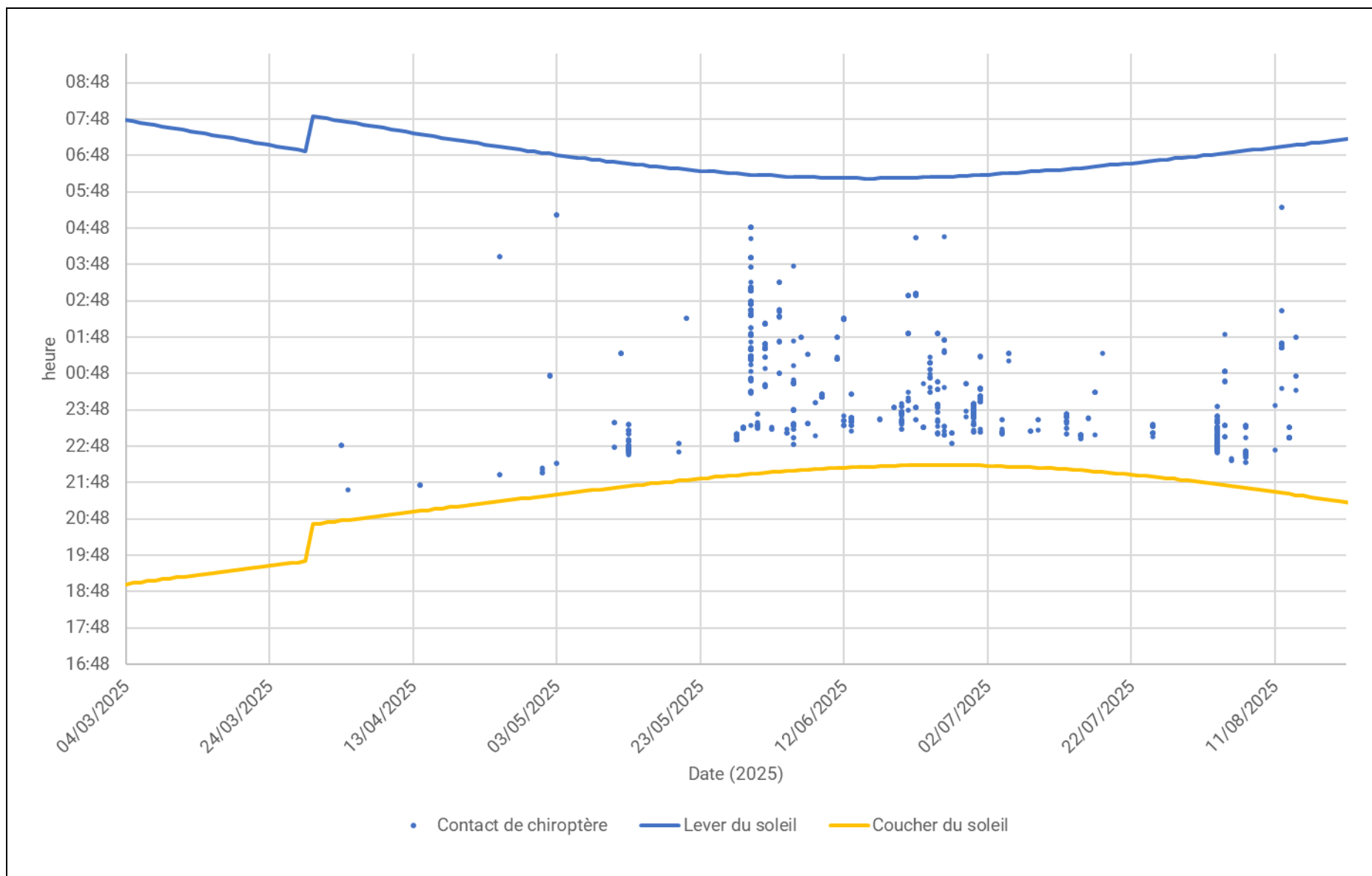
5.4.1. Heure après le coucher de soleil

Figure 58 - 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	725	30,01
Du coucher à 2h après le coucher	1580	65,40
Du coucher à 3h après le coucher	1735	71,81
Du coucher à 4h après le coucher	1935	80,09
Du coucher à 5h après le coucher	2096	86,75
Du coucher à 6h après le coucher	2258	93,46
Du coucher à 7h après le coucher	2353	97,39
Du coucher à 8h après le coucher	2392	99,01
Du coucher à 9h après le coucher	2392	99,01
Du coucher à 10h après le coucher	2395	99,13
Du coucher à 11h après le coucher	2414	99,92
Du coucher à 12h après le coucher	2416	100,00
Toute la nuit	2416	100,00

Il apparaît que l'activité a majoritairement eu lieu pendant les **6 heures** qui ont suivi le coucher du soleil (93,46% de l'activité). Ce paramètre est le plus difficile à appréhender, car il dépend fortement des conditions météorologiques et de la période.

Figure 59 - Cycle circadien d'après les données 2024 et 2025





6. VERIFICATION DE L'EFFICACITE DU BRIDAGE ET AMELIORATION

6.1. BRIDAGE ACTIF EN 2024-2025

Figure 60 - Bridage en cours en 2024-2025								
Variables	1 ^{er} Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
Vitesse de vent	<5 m/s	<5 m/s	<6,5 m/s	<6 m/s	<6 m/s	<6 m/s	<6 m/s	<6 m/s
Température	>12°C	>12°C	>12°C	>13°C	>12°C	>15°C	>14°C	>12°C
Heure après CS	«+0 à +7 heures »	«+0 à +7 heures »	«+0 à +7 heures »	«+0 à +6 heures »	«+0 à +6 heures »	«+0 à +8 heures »	«+0 à +9 heures »	«+0 à +8 heures »
Pluviométrie	≤ 5 mm/heure (ou ≤0,83 mm/min)							

6.2. NOMBRE DE CONTACTS PROTEGES PAR LE BRIDAGE 2024-2025

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.

Notons cependant que la pluviométrie n'a pas été incluse dans les paramètres de bridage pour calculer le pourcentage de protection des chiroptères.

