

9 juin 2023

Suivi d'exploitation du parc éolien de Mauron (56)



SOMMAIRE

I.	Introduction.....	5
I.1.	Nature du projet et localisation	5
I.2.	Historique	5
I.3.	Exploitant du parc	5
I.4.	Auteurs de l'étude.....	5
II.	Contexte écologique et réglementaire.....	7
II.1.	Définition des aires.....	7
II.2.	Le réseau Natura2000	7
II.3.	Les Arrêtés de Protection de Biotope (APB).....	7
II.4.	Les réserves naturelles	7
II.5.	Les parcs nationaux (PNN) et les parcs naturels régionaux (PNR)	7
II.6.	Les zonages d'inventaires : ZNIEFF	7
II.6.1.	530008260 – Tourbière du pont de fer	8
II.6.2.	530002897 – Forêt de la Hardouinais	8
II.6.3.	530002100 – Etang de Loscouët	8
II.6.4.	530030182 – Forêt de Paimpont.....	9
II.7.	Continuités écologiques	11
II.7.1.	La trame Verte et Bleue.....	11
II.7.2.	Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE).....	12
III.	Contexte météorologique et activité des éoliennes	16
III.1.	Vents.....	16
III.2.	Activité des rotors	16
IV.	Méthodologie des enjeux.....	17
IV.1.	Espèce d'intérêt patrimonial	17
IV.2.	Evaluation des enjeux écologiques liés aux espèces.....	17
IV.3.	Echelle d'enjeux.....	17
IV.4.	Cadrage des suivis de mortalité	18
IV.4.1.	Contexte réglementaire	18
IV.4.2.	Fréquence de suivi.....	18
IV.4.3.	Protocoles mis en œuvre.....	19
IV.5.	Suivi en nacelle des chiroptères	23
IV.5.1.	Utilisation des données météorologiques.....	23
IV.5.2.	Matériel utilisé.....	23

IV.5.3.	Analyse des enregistrements.....	23
IV.5.4.	Evaluation de l'activité	24
IV.5.5.	Détermination du niveau d'enjeu	25
IV.5.6.	Détermination du niveau de sensibilité et vulnérabilité	25
V.	Résultats.....	26
V.1.	Suivi de mortalité	26
V.1.1.	Occupation du sol au pied des éoliennes	26
V.1.2.	Surfaces prospectées	29
V.1.3.	Test de persistance	29
V.1.4.	Test de détection	29
V.1.5.	Données de mortalité constatée	30
V.1.6.	Estimation de la mortalité réelle	35
V.1.7.	Sensibilité et vulnérabilité	35
V.1.8.	Analyse paysagère	36
V.1.9.	Synthèse.....	37
V.2.	Ecoutes en nacelle	38
V.2.1.	Résultats des écoutes en nacelle	38
V.2.2.	Abondance	38
V.2.3.	Activité	38
V.2.4.	Répartition temporelle des contacts	39
V.2.5.	Impact de la température sur l'activité des chiroptères	40
V.2.6.	Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères.....	40
V.2.7.	Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil	40
V.2.8.	Evolution de facteurs environnementaux sur l'activité de la noctule commune	41
V.2.9.	Evolution de facteurs environnementaux sur l'activité de la Sérotine commune	42
V.2.10.	Évaluation du niveau d'enjeu.....	43
V.2.11.	Évaluation du niveau de vulnérabilité et de sensibilité	43
V.2.12.	Synthèse	46
V.3.	Mesure de réduction	46
VI.	Conclusion.....	47
VII.	Bibliographie	48
VIII.	Annexes.....	49

Index des figures

Figure 1 : Localisation du projet	6
Figure 2 : Zonages d'inventaire	10
Figure 3 : Éléments de la Trame Verte et Bleue (Source : CEMAGREF, d'après Bennett 1991)	12
Figure 4 : Trame des continuités écologiques pour les chiroptères autour du parc éolien	14
Figure 5 : Continuité écologique autour du parc éolien	15
Figure 6 : Répartition du vent en fonction des différents moments de la nuit et du jour.	16
Figure 7 : Répartition du vent de 30 min avant le coucher du soleil au lever du soleil. Classe 0 : vent de 0 m/s, classe 1 :] 0 ; 1 m/s], classe 2 :] 1 ; 2 m/s]... Classe 13 :] 12 ; 13 m/s], classe 14 : vent >14 m/s.....	16
Figure 8 : Activité de l'éolienne E1 de 30 min avant le coucher du soleil au lever du soleil. Classe 0 : Rotation de 0 rpm, classe 1 :] 0 ; 1 rpm], classe 2 :] 1 ; 2 rpm]... Classe 19 :] 18 ; 19 rpm], classe 20 : vent >20 rpm.	16
Figure 9 : Schéma de principe des recherches de terrain (Source : LPO, 2004)	19
Figure 10 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle	22
Figure 11: Batlogger WE X1 avec micro MC32W	23
Figure 12 : Principe de l'écholocalisation des chiroptères	23
Figure 13 : Exemple d'un spectrogramme et d'un oscillogramme sous BatSound	24
Figure 14 : Niveau d'activité en fonction des quantiles (Source : Vigie-Chiro)	24
Figure 15 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes (E1, E2 & E5)	27
Figure 16 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes (E3, E4 et E5)	28
Figure 17 : Evolution de la surface prospectée en fonction des semaines d'inventaires en 2022.....	29
Figure 18 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2022.....	29
Figure 19 : Mortalité constatée sous les différentes éoliennes	30
Figure 20 : Répartition des cas de mortalité constatés au cours de suivi.....	30
Figure 21 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères	30
Figure 22 : Mortalité sur l'éolienne E1 et sa continuité écologique associée.....	31
Figure 23 : Mortalité sur l'éolienne E3 et sa continuité écologique associée.....	32
Figure 24 : Mortalité sur l'éolienne E5 et sa continuité écologique associée.....	33
Figure 25 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière	36
Figure 26 : Évolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison	39
Figure 27 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C)	40
Figure 28 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s).....	40
Figure 29 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil.....	40
Figure 30 : Évolution de l'activité de la noctule commune en fonction de la température (°C)	41
Figure 31 : Évolution de l'activité de la noctule commune en fonction de la vitesse du vent (m/s).....	41
Figure 32 : Activité de la noctule commune en fonction de l'heure du coucher du soleil.....	41
Figure 33 : Évolution de l'activité de la sérotine commune en fonction de la température (°C)	42
Figure 34 : Évolution de l'activité de la noctule commune en fonction de la vitesse du vent (m/s).....	42
Figure 35 : Activité de la noctule commune en fonction de l'heure du coucher du soleil.....	42
Figure 36 : Pipistrelle commune (Source : L. BONNOT)	44
Figure 37 : Carte de répartition de la pipistrelle commune (Source : INPN-SINP)	44
Figure 38 : Pipistrelle de Kuhl (Source : V. VERRISSIMO)	44
Figure 39 : Carte de répartition de la pipistrelle de Kuhl (Source : INPN-SINP)	44
Figure 40 : Pipistrelle de Nathusius (Source : J. WEDD).....	44
Figure 41 : Carte de répartition de la pipistrelle de Nathusius (Source : INPN-SINP)	44

Figure 42 : Sérotine commune (Source : Y. RONCHARD).....	45
Figure 43 : Carte de répartition de la sérotine commune (Source : INPN-SINP)	45
Figure 44 : Noctule commune (Source : Althis)	45
Figure 45 : Carte de répartition de la noctule commune (Source : INPN-SINP)	45
Figure 46 : Noctule de Leisler (Source : ONF)	46
Figure 47 : Carte de répartition de la noctule de Leisler (Source : INPN-SINP)	46

Index des tableaux

Tableau 1 : Liste des ZNIEFF localisées dans un rayon de 10 km.....	8
Tableau 2 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530008260 – Tourbière du Pont de Fer ».....	8
Tableau 3 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002897 – Forêt de la Hardouinais ».....	8
Tableau 4 : Espèces déterminantes ZNIEFF sur le site « 530002897 – Forêt de la Hardouinais » et dont des impacts éoliens peuvent être suspectées (avifaune et chiroptère).....	8
Tableau 5 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002100 – Etang de Loscouët ».....	8
Tableau 6 : Espèces déterminantes ZNIEFF sur le site « 530002100 – Etang de Loscouët » et dont des impacts éoliens peuvent être suspectées (avifaune et chiroptère).....	9
Tableau 7 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530030182 – Forêt de Paimpont »	9
Tableau 8 : Espèces déterminantes ZNIEFF sur le site « 530030182 – Forêt de Paimpont » et dont des impacts éoliens peuvent être suspectées (avifaune et chiroptère).....	9
Tableau 9 : Echelle des enjeux patrimoniaux pour la faune.....	17
Tableau 10 : Dates des passages du suivi de mortalité.....	18
Tableau 11 : Exemple de coefficients de détectabilité	19
Tableau 12 : Dates des tests de détection.....	20
Tableau 13: Dates des tests de persistance.....	20
Tableau 14 : Exemple de notation des types de couverts par éolienne.....	20
Tableau 15 : Exemple de calculs de A et d.....	21
Tableau 16 : Regroupement d'espèces possibles	24
Tableau 17 : Évaluation du seuil d'activité au sol pour chaque espèce de chauves-souris (Source : Vigie-chiro).....	25
Tableau 18 : Calcul du niveau d'enjeu patrimonial	25
Tableau 19 : Niveau de risques de collision avec les éoliennes selon les espèces (Source : Eurobats, 2014).....	25
Tableau 20: Calcul du niveau de sensibilité.....	25
Tableau 21 : Calcul du niveau de vulnérabilité.....	25
Tableau 22: Types de couvert et surfaces associées	26
Tableau 23 : Tests de persistance.....	29
Tableau 24 : Tests de détection.....	29
Tableau 25 : Liste des espèces retrouvées à l'échelle du parc.....	30
Tableau 26 : Liste et enjeux des espèces d'oiseaux retrouvées lors du suivi de mortalité	34
Tableau 27 : Enjeu des espèces	34
Tableau 28 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Mauron	35
Tableau 30 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Mauron	35
Tableau 32 : Vulnérabilité de l'avifaune face à l'éolien.....	36
Tableau 33 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers	36
Tableau 34 : Nombre de contacts par espèce et par mois des chauves-souris	38
Tableau 35 : Nombre de mois de présence	38
Tableau 36 : Évaluation du niveau d'activité.....	38
Tableau 37 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en contacts ajustés/nuit)	39
Tableau 38 : Statuts et enjeu sur site pour chaque espèce	43
Tableau 39 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris	43
Tableau 40 : Synthèse des bridages.....	46

I. Introduction

La société EDF renouvelables est l'exploitant du parc éolien de Mauron. Ce parc est composé de 5 aérogénérateurs. Il est situé sur la commune de Mauron dans le département du Morbihan (56), limitrophe avec la commune d'Illifaut appartenant au département des Côtes-d'Armor (22). La réglementation prévoit, dans les trois ans suivant la mise en place d'un parc éolien terrestre, puis tous les 10 ans, un suivi environnemental au titre de l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations classées de la rubrique 2980 : « ...un suivi environnemental permettant d'estimer l'impact de ce parc sur la mortalité de l'avifaune et des chiroptères ». Le parc de Mauron arrive dans sa 10ème année d'exploitation.

Le bureau d'étude Synergis Environnement a ainsi été missionné en 2022 pour mener :

- ⌚ Un suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères ;
- ⌚ Un suivi en nacelle de l'activité des chiroptères.

Ces derniers permettront de répondre à plusieurs objectifs définis par le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres et hiérarchisés ci-dessous par ordre de priorité décroissant.

- ⌚ Juger du niveau d'impact généré par le parc éolien suivi sur la faune volante pour être en mesure, le cas échéant, d'apporter une réponse corrective proportionnée et efficace pour annuler ou réduire l'impact.
- ⌚ Estimer les mortalités réelles générées par chaque parc éolien (« taux de mortalité ») pour permettre des comparaisons objectives entre parcs. Seule une estimation standardisée de la mortalité réelle, via l'utilisation de formules de calcul internationales, permet d'estimer un taux de mortalité comparable entre parcs éoliens. Il s'agit d'une approche quantitative de la mortalité qui permet de replacer le niveau d'impact sur un référentiel large.
- ⌚ Contribuer à alimenter une base de données nationale pour une vision globale et continue de l'impact du parc éolien Français sur la biodiversité. Il s'agit de valoriser les résultats de suivi au plus tôt dans le cadre d'une synthèse nationale organisée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Il reprend la méthodologie employée puis présente les résultats obtenus et propose une analyse au regard des données antérieures à l'exploitation du parc.

I.1. Nature du projet et localisation

Le parc éolien de Mauron est composé de 5 éoliennes d'une hauteur en bout de pale de 123 mètres et de 90 mètres de diamètre de rotor. Leur puissance unitaire maximale de 2 MW confère au parc une puissance installée de 10 MW. Il est situé sur la commune de Mauron (56) à une altitude d'environ 105 mètres.

Après une autorisation par arrêté préfectoral du 13 septembre 2006, la mise en service du parc a débuté en 2009.

Le parc éolien de Mauron se trouve dans un contexte agricole comportant de nombreuses cultures et une sablière est située à 800 m à l'est. Un réseau de bocage épars, des petits boisements et un cours d'eau complètent les éléments paysagés principaux autour des éoliennes.

I.2. Historique

Deux suivis de mortalité ont précédemment été réalisés en 2013 et 2015.

Le premier suivi environnemental a été réalisé en 2013 par le bureau d'étude Biotope. Un suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères a été réalisé selon le protocole national de suivi environnemental en vigueur à l'époque. Sur les 4 passages réalisés, aucun cas de mortalité n'a été constaté.

Le second suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères a été réalisé en 2015 par Bretagne Vivante. Quatre cadavres (un goéland brun (E1), hirondelle de fenêtre (E5), pipistrelle commune (E5), pipistrelle commune (E4)) ont été découverts au cours de l'ensemble des 36 passages (1 passage hebdomadaire des semaines 14 à 33 puis 2 passages par semaine à partir de S34 jusqu'à S44).

En conclusion, aucun bridage n'avait été préconisé ; Bretagne vivante avait cependant mis en avant l'intérêt de poursuivre les suivis de mortalité pour mieux appréhender cet aspect en réalisant des passages plus rapprochés (2 par semaine au lieu de 1) et sur plusieurs années.

I.3. Exploitant du parc

Le parc éolien de Mauron, localisé dans le département du Morbihan (56), est exploité par la SAS EGM WIND représentée par EDF renouvelables France.

EGM WIND
Cœur Défense - Tour B
100, Esplanade du Général de Gaulle
92932 PARIS LA DEFENSE CEDEX

I.4. Auteurs de l'étude

Le suivi d'exploitation est réalisé par l'agence Bretagne du Bureau d'études Synergis Environnement.