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

Figure 61 - Nombre de contacts non protégés et nombre de contacts protégés par le bridage du 23/07/24 au 14/08/25		
Paramètre	Nombre de contacts	Pourcentage d'activité
Nombre de contacts non protégés par les conditions de bridage du 23/07/2024 au 31/10/2024 et du 01/03/2025 au 14/08/2025	208	8,61 %
Nombre de contacts protégés par les conditions de bridage du 23/07/2024 au 31/10/2024 et du 01/03/2025 au 14/08/2025	2208	91,39 %
Total	2416	100,00 %

Le bridage a permis de couvrir **91,39 %** de l'activité chiroptérologique enregistrée du 23 juillet 2024 au 31 octobre 2024, puis du 1^{er} mars 2025 au 14 août 2025. Ce taux de protection 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 62 - Nombre de contacts protégés par le bridage par espèce en 2024-2025		
Espèce	Nombre de contacts détectés en 2024 et 2025 (du 23/07/2024 au 31/10/2024 et du 01/03/2025 au 14/08/2025)	Nombre de contacts protégés (pourcentage protégé)
Noctule commune	10	7 (70 %)
Noctule de Leisler	105	77 (73,33 %)
Total noctules	115	84 (73,04 %)
Pipistrelle commune	2063	1910 (92,58 %)
Pipistrelle de Kuhl	179	161 (89,94 %)
Pipistrelle de Nathusius	57	51 (89,47 %)
Murin sp.	2	2 (100,00 %)
Total	2416	2208 (91,39 %)

Le pourcentage de protection global est correct mais lorsque l'on compare la protection par espèces, celle-ci montre quelques faiblesses.

26,96% des contacts de noctules ont été enregistrés en dehors des conditions de bridage. Concernant la Noctule commune, trois contacts bruts font partie des contacts non protégés car elle a été enregistrée en août pour des vents supérieurs ou égaux à 6 m/s. Le peu de contacts de Noctule commune recensé ne peut être considéré comme significatif.

Le pourcentage de protection pour la Pipistrelle de Kuhl est de 89,94% et de 89,47% pour la Pipistrelle de Nathusius. Concernant la Pipistrelle de Kuhl, 5 contacts bruts pourraient être protégés pour un bridage où la température est supérieure ou égale à 13°C en juin. Afin de protéger trois contacts supplémentaires pour la Pipistrelle de Nathusius, il aurait fallu un bridage en mai entre 0 à 8h après le coucher du soleil.

6.3.SYNTHESE DES DONNEES RELATIVES A L'ACTIVITE CHIROPTÉROLOGIQUE AU NIVEAU DU ROTOR

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

- **Mise-bas 2024** : Activité de mi-juillet à mi-août – Période d'activité maximale durant le mois de juillet pour la Pipistrelle commune – Activité très ponctuelle pour la Noctule de Leisler (contactée lors de deux nuits).
- **Mise-bas 2025** : Activité de juin à mi-août – Période d'activité maximale durant le mois d'août pour la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl – Période d'activité de début juin à début août pour la Pipistrelle de Nathusius – La Noctule de Leisler est contactée sur toute la période et la Noctule commune est détectée faiblement et très ponctuellement – Détection d'un murin lors du mois de juin.
- **Transits automnaux 2024** : L'activité est régulière avec un pic d'activité atteint mi-septembre – Période d'activité maximale durant le mois de septembre pour la Pipistrelle commune – Activité importante de la Pipistrelle de Kuhl lors du mois d'octobre – La Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler sont contactées très ponctuellement lors de cette période.
- **Transits printaniers 2025** : Activité d'avril à fin mai - L'activité en altitude est maximale lors du mois de mai pour la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl - La Pipistrelle de Nathusius et la Noctule de Leisler sont contactées très ponctuellement lors de cette période - Détection d'un murin lors du mois de juin.

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

- **Mise-bas 2024-2025** :
 - L'activité se concentre durant les 3,6 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 14°C.
- **Transits automnaux 2024** :
 - L'activité se concentre durant les 6,8 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 13°C.
- **Transits printaniers 2025** :
 - L'activité se concentre durant les 5,1 premières heures de la nuit.
 - L'activité se concentre à moins de 4,1 m/s de vent.
 - L'activité se concentre à plus de 13°C.

Autres éléments à retenir :

- 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, Noctule commune et Noctule de Leisler).
- Le cortège au niveau du rotor est principalement dominé par la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl durant toute la période d'étude. Un murin non identifié a été enregistré au niveau du rotor durant les mois de mai et juin 2025.
- Le bridage actuel a permis de protéger 91,39% de l'activité chiroptérologique sur la période du 23 juillet 2024 au 31 octobre 2024 puis du 1^{er} mars au 14 août 2025. Étant donné le faible nombre de contacts de Noctule commune, il n'est pas possible de conclure quant à la protection du bridage. Aucune modification n'est préconisée.

DISCUSSION ET MESURES CORRECTIVES

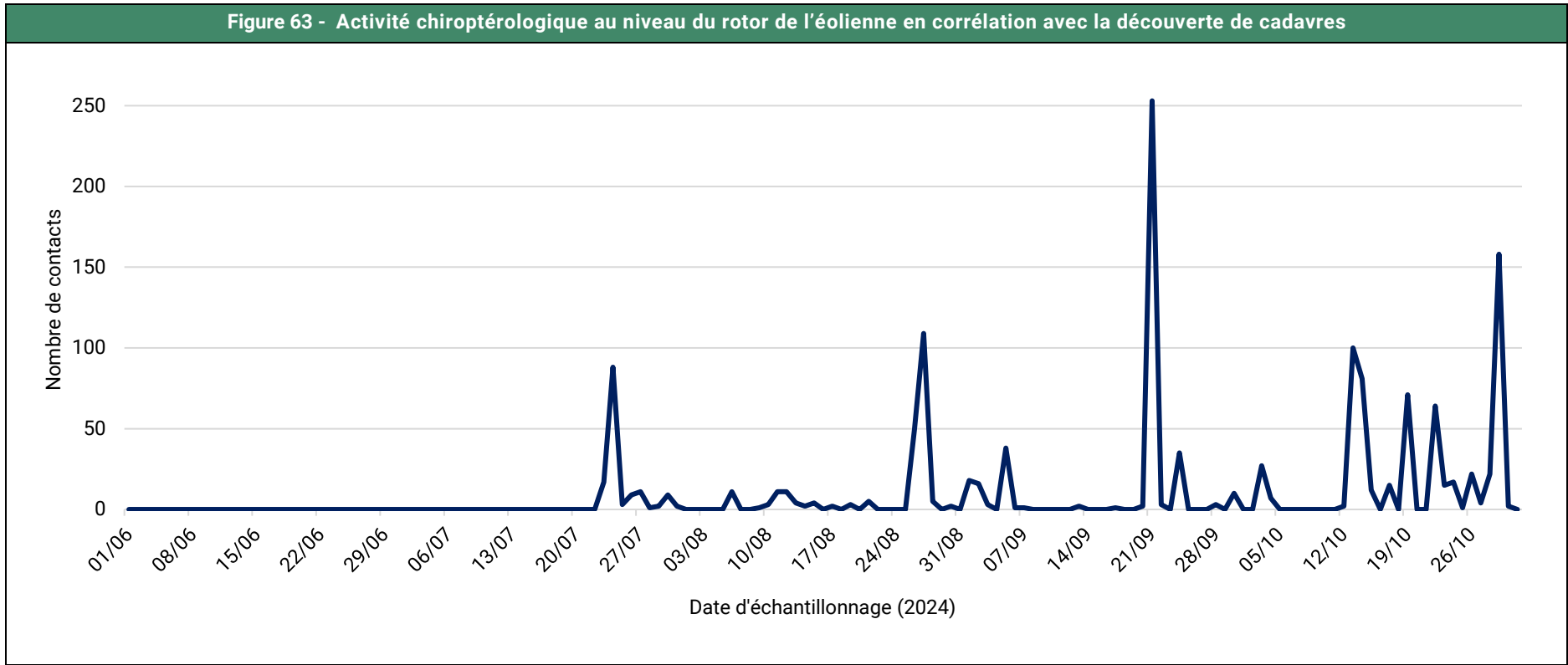
DISCUSSION ET MESURES CORRECTIVES

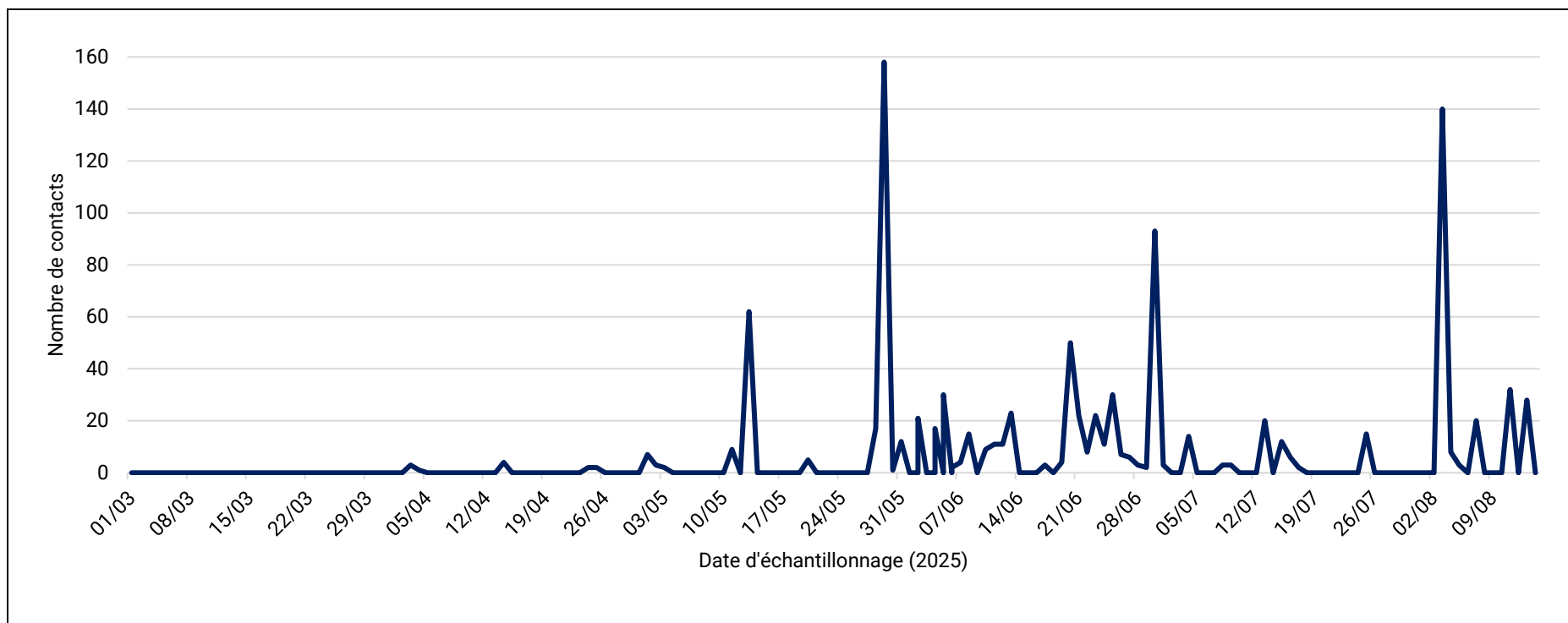
1. COMPARAISON ENTRE LES DONNEES DE MORTALITE ET LES ECOUTES CHIROPTEROLOGIQUES

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

Pour rappel, aucun cadavre de chiroptère n'a été recensé lors des passages.

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





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 et les éléments boisés sont toujours présents.

2.2. AVIFAUNE

Les espèces retrouvées lors du suivi de mortalité sont évoquées dans l'étude d'impact.

2.3. CHIROPTERES

Aucune expertise chiroptères n'a été réalisée lors de l'état initial. La Pipistrelle commune devait déjà être présente à cette époque.

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 64 - Influence des différents indices sur les projections calculées

Saison	Qualité de l'indice			Finalité
	Efficacité de l'observateur	Persistance	Surface prospectée	
Printemps 2025	80 %	3,5 jours	66%	Surestimation des cas
Été 2025	90%	3,91 jours	48%	Surestimation des cas
Automne 2024	100 %	4,33 jours	77%	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'études 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 (comme c'est le cas ici, 3,9 jour).