Agence Bretagne
10B Rue du Danemark
56 400 Auray
Tél. : 02 97 58 53 15

Nom	Qualité
Ronan DESCOMBIN	Responsable d'agence
Sébastien NEDELLEC	Chef de projets (relecture)
Bastien BLANC	Chargé d'études (relecture)
Pierre BERTHOULOUX	Chargé d'études (suivi de mortalité, rédaction)
Hugo PONTY	Chargé d'études (rédaction du volet suivi chiroptérologique)

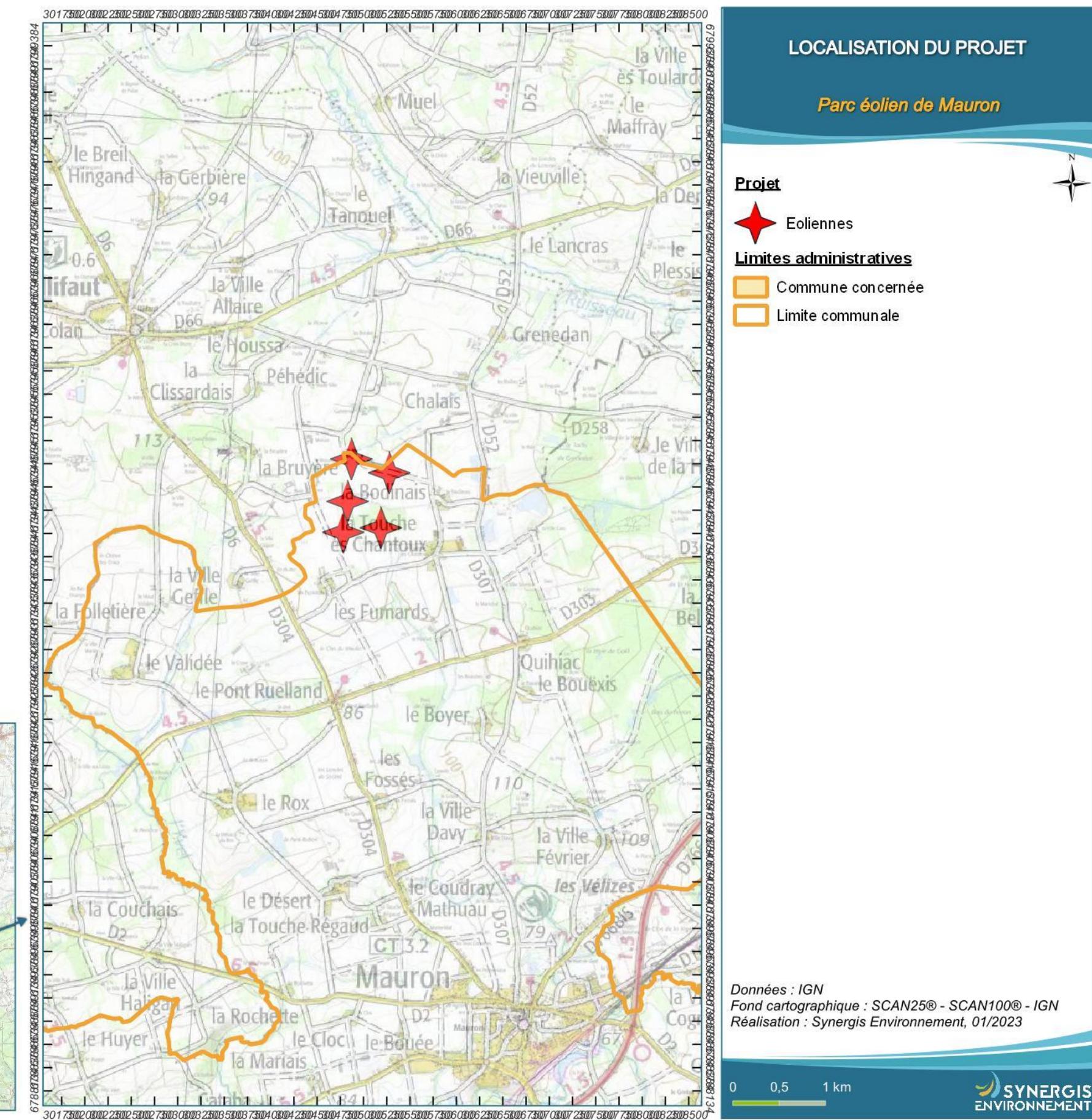


Figure 1 : Localisation du projet

II. Contexte écologique et réglementaire

Cette partie vise à présenter les données bibliographiques et réglementaires connues à l'échelle de l'aire d'étude éloignée afin d'analyser plus finement les enjeux écologiques potentiellement présents

II.1. Définition des aires

Dans le but de mener à bien les inventaires naturalistes et de définir finement les niveaux d'enjeu et d'impact du projet, plusieurs échelles d'études sont définies par le bureau d'études Synergis Environnement.

- ☞ **Aire d'étude immédiate (AEI)** : L'aire d'étude immédiate correspond à la localisation des éoliennes, elle permet de donner un contexte d'habitat aux pieds des éoliennes, de prendre en compte les potentielles connexions écologiques entre les éoliennes et au sein de l'environnement immédiat (réseau bocager, boisement, haie, cours d'eau, plan d'eau, etc...)
- ☞ **Aire d'étude éloignée (AEE)** : L'aire d'étude éloignée permet le recueil de données basées sur l'existence d'informations bibliographiques. Cette aire d'étude d'un rayon de 10 km permet surtout la recherche des zonages naturels réglementaires et d'inventaires. Elle permet l'analyse de zones potentiellement affectées par d'autres effets que ceux liés aux emprises des éoliennes, pour les groupes taxonomiques de l'avifaune et des chiroptères. Les inventaires y seront donc ciblés sur certaines espèces ou certains groupes d'espèces, mais également approfondis en cas de connaissance d'un enjeu notable (milieux favorables à des espèces présentes sur la zone d'étude, potentialités de gîtes chiroptères...). Enfin, l'analyse de cette aire d'étude rapprochée permet également la connaissance des continuités écologiques locales.

II.2. Le réseau Natura2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau développé à l'échelle européenne qui se base sur deux directives : la Directive n°79/409 pour la conservation des oiseaux sauvages et la Directive n° 92/43 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la flore et la faune sauvages. Ces directives ont donné naissance respectivement aux Zones de Protection Spéciale (ZPS) et aux Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Avant d'être reconnues comme ZSC, ces dernières sont appelées Sites d'Importance Communautaire (SIC). Par ailleurs, la France a aussi mis en place un inventaire des zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO), sur lequel elle s'appuie pour définir ses ZPS.

Aucun site Natura2000 n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour de l'AEI.



II.3. Les Arrêtés de Protection de Biotope (APB)

L'objectif des arrêtés préfectoraux de protection de biotope est la préservation des habitats naturels nécessaires à la survie des espèces végétales et animales menacées. Cet arrêté est pris par le Préfet au niveau départemental et fixe les mesures qui doivent permettre la conservation des biotopes.

C'est un outil de protection réglementaire de niveau départemental, dont la mise en œuvre est relativement souple. Il fait partie des espaces protégés relevant prioritairement de la Stratégie de Création d'Aires Protégées mise en place actuellement, et se classe en catégorie IV de l'IUCN en tant qu'aire de gestion. En effet, la plupart des arrêtés de protection de biotope font l'objet d'un suivi soit directement à travers un comité placé sous l'autorité du préfet, soit indirectement dans le cadre de dispositifs tels que Natura 2000 et par appropriation par les acteurs locaux.

Aucun APB n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour de la AEI.

II.4. Les réserves naturelles

L'objectif d'une réserve naturelle est de protéger les milieux naturels exceptionnels, rares et/ou menacés en France. Les réserves naturelles peuvent être instaurées par l'État ou les régions. Toute action susceptible de nuire au développement de la flore ou de la faune, ou entraînant la dégradation des milieux naturels est interdite ou réglementée.

Aucune réserve naturelle n'est répertoriée dans un rayon de 10 km autour de la AEI.

II.5. Les parcs nationaux (PNN) et les parcs naturels régionaux (PNR)

Deux types de parcs naturels existent en France, les parcs naturels régionaux (PNR) et les parcs nationaux (PNN).

Ces deux types de parcs ont des réglementations et des finalités différentes. En effet, institués par la loi du 22 juillet 1960, les sept parcs nationaux ont pour but de protéger des milieux naturels de grande qualité. Leurs zones cœur constituent des « sanctuaires ». Le PNR a, quant à lui, pour objectif de permettre un développement durable dans des zones au patrimoine naturel et culturel riche, mais fragile.

Aucun PNN/PNR n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour de la AEI.

II.6. Les zonages d'inventaires : ZNIEFF

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique ou Floristique (ZNIEFF) repose sur la richesse des milieux naturels ou la présence d'espèces floristiques ou faunistiques rares ou menacées.