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 65 - Espèce d'oiseau impactée

Espèce	Nombre de cas				Etat des populations (STOC 1989-2019)
	2016	2022	2023	2024-2025	
Alouette des champs	2	1	0	3	-22,6%
Alouette lulu	0	1	0	0	-6,3%
Corneille noire	0	0	0	1	+5,6%
Martinet noir	2	1	0	1	-46,2%
Hirondelle de fenêtre	1	1	0	0	-23,3%
Hirondelle rustique	1	0	0	0	-25,2%
Goéland brun	0	0	0	1	41%
Goéland argenté	0	0	0	1	-

Le Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC) mené entre 1989 et 2019 fait état d'une baisse des populations d'Alouette des champs (-22,6%) et du Martinet noir (-46,2%).

4.2. CHIROPTERES

Figure 66 - Espèce de chauve-souris potentiellement impactée						
Espèce	Nombre de cas		Contacts en altitude			Etat des populations (STOC 1989-2019)
	2016	2022	2023	2024-2025	Nombre de contacts en 2025	
Noctule commune		1	0	0	10	-52,5%
Pipistrelle commune		2	0	0	2 063	-23,6%
Pipistrelle de Kuhl	4	1	0	0	179	-7,7%
Pipistrelle sp.	2	1	0	0		
Chiroptère sp.		1	0	0		

Vigie Chiro fournit des estimations de déclin des populations de quelques espèces de chauves-souris entre 2006 et 2023. Les espèces retrouvées au sein du parc éolien lors des suivis précédents sont sujettes à un déclin plus ou moins marqué.

4.3. SYNTHESE

La mortalité, qui ne concernant que l'avifaune, est faible. Elle est axée principalement sur la période estivale.

5. REFLEXION SUR LES MESURES CORRECTIVES

Suivi de mortalité

Pour rappel, sept cadavres ont été retrouvés et ne concernent que des oiseaux. Les éoliennes E2 et E4 sont celles présentant le plus de cas de mortalité. Il est difficile de déterminer quelles seraient les raisons pour lesquelles on retrouve des cas de mortalité uniquement sous celles-ci.

C'est la saison de nidification qui est la plus impactante.

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

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

Maintien de l'entretien des plateformes

Afin de limiter l'attractivité des surfaces de surplomb des éoliennes, un entretien régulier via la fauche des végétaux qui s'y développent est fortement recommandé. La mesure est bien

respectée et doit continuer à être mise en place. Ce fauchage devrait idéalement se dérouler avant la période de reproduction, vers fin mars. Il permettrait de dissuader les oiseaux potentiellement intéressés par ces zones de friches d'y installer leurs nids en les poussant à se rediriger vers des secteurs plus éloignés. Une nouvelle fauche vers le mois d'août pourrait également permettre de maintenir cette végétation spontanée rase et de demeurer inintéressante pour la faune, et notamment les rapaces en pleine période de chasse pour nourrir leurs jeunes ainsi que les chiroptères en pleine période d'activité.

Modifications de bridage recommandées

Etant donné l'absence de cas de mortalité chiroptères ainsi que le faible nombre de contacts de Noctule commune à hauteur de rotor, une modification du plan de bridage ne semble pas nécessaire.

CONCLUSION

CONCLUSION

Les résultats du suivi de mortalité 2024-2025 sont en adéquation avec les impacts potentiels pressentis par les résultats obtenus lors des différents suivis environnementaux.

Pour les oiseaux, sept individus ont été retrouvés impactés par le parc éolien. Ces espèces sont réputées sensibles à la collision et au barotraumatisme. **Au regard des cadavres découverts, aucune atteinte à l'état de conservation des populations d'oiseaux n'est envisagée.**

De la même manière pour les chiroptères, les pipistrelles sont un groupe parmi les plus couramment impactés par le risque de barotraumatisme. **Au regard du nombre de contacts relevé à hauteur de rotor et de l'absence de cas de mortalité, le risque de collision/barotraumatisme est peu significatif. Le plan de bridage est efficace.**

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

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

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

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

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

BOURGOGNE NATURE, mars 2006, Hors-série 1, Les Chauves-souris Plan régional d'actions Actes des 2e Rencontres Chiroptères Grand Est. 160p.

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

CPEPESC Lorraine, 2009.- Connaître et protéger les Chauves-souris de Lorraine. Ouvrage collectif coordonné par SCHWAAB F., KNOCHEL A. & JOUAN D. Ciconia, 33 (N. sp.), 562p.

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

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

DÜRR T. (2025). - Vogelferluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe - Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg
<https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeits-schwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/#>

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.

GEO'BRETAGNE : Consultation de la base de données : <https://cms.geobretagne.fr/>

GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON, 2016. Liste rouge des mammifères de Bretagne.

GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON, 2020. Synthèse des cas de mortalité connus de chiroptères sous les parcs éoliens de Loire-Atlantique (44), 14p.

GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON, 2022. Carte d'alerte « Risques éoliens pour les chiroptères en Bretagne » – Notice – T. DUBOS et T. LE CAMPION, GMB : <https://gmb.bzh/wp-content/uploads/2022/04/NOTICE-CoucheAlerteSIG-RisquesEoliensTerrestresChiropteresBzh.pdf>

FONTAINE B. et al, 2020. Suivi des oiseaux communs en France – Résultats 2019 des programmes participatifs de suivi des oiseaux communs 1989/2019, 24p

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

LPO, Avril 2004. Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune, 20p.

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

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

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

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.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER : Plan National d'actions en faveur des chiroptères 2016-2025, 83 p.

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

OUEST'AM, 2020. Impact des éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères de l'ouest de la France : étude des suivis de mortalité de 2010 à 2019, 37p.

ONCFS, Denis Roux & al., 2004. Impact des éoliennes sur les oiseaux - Synthèse des connaissances actuelles – Conseil et recommandation, 40p.

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

SFEPM, 2020. Alerte sur les éoliennes à très faible garde au sol et sur les grands rotors, 8p.