On distingue : les ZNIEFF de type I, qui sont des secteurs limités géographiquement ayant une valeur biologique importante ; et les ZNIEFF de type II, qui regroupent de grands ensembles plus vastes. Ces zones révèlent la richesse d'un milieu. Si le zonage en lui-même ne constitue pas une contrainte juridique susceptible d'interdire un aménagement en son sein, il implique sa prise en compte et des études spécialisées naturalistes systématiques d'autant plus approfondies si le projet concerne une ZNIEFF I.

Quatre ZNIEFF sont localisées dans l'aire d'étude éloignée dont deux de type I et deux autres de type II.

Les données bibliographiques décrites dans les zonages réglementaires et d'inventaire du patrimoine naturel sont issues de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN).

Parmi ces données, certaines espèces sont susceptibles d'être observées sur la zone d'implantation potentielle ainsi qu'à proximité.

De nombreuses espèces identifiées dans ces zonages sont également réglementées. Seules les espèces de la faune et de la flore possédant un enjeu écologique notable pour les ZNIEFF dans la zone d'implantation potentielle sont présentées.

Tableau 1 : Liste des ZNIEFF localisées dans un rayon de 10 km

Type	Code	Nom	Superficie (en ha)	Distance au site (en km)
I	530008260	TOURBIERE DU PONT DE FER	11	7
II	530002897	FORET DE LA HARDOUINAIS	2 369	7,5
I	530002100	ETANG DE LOSCOUËT	29	9
II	530030182	FORET DE PAIMPONT	10 135	9,8

II.6.1. 530008260 – Tourbière du pont de fer

Complexe comprenant des prairies et des landes tourbeuses, des taillis à saules et bouleaux. Présence d'espèces végétales protégées et/ou menacées dans le Massif Armorican. Un fossé de drainage réalisé dans le cadre du remembrement a fait régresser localement les groupements turficoles.

Tableau 2 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530008260 – Tourbière du Pont de Fer »

Habitats	Code CORINE biotopes	Statut
Tourbières à Molinie bleue	51. 2	Habitat déterminant
Landes humides atlantiques méridionales	31. 12	Habitat déterminant

Aucune espèce déterminante ZNIEFF d'oiseau, ou de chiroptère n'est identifiée pour cette ZNIEFF.

II.6.2. 530002897 – Forêt de la Hardouinais

La forêt de la Hardouinais est une importante forêt des Côtes-d'Armor située au nord de la ville de Merdrignac. Le site en ZNIEFF couvre 2373 ha. Près de 90 % de cette surface est une unité forestière de 2133 ha gérée par le Groupement Forestier de la Hardouinais. C'est un domaine privé qui n'a pas vocation à accueillir du public et est orienté vers la production de bois d'œuvre feuillus et résineux et le maintien de la valeur cynégétique du massif. D'autres parcelles boisées et petits bois privés s'y agrègent (Bois de St-Vran en particulier). La forêt de la Hardouinais est installée sur des terrains sédimentaires très anciens (schistes briovériens) qui génèrent des sols globalement acides, fréquemment hydromorphes, et localement tourbeux.

Tableau 3 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002897 – Forêt de la Hardouinais »

Habitats	Code CORINE biotopes	Statut
Hêtraies atlantiques acidiphiles	41. 12	Habitat déterminant
Eaux douces stagnantes	22	Habitat déterminant
Eaux oligotrophes pauvres en calcaire	22. 11	Habitat déterminant
Eaux douces	22. 1	Habitat déterminant
Zone à Truites	24. 12	Habitat déterminant
Gazons amphibies pérennes septentrionales	22. 31	Habitat déterminant
Prairies humides oligotrophes	37. 3	Habitat déterminant
Forêts marécageuses de Bouleaux et de Conifères	44.A	Habitat déterminant
Végétation à Phalaris arundinacea	53. 16	Habitat déterminant
Eaux mésotrophes	22. 12	Habitat déterminant
Landes humides	31. 1	Habitat déterminant

Tableau 4 : Espèces déterminantes ZNIEFF sur le site « 530002897 – Forêt de la Hardouinais » et dont des impacts éoliens peuvent être suspectées (avifaune et chiroptère)

Groupe	Nom latin	Nom vernaculaire
Oiseaux	Falco subbuteo	Faucon hobereau
Oiseaux	Pernis apivorus	Bondrée apivore
Oiseaux	Accipiter gentilis	Autour des palombes
Oiseaux	Acipiter nisus	Epervier d'Europe
Oiseaux	Anas platyrhynchos	Canard Colvert
Oiseaux	Buteo buteo	Buse variable
Oiseaux	Falco tinnunculus	Faucon crécerelle

II.6.3. 530002100 – Etang de Loscouët

L'étang de Loscouët était identifié dans les années 1980 comme un étang méso-eutrophe (source n° 54), et était surtout remarqué pour une diversité végétale importante et ses ceintures de végétation de la queue de l'étang, étendues et denses (source n° 55). C'est aujourd'hui un plan d'eau entièrement privé et enclos, à vocation de pêche de loisir commerciale, qui est complètement aménagé dans ce but. Cette présence humaine n'est pas non plus un facteur favorisant l'installation de la faune. Une prolifération, au moins estivale, d'algues unicellulaires coloniales dans l'eau de l'étang a été constatée lors de la visite (août 2009) signe probable d'une eutrophisation importante. Le cours d'eau du Meu bordant le plan d'eau à l'Est, apporte un peu d'intérêt à l'ensemble, bien qu'il soit beaucoup trop sous le couvert. L'avifaune nicheuse doit rester assez banale ; l'étang est dans le réseau de comptage hivernal des oiseaux d'eau (Wetlands), le nombre d'observations (espèces et effectifs) qui sont rapportées reste assez modeste. La question d'une désinscription de ce plan d'eau de l'inventaire des ZNIEFF s'est posée. Choix a cependant été fait de le maintenir encore jusqu'à la prochaine révision, à titre de témoignage, et dans l'attente d'éventuelles données nouvelles plus déterminantes.

Tableau 5 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530002100 – Etang de Loscouët »

Habitats	Code CORINE biotopes	Statut
Zone à Truites	24. 12	Habitat déterminant
Végétation à Phalaris arundinacea	53. 16	Habitat déterminant

Tableau 6 : Espèces déterminantes ZNIEFF sur le site « 530002100 – Etang de Loscouët » et dont des impacts éoliens peuvent être suspectées (avifaune et chiroptère)

Groupe	Nom latin	Nom vernaculaire
Oiseaux	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard Colvert
Oiseaux	<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré
Oiseaux	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette
Oiseaux	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran
Oiseaux	<i>Tadorna tadorna</i>	Tadorne de Belon

II.6.4. 530030182 – Forêt de Paimpont

La forêt de Paimpont est un site exceptionnel pour la préservation de la faune et la flore. Le site est en partie composé d'une Zone Spéciale de Conservation pour le site Natura 2000 "Forêt de Paimpont". L'assemblage de boisements de feuillus, de résineux, de landes sèches et humides, d'étangs, mares et ruisseaux a permis de recenser 1161 espèces dont 792 pour la flore, soit près de la moitié de la flore du département.