SIMONIS, J., DALTHORP, D.H., HUSO, M.M., MINTZ, J.M., MADSEN, L., RABIE, P., STUDYVIN, J., 2018, GenEst User Guide—Software for a Generalized Estimator of Mortality: U.S.

Geological Survey Techniques and Methods, v. 7, no. C19, p. 72, <https://doi.org/10.3133/tm7C19>.

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

ANNEXES

ANNEXES

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

Les périmètres de protection du patrimoine naturel

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

Arrêté de protection de biotope (APB)

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

Conservatoires d'espaces naturels (CEN)

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



Espace naturel sensible (ENS)

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



Parc naturel national (PNN)

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



Parc naturel régional (PNR)

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



Réserve naturelle (nationale - RNN et régionale - RNR)

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



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

Réserve de biosphère (RB)

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



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

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

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



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

Zones conventionnelles Ramsar

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



Les espaces inventoriés au titre du patrimoine naturel

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

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



Deux types de zones sont définis :

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

ANNEXE 2 – PRESENTATION DE L'EQUIPE INTERVENANTE

Qualification / Domaine d'intervention	Agent	Expérience – Formation
Envol Environnement Bretagne		
Chargée de projets Coordinatrice de l'étude Rédaction du rapport	Hélène LE GLATIN	5 ans d'expérience – Master en Gestion de l'environnement
Adjointe de direction Contrôle qualité	Léa Michelland	1 an d'expérience – Master Biodiversité, Écologie et Evolution
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
	Mewen LE PALLEC	3 ans d'expérience – BTS Gestion et Protection de la Nature
	Laura MENOUD	3 ans d'expérience – Master Biodiversité, Conservation et Comportement animal

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.

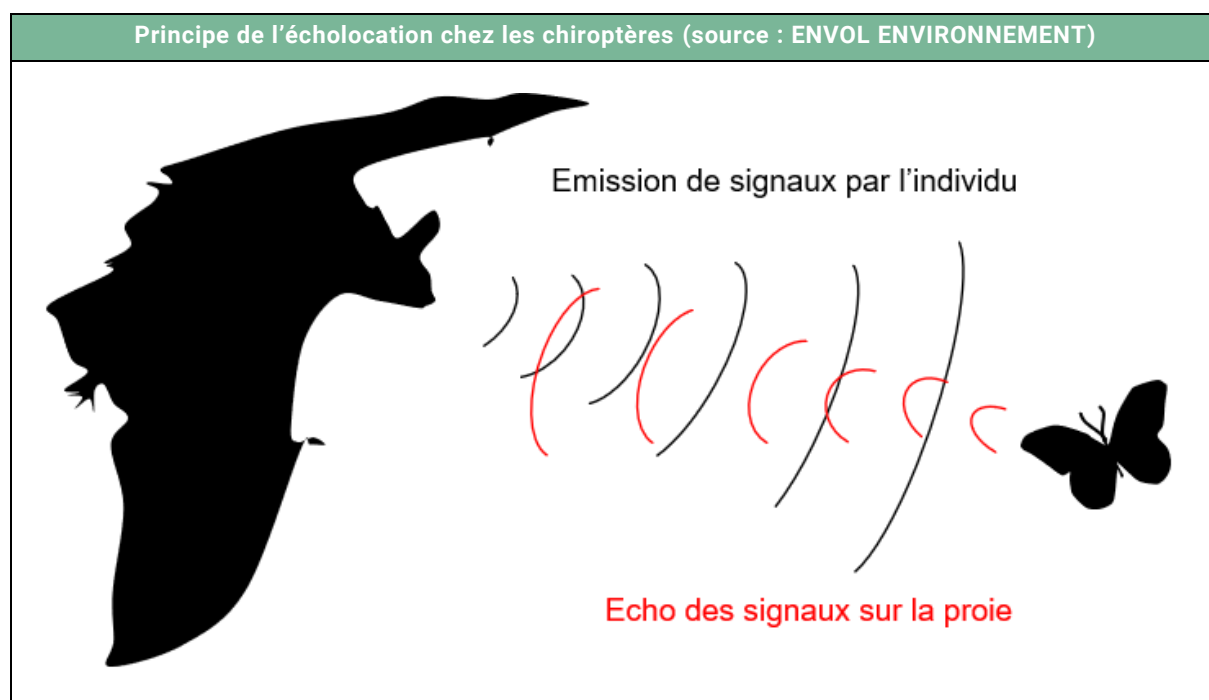
L'écholocation

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 sursauts, sous forme d'ondes ultrasonores, dont la fréquence est caractéristique à chaque espèce. Ces ondes sont émises par les narines ou la bouche. Réfléchies par les objets présents dans l'environnement, elles sont en retour

captées par les oreilles et donnent au cerveau une vision « acoustique » très précise du milieu dans lequel l'animal se déplace en vol. Cette écholocation permet aux individus de s'orienter et de chasser leurs proies sans le concours de leur vue. Malgré cela, et contrairement à une croyance répandue, les chiroptères ont des yeux fonctionnels.

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

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

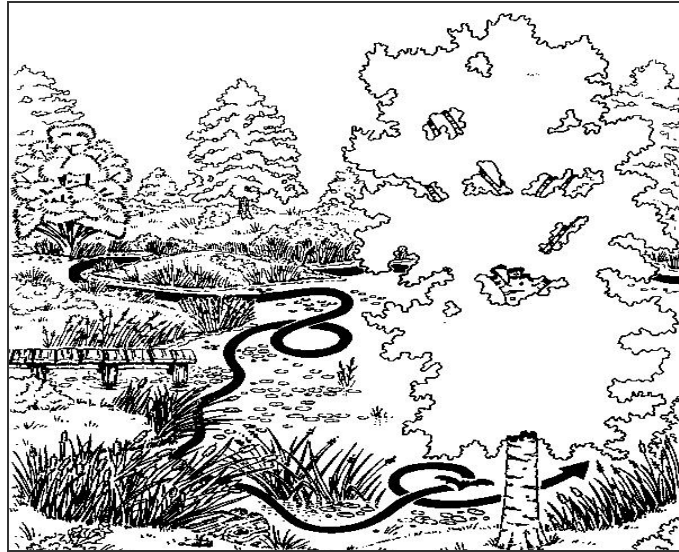


La chasse et l'alimentation

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

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

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



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

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

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

Les phases biorythmiques

Le transit de printemps

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

L'occupation des nurseries en période estivale

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



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



Colonie reproductrice d'Oreillards 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...

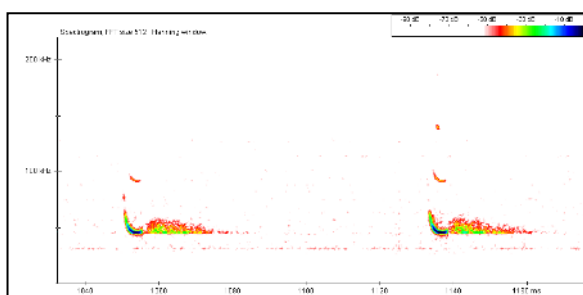
ANNEXE 4 – METHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES SIGNAUX ULTRASONIQUES

Détermination spécifique à partir des signaux bruts

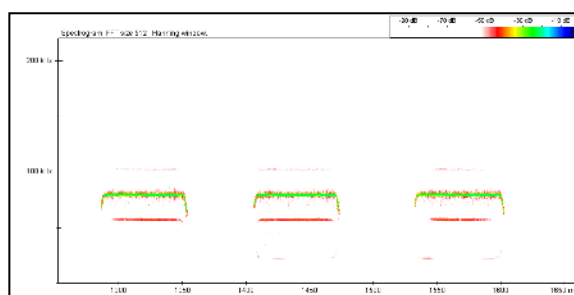
Chaque espèce de chiroptère émet un cri qui lui est propre. Ce signal ultrasonore n'est pas perceptible à l'oreille humaine mais peut être enregistré grâce à des appareils spéciaux tel que le détecteur Pettersson D240X ou des enregistreurs en continu comme le Audiomoth. Les enregistrements issus de la 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).

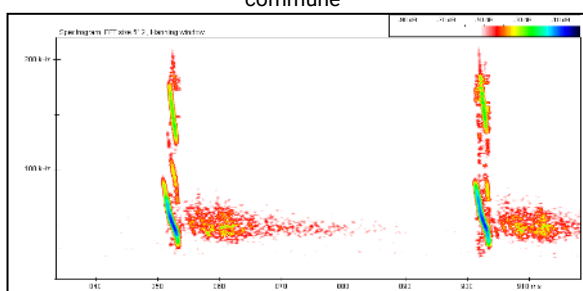
Les différentes caractéristiques du signal sont ensuite reportées sur un diagramme propre à chaque grande famille de chiroptères. L'utilisation des diagrammes permet, la plupart du temps, à l'expert de déterminer l'espèce. Les diagrammes utilisés sont issus du guide de l'écologie acoustique des Chiroptères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



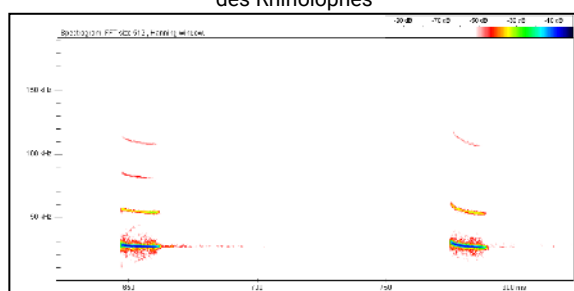
Signal en fréquence modulée aplanie émis par une Pipistrelle commune



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 ;

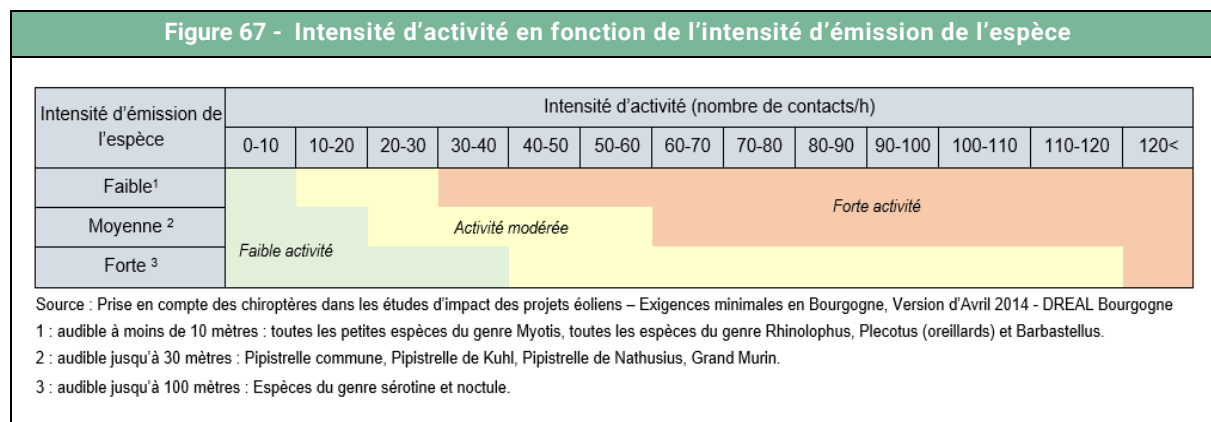
- La durée d'écoute sur le terrain ;

- 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.

Figure 67 - Intensité d'activité en fonction de l'intensité d'émission de l'espèce



Type de comportements chiroptérologiques

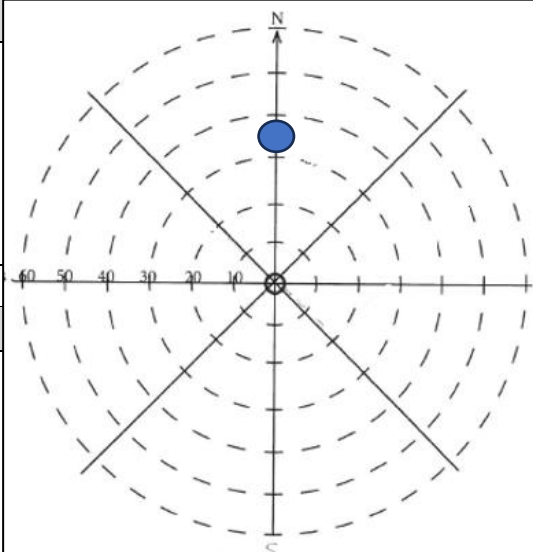
Trois types de comportements sont pratiqués par les chauves-souris :