Tableau 7 : Habitats déterminants ZNIEFF présents sur le site « 530030182 – Forêt de Paimpont »

Habitats	Code CORINE biotopes	Statut
Landes humides atlantiques méridionales	31. 12	Habitat déterminant
Groupements à <i>Bidens tripartitus</i>	22. 33	Habitat déterminant
Gazons amphibiens annuels septentrionaux	22. 32	Habitat déterminant
Landes sèches	31. 2	Habitat déterminant
Communautés à <i>Rhynchospora alba</i>	54. 6	Habitat déterminant
Pelouses atlantiques à <i>Nard raide</i> et groupements apparentés	35. 1	Habitat déterminant
Hêtraies atlantiques acidiphiles	41. 12	Habitat déterminant
Hêtraies neutrophiles	41. 13	Habitat déterminant
Bois de Chênes pédonculés et de Bouleaux	41. 51	Habitat déterminant
Tourbières à <i>Molinie bleue</i>	51. 2	Habitat déterminant

Tableau 8 : Espèces déterminantes ZNIEFF sur le site « 530030182 – Forêt de Paimpont » et dont des impacts éoliens peuvent être suspectées (avifaune et chiroptère)

Groupe	Nom latin	Nom vernaculaire
Oiseaux	<i>Accipiter gentilis</i>	Autour des palombes
Oiseaux	<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'Europe
Oiseaux	<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin
Oiseaux	<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré
Oiseaux	<i>Pernis apivorus</i>	Bondrée apivore

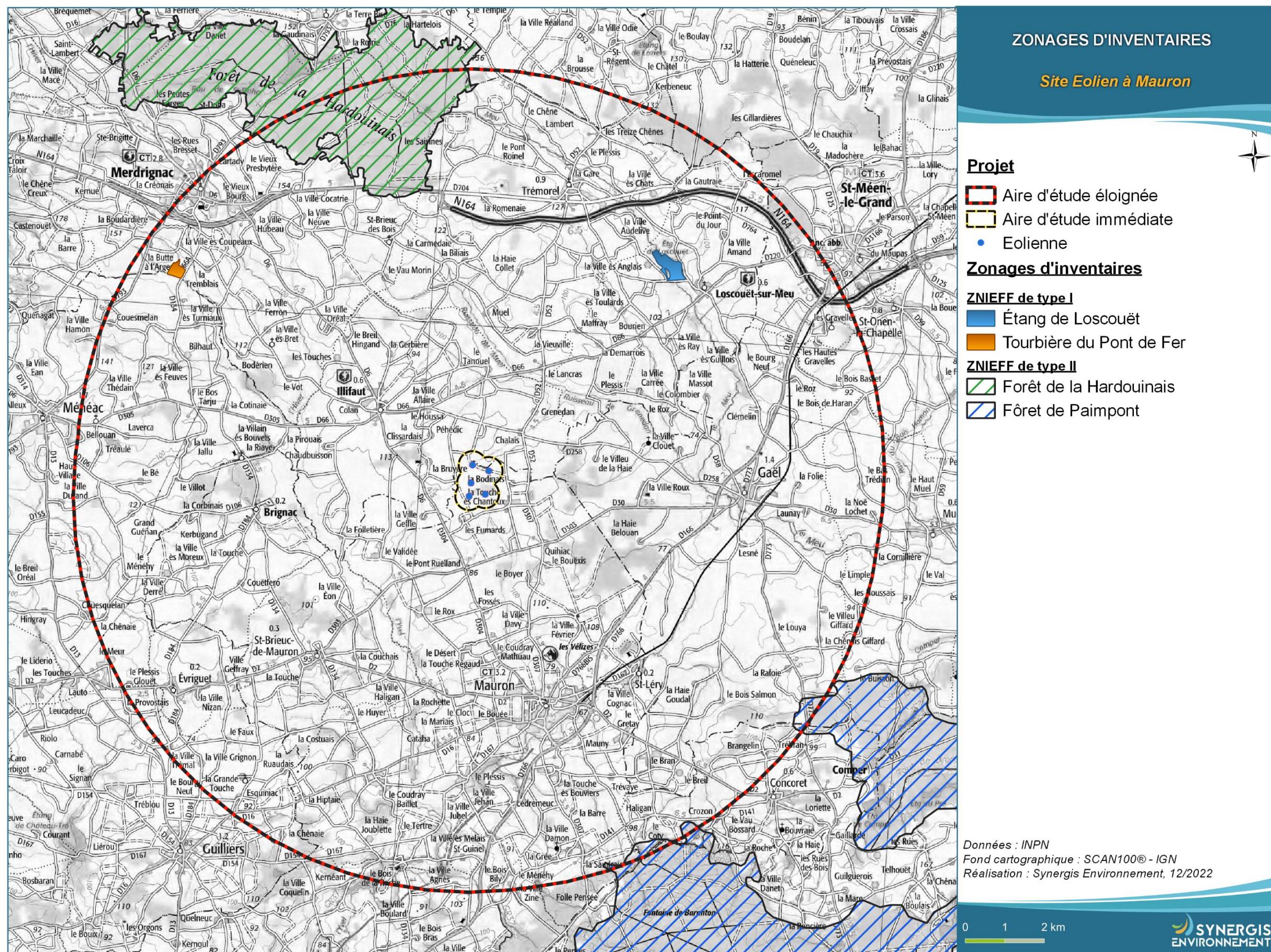


Figure 2 : Zonages d'inventaire

II.7. Continuités écologiques

La définition donnée par l'Institut de Recherche pour le Développement des équilibres biologiques est la suivante : « La notion d'équilibres biologiques signifie que toute espèce animale ou végétale, du fait même qu'elle naît, se nourrit, se développe et se multiplie, limite dans un milieu donné les populations d'une ou plusieurs autres espèces.

Cette limitation naturelle (...) dépend directement ou indirectement des facteurs physiques et chimiques du milieu, comme la température, les pluies d'une région, le degré hygrométrique de l'air, la salinité d'une eau, la composition ou l'acidité d'un sol ; elle dépend aussi de facteurs biologiques, comme la concurrence entre des espèces différentes, pour la même nourriture, la même place, le même abri. Elle dépend enfin des ennemis naturels de chaque espèce, que ce soient des parasites, des prédateurs ou des organismes pathogènes déclenchant des maladies. »

Il s'agit donc en résumé du fonctionnement « naturel » d'un écosystème, dont les différents composants interagissent entre eux pour tendre vers l'équilibre.

Or, de manière générale, l'influence de l'homme sur cet écosystème peut déstabiliser cet équilibre : urbanisation des milieux naturels, intensification de l'agriculture au détriment de la conservation des habitats naturels (haies, bosquets, prairies permanentes...) et des espèces (utilisation abusive de produits phytosanitaires...), introduction d'espèces invasives, fragmentation du milieu rendant difficiles les déplacements d'individus... Les équilibres biologiques sont donc parfois devenus à ce jour très fragiles.

Sur le secteur d'étude, ces équilibres sont principalement « portés » par les espaces naturels réservés restants : prairies permanentes, boisements naturels, zones humides...

Les continuités écologiques, qui participent aux équilibres biologiques d'un territoire, sont quant à elles définies à l'article L.371-1 du Code de l'Environnement de la manière suivante :

Composante verte :

- 1° Tout ou partie des espaces protégés au titre du présent livre et du titre Ier du livre IV* ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité ;
- 2° Les corridors écologiques constitués des espaces naturels ou semi-naturels ainsi que des formations végétales linéaires ou ponctuelles, permettant de relier les espaces mentionnés au 1° ;
- 3° Les surfaces mentionnées au I de l'article L. 211-14**.

* Les livres III et IV du code de l'environnement recouvrent notamment les parcs nationaux, les réserves naturelles, les parcs naturels régionaux, les sites Natura 2000, les sites inscrits et classés, les espaces couverts pas un arrêté préfectoral de conservation d'un biotope...

** Il s'agit des secteurs le long de certains cours d'eau, sections de cours d'eau et plans d'eau de plus de dix hectares, l'exploitant ou, à défaut, l'occupant ou le propriétaire de la parcelle riveraine est tenu de mettre en place et de maintenir une couverture végétale permanente (appelées communément « Bandes enherbées »)

Composante bleue :

1° Les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux figurant sur les listes établies en application de l'article L. 214-17* ;

2° Tout ou partie des zones humides dont la préservation ou la remise en bon état contribue à la réalisation des objectifs visés au IV de l'article L. 212-1**, et notamment les zones humides mentionnées à l'article L. 211-3 ***;

3° Les cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux et zones humides importantes pour la préservation de la biodiversité et non visées aux 1° ou 2° du présent III.

* Cela concerne les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux ayant de fortes fonctionnalités écologiques et désignées par le préfet de bassin sur deux listes : ceux qui sont en très bon état écologique ou identifié par les SDAGE comme réservoirs biologiques ou d'intérêt pour le maintien, l'atteinte du bon état écologique/la migration des poissons-amphihalin (liste 1), et de ceux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons (liste 2).