- **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 – FICHE DE DECOUVERTE DE CAS DE MORTALITE

Cadavre n°1 :

SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE SAINT-GUEN (22) FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE
Découvreur : Amicie d'Augustin
Date : 30/07/2024

Localisation du cadavre : Eolienne concernée : E4 Couverture végétale : prairie fauchée Distance et direction par rapport au mat : 35 m N	
Description du cadavre Espèce : Corneille noire <i>Corvus corone</i> Sexe : Indéterminé Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé Contexte (migration, nicheur cantonné etc.) : Nicheuse potentielle 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	LC	Ann. II

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 retrouvées. Hypothèse : collision puis « moissonné » (fauche du champ récente)

Illustration(s)



SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE Saint-Guen (22)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE

Découvreur : Amicie d'Augustin

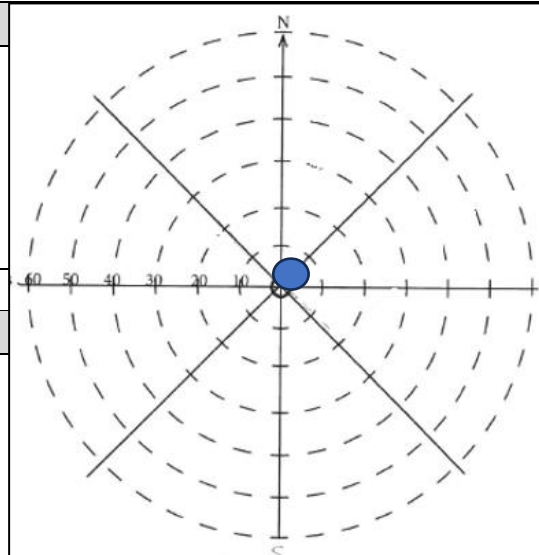
Date : 06/08/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E4

Couverture végétale : Plateforme

Distance et direction par rapport au mat : moins d'un m NE

**Description du cadavre**Espèce : Alouette des champs *Alauda arvensis*

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. II

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) :

Illustration(s)



SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE SAINT-GUEN (22)

FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE

Découvreur : Amicie d'Augustin

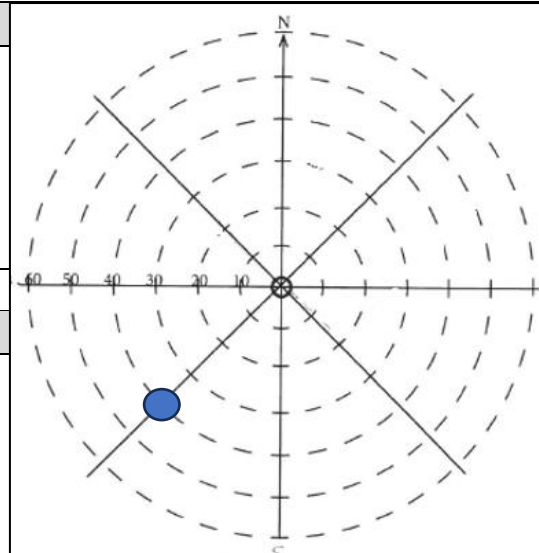
Date : 06/08/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E2

Couverture végétale : prairie

Distance et direction par rapport au mat : 40 m SO



Description du cadavre

Espèce : Goéland brun *Larus fuscus*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : juvénile

Contexte (migration, nicheur cantonné etc.) : jeune en phase d'apprentissage

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	LC	DD	Ann. II

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 retrouvées. Hypothèse : collision puis prédation

Illustration(s)



Cadavre n°4 :

SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE KERIGARET (29)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE

Découvreur : Amicie D'AUGUSTIN

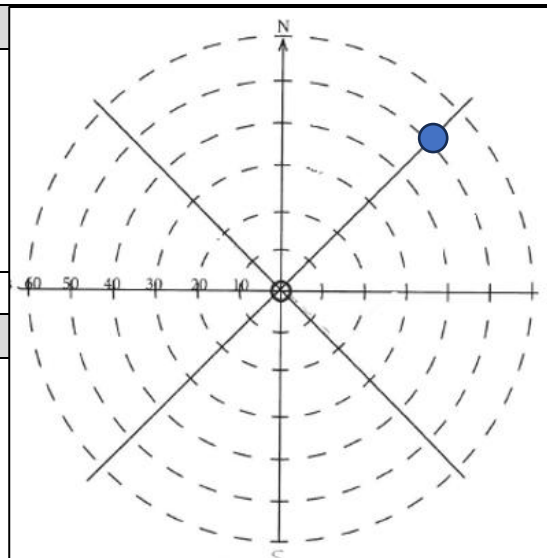
Date : 04/09/2024

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E4

Couverture végétale : Labour herbeux

Distance et direction par rapport au mat : 50m NE



Description du cadavre

Espèce : Goéland argenté *Larus argentatus*

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : 1^{ère} ou 2^e année

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		
Art. 3	LC	NT	-	NA	VU	-

Etat de l'individu :

☐

Entier

☐

Coupé

☒

Fragments

☐

Frais

☐

Quelques vers

☐

Décomposé (putréfaction)

☒

Sec

Cause présumée de la mort :