** Objectifs de préservation ou de remise en bon état écologique/chimique et de bonne gestion quantitative des eaux de surfaces et souterraines

***Zones dites " zones humides d'intérêt environnemental particulier " dont le maintien ou la restauration présente un intérêt pour la gestion intégrée du bassin versant, ou une valeur touristique, écologique, paysagère ou cynégétique particulière et qui sont définies par les SDAGE ou SAGE.

II.7.1. La trame Verte et Bleue

D'une manière générale, elles sont regroupées sous la notion de Trame Verte et Bleue (TVB) qui peut se définir comme une infrastructure naturelle, maillage d'espaces et milieux naturels, permettant le maintien d'une continuité écologique sur le territoire et ainsi le déplacement des individus. Ce réseau s'articule souvent autour de deux éléments majeurs (COMOP TVB) :

Réservoirs de biodiversité : « espaces dans lesquels la biodiversité, rare ou commune, menacée ou non menacée, est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, repos) et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement, en ayant notamment une taille suffisante. Ce sont des espaces pouvant abriter des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent, ou susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations. »

Corridors écologiques : « voie de déplacement empruntée par la faune et la flore, qui relie les réservoirs de biodiversité. Cette liaison fonctionnelle entre écosystèmes ou habitats d'une espèce permet sa dispersion et sa migration. On les classe généralement en trois types principaux : structures linéaires (soit des haies, chemins et bords de chemins, ripisylves...) ; structures en « pas japonais » (soit une ponctuation d'espaces relais ou d'îlots refuges, mares, bosquets...) ; matrices paysagères (soit un type de milieu paysager, artificialisé, agricole...) »

La prise en compte de ces différentes composantes permet d'évaluer les réseaux fonctionnels à l'échelle d'un territoire, qui assurent les transferts d'énergies/matières entre les éléments de l'écosystème et contribuent ainsi au maintien de son équilibre biologique.

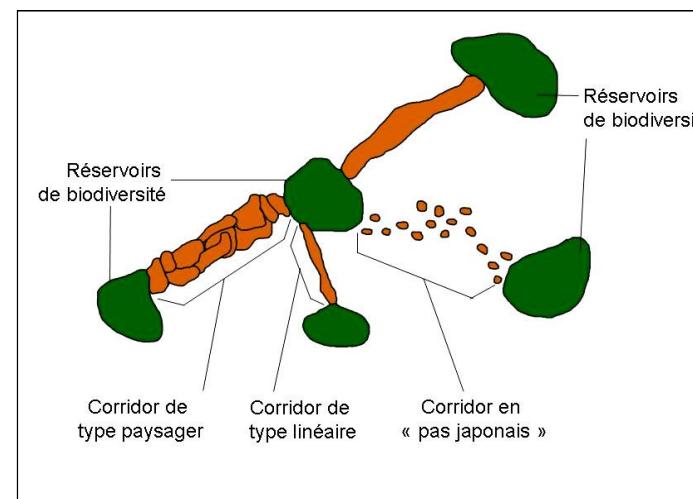


Figure 3 : Éléments de la Trame Verte et Bleue (Source : CEMAGREF, d'après Bennett 1991)

SYNTHESE

A une échelle large, le parc éolien est situé sur un corridor écologique et dans une zone de connectivité entre les milieux forte. A une échelle plus fine, le parc éolien est plutôt dans un contexte de milieu agricole ouvert favorable à un certain type d'avifaune : alouette, pipit.... Certain éléments semi-naturels favorables aux déplacements des chiroptères et de certains oiseaux sont également présents à proximité des éoliennes (haie, boisement, cours d'eau).

II.7.2. Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)

Ces notions sont reprises dans un « Schéma Régional de Cohérence Ecologique » (SRCE) puis doivent être déclinées dans les documents d'urbanisme : Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT), Plan Local d'Urbanisme (PLU).

L'État et la Région Bretagne ont engagé l'élaboration du Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE), qui a été adopté le 2 novembre 2015.

À plus petite échelle, le SRCE a défini de Grands Ensembles de Perméabilité :

« Ces « grands ensembles de perméabilité » correspondent à des territoires présentant, chacun, une homogénéité (perceptible dans une dimension régionale) au regard des possibilités de connexions entre milieux naturels, ou avec une formulation simplifiée une homogénéité de perméabilité. D'où l'appellation « grands ensembles de perméabilité » ».

Le projet est inclus dans un grand ensemble de perméabilité suivant :

👉 Ensemble de perméabilité n°19 de la forêt de Lorge à la forêt de Brocéliande.

La figure suivante ci-dessous présente le schéma régional de cohérence écologique dans l'aire d'étude éloignée. Le schéma de cohérence écologique de Bretagne dans l'aire d'étude éloignée met en avant un corridor écologique d'importance régionale. La fonctionnalité de ce corridor passe par le grand réseau de boisement et de cours d'eau permettant de relier deux grands réservoirs de biodiversité l'un au nord-ouest (forêt de la Hardouinais) et le second au sud-est (forêt de Paimpont).

La modélisation des trames écologiques pour les chiroptères créés par le GMB et mise à disposition en ligne ne met pas en évidence de corridor écologique proche des éoliennes.

En prenant une échelle plus proche des éoliennes il est possible de constater proche de l'éolienne E1 un cours d'eau et un bocage préservé. Une autre zone de milieux semi-naturels identifiable et le boisement situé entre les éoliennes E3, E4 et E5.

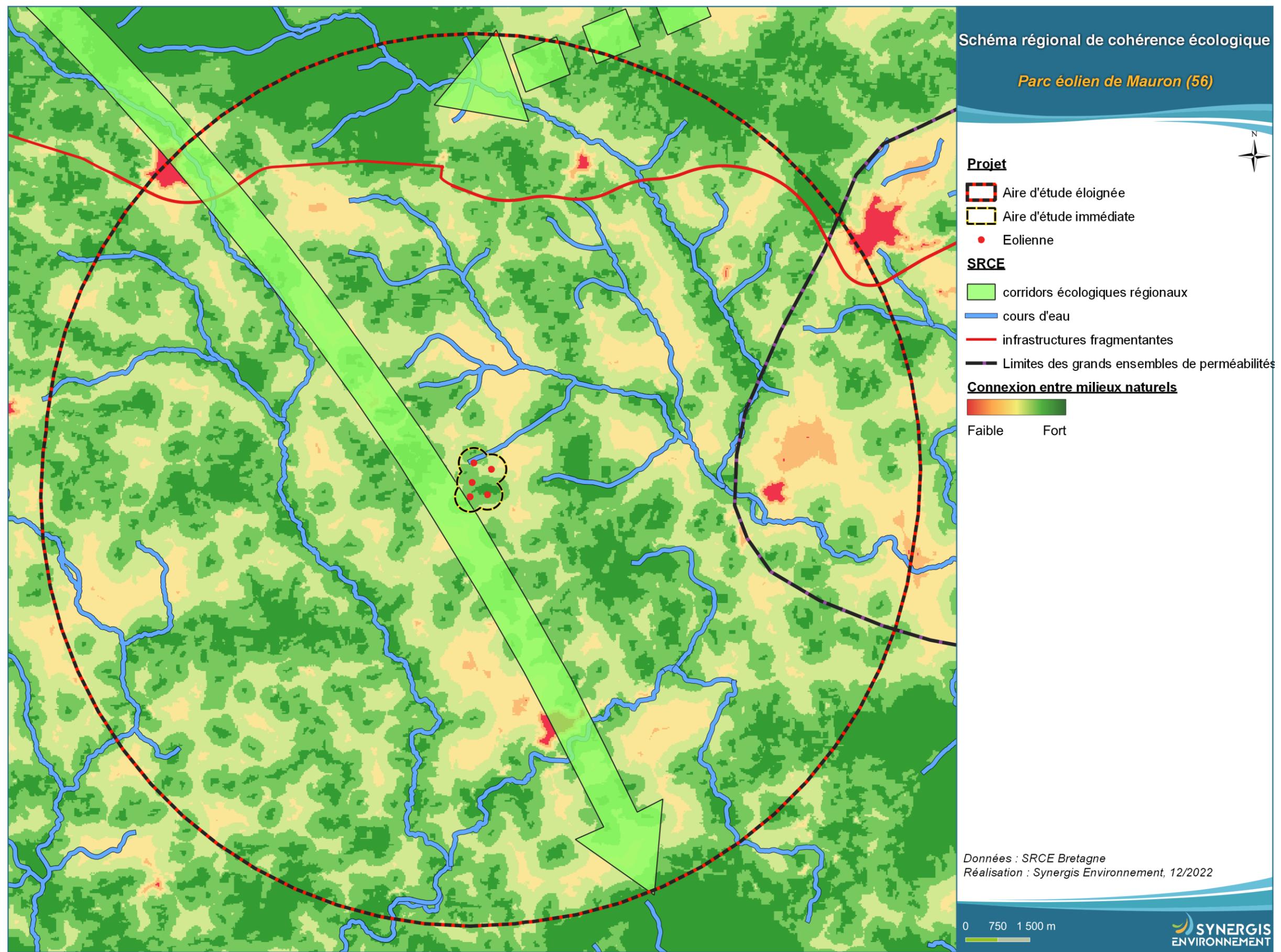


Figure : Carte du schéma régional de cohérence écologique au parc éolien de Mauron

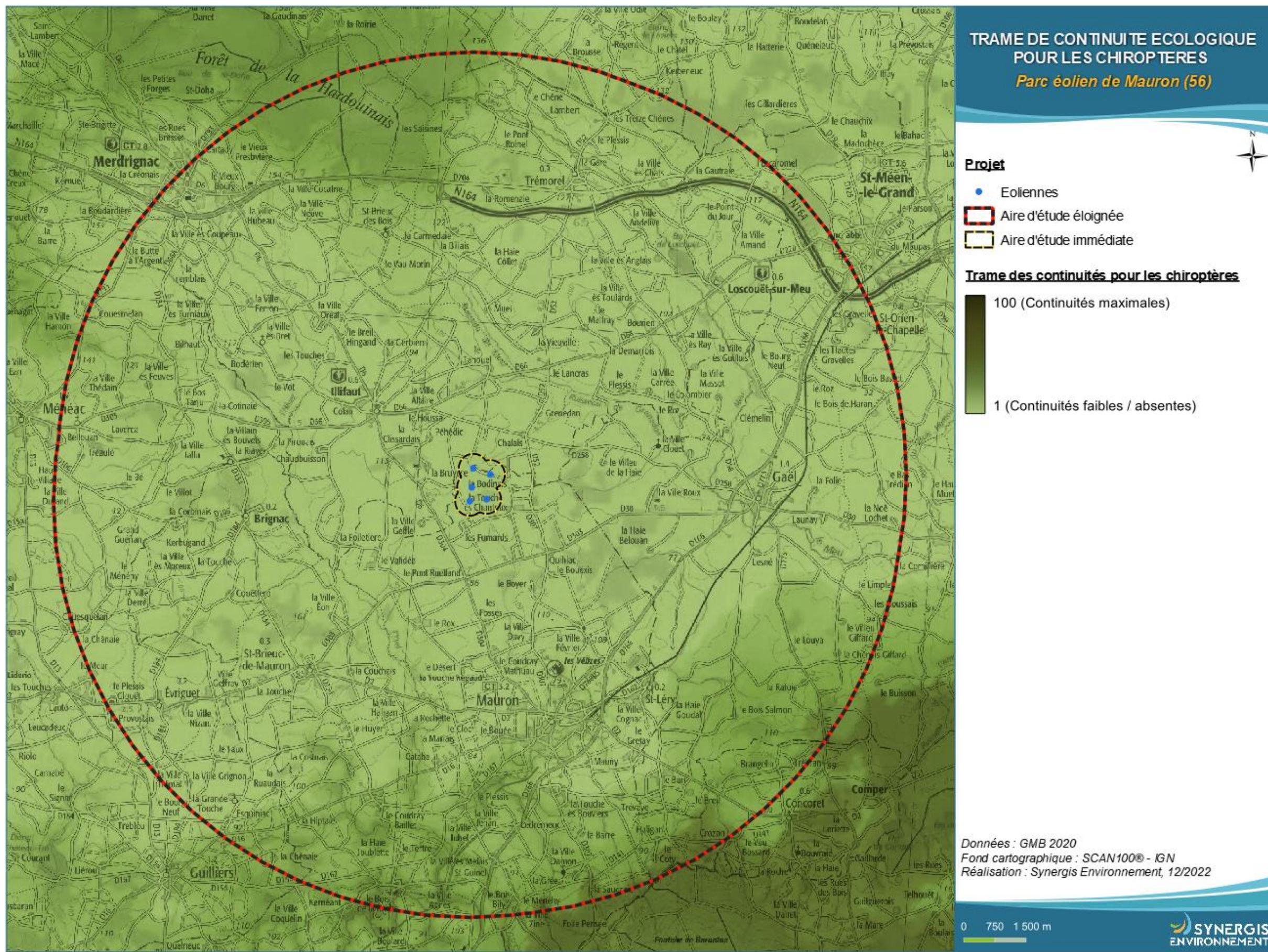


Figure 4 : Trame des continuités écologiques pour les chiroptères autour du parc éolien