☒

Collision par pale

☐

Barotraumatisme

☐

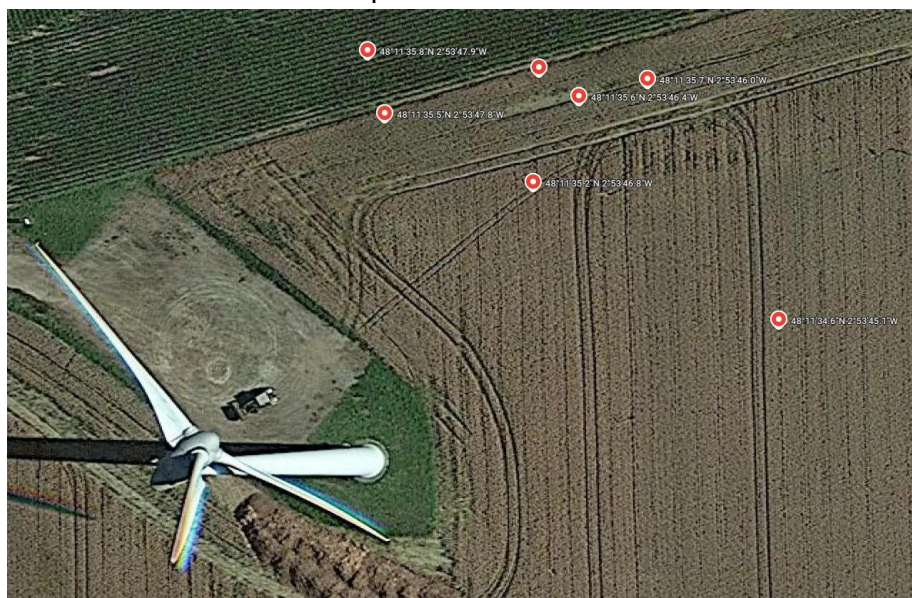
Autre (chasse animale, humaine, voiture...)

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

Nombreuses plumes éparpillées au nord-est de l'éolienne. Prédation probable après collision.

Illustration(s)

Localisation des différentes plumes retrouvées autour de l'éolienne E4 :







SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE KERIGARET (29)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE

Découvreur : Mewen Le Pallec

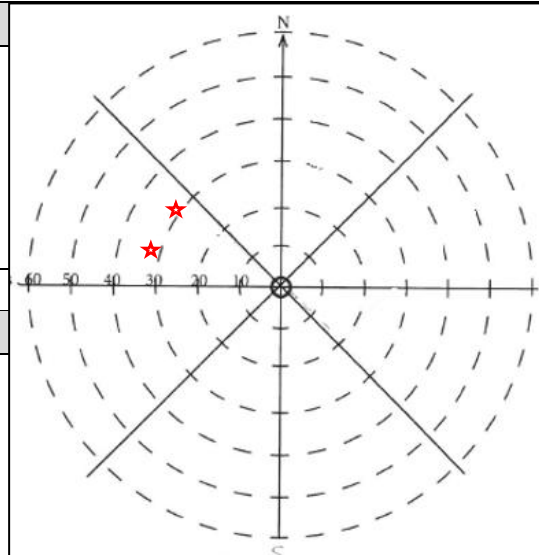
Date : 05/03/2025

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E4

Couverture végétale : Plateforme

Distance et direction par rapport au mat : 27m Nord Est ; 31m Nord Est

**Description du cadavre**Espèce : Alouette des champs (*Alauda arvensis*)

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Nicheur

Statuts de conservation de l'espèce :

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

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 en deux parties, plumée et reste de corps ; Manque de données pour la détermination de l'âge ainsi que du sexe de l'alouette des champs.

Illustration(s)



SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE KERIGARET (29)

FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE

Découvreur : Mewen Le Pallec

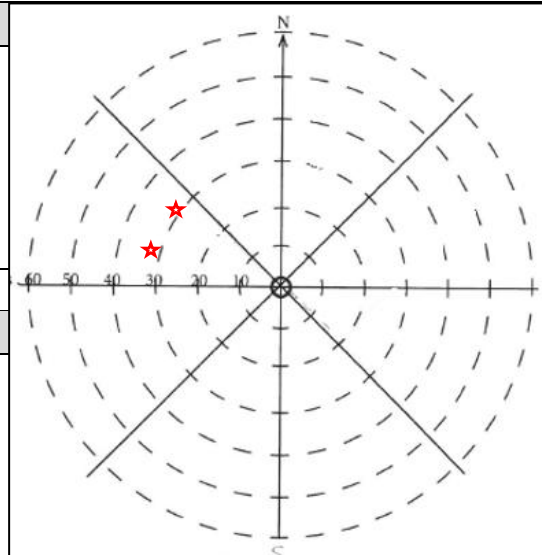
Date : 09/04/2025

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E1

Couverture végétale : terre nue

Distance et direction par rapport au mat : 30 m nord est



Description du cadavre

Espèce : Alouette des champs (*Alauda arvensis*)

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Indéterminé

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Nicheur

Statuts de conservation de l'espèce :

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

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) :

Illustration(s)



SUIVI POST-IMPLANTATION DU PARC EOLIEN DE GUERLEDAN (22)
FICHE DE MORTALITE - AVIFAUNE

Découvreur : Mewen Le Pallec

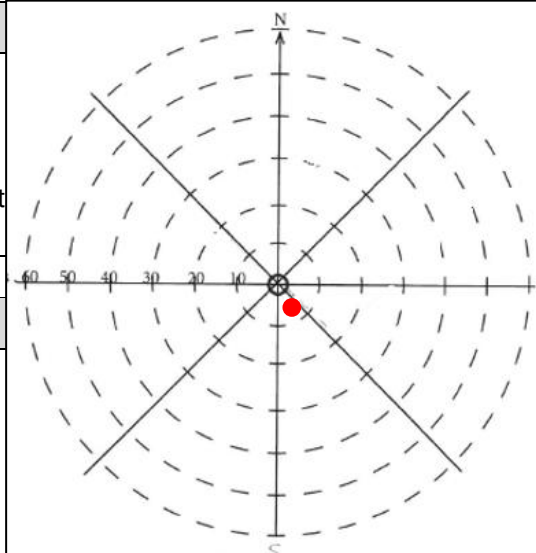
Date : 02/07/2025

Localisation du cadavre :

Eolienne concernée : E2

Couverture végétale : Prairie

Distance et direction par rapport au mat : 7m Sud-Sud-Est

**Description du cadavre**Espèce : Martinet noir (*Apus apus*)

Sexe : Indéterminé

Stade (juvénile, adulte) : Juvénile

Contexte (migration, nicheur cantonné etc) : Nicheur

Statuts de conservation de l'espèce :

Protection nationale	Liste rouge Europe	Liste rouge France			Liste rouge Bretagne	Natura 2000
		Nicheur	De passage	Hivernant		
NT	LC	NT	DD	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) :