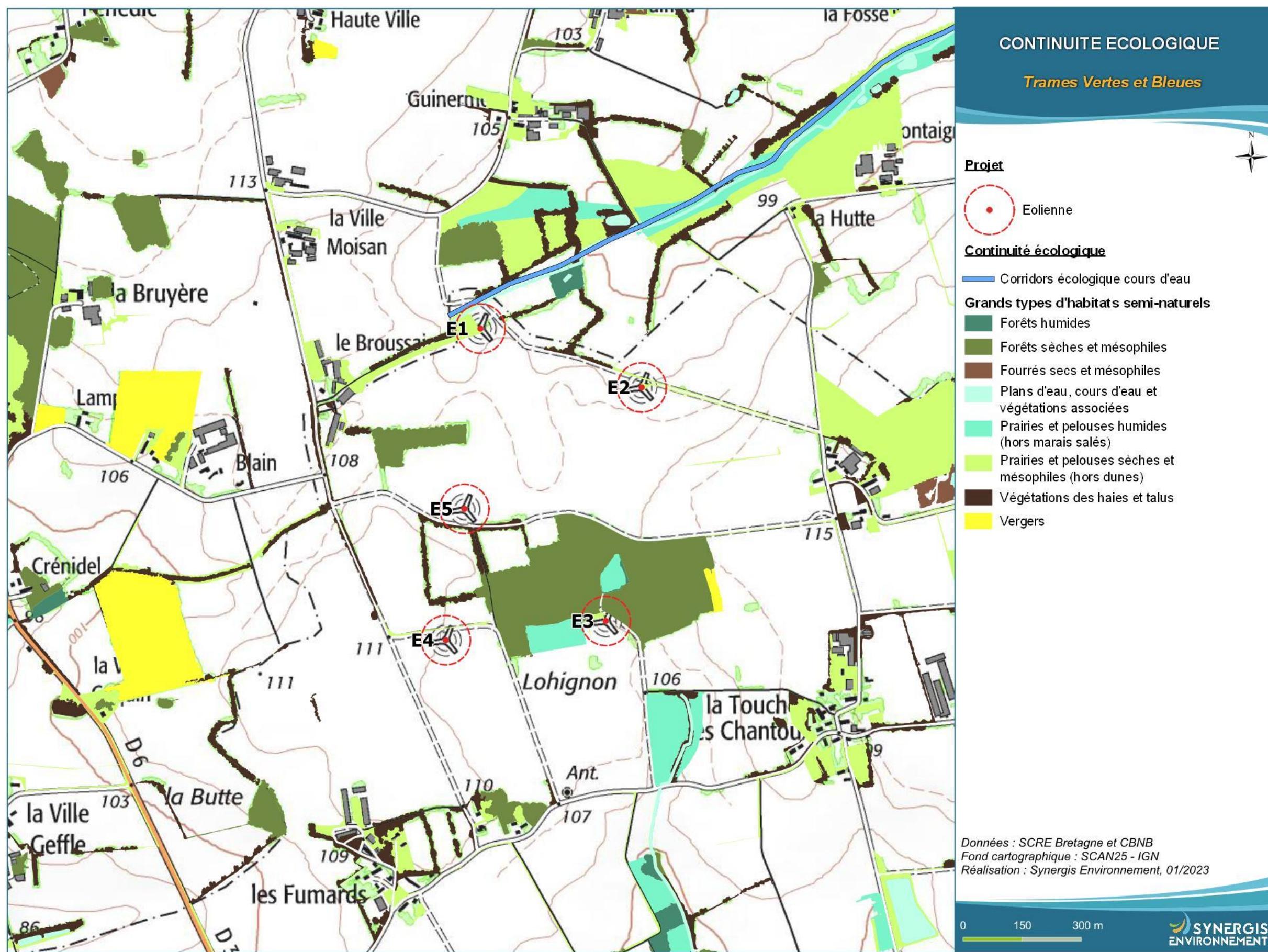


Figure 5 : Continuité écologique autour du parc éolien

III. Contexte météorologique et activité des éoliennes

Les données enregistrées au niveau du mât de l'éolienne E1 ont été transmises par EDF renouvelables à Synergis Environnement. Ces données disponibles par pas de temps de 10 min concernent les moyennes de vitesses de vents, d'activité des rotors, d'orientation du vent et de température.

Les données transmises portent sur la période du 15/03/2022 au 13/11/2022.

III.1. Vents

La répartition du vent peut se montrer inégale en fonction de chaque éolienne en fonction du moment de la nuit, ce qui peut avoir une influence sur l'activité des chiroptères.

L'étude de la direction des vents montre que peu importe le moment de la journée les vents dominants provenaient du nord au minimum 25% des vents. Ces vents sont intensifiés en début et milieu de nuit avec plus de 30% des vents qui proviennent du nord.

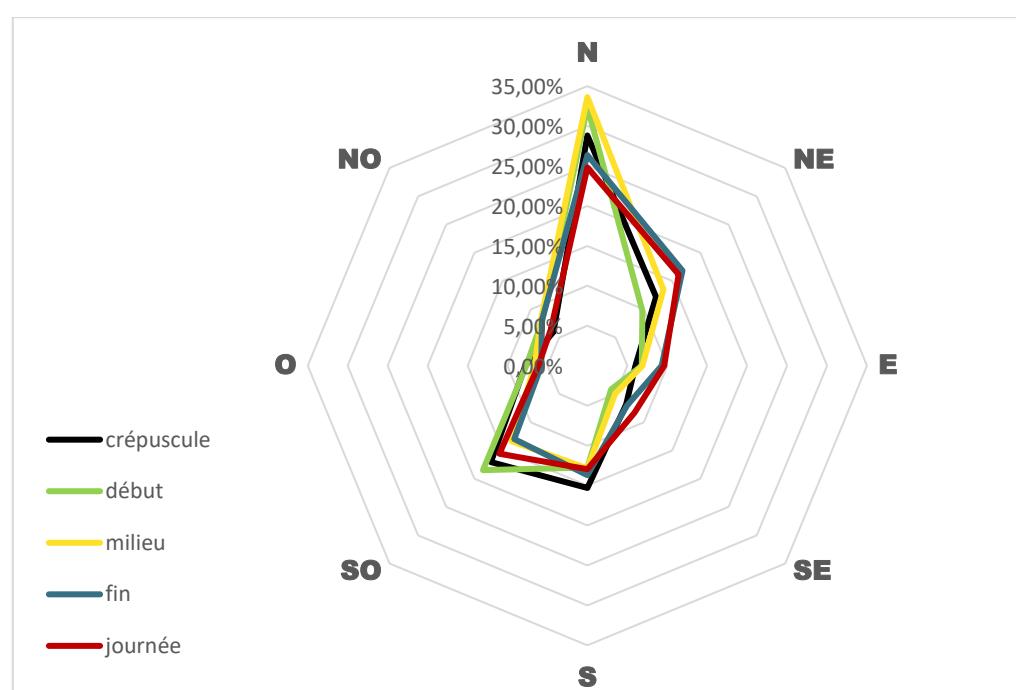


Figure 6 : Répartition du vent en fonction des différents moments de la nuit et du jour.

Sur la période de suivi, au cours de la nuit, le vent a rarement été très fort. L'activité du vent mesurée pour l'éolienne E1 est comprise entre 0 et 12 m/s avec comme classe de vent prédominant des vents entre 5 et 6 m/s.

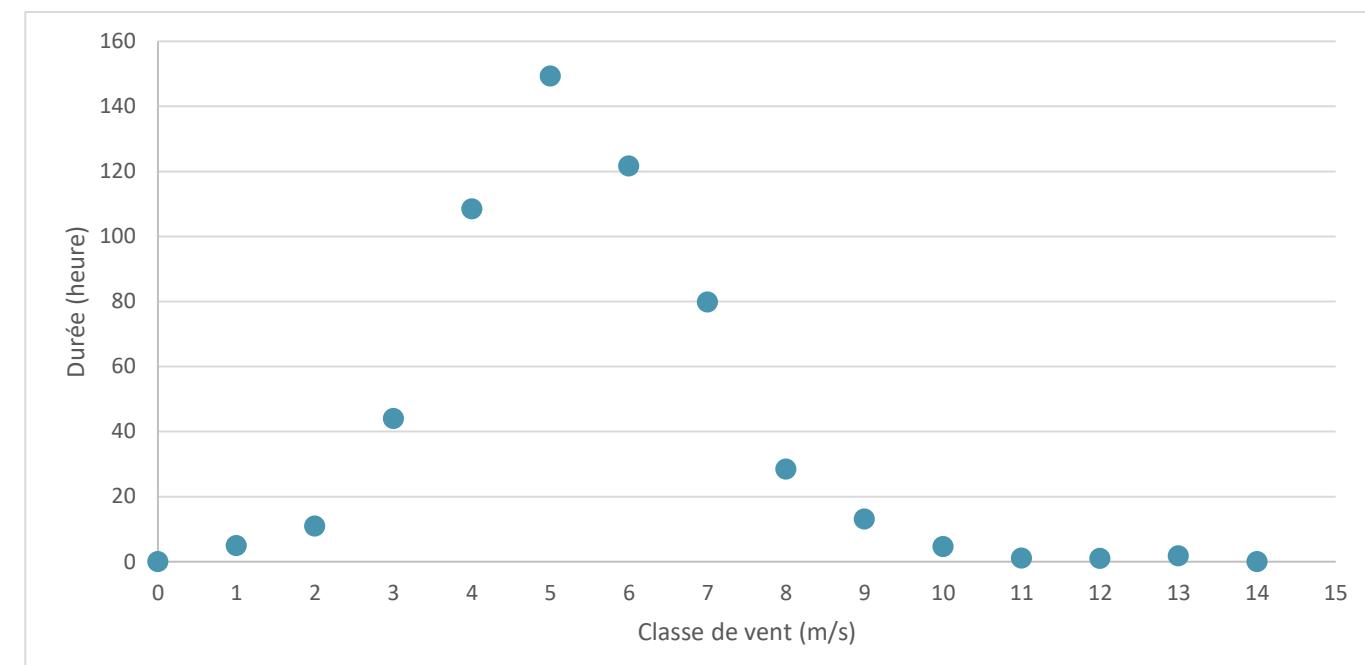


Figure 7 : Répartition du vent de 30 min avant le coucher du soleil au lever du soleil. Classe 0 : vent de 0 m/s, classe 1 : 0 ; 1 m/s], classe 2 : 1 ; 2 m/s]... Classe 13 : 12 ; 13 m/s, classe 14 : vent >14 m/s.

III.2. Activité des rotors

La majorité de l'activité du rotor de l'éolienne E1 au cours de la nuit, est essentiellement à 11 rpm (rotation par minute) et sinon est comprise entre 12 et 16 rpm. En effet, la valeur moyenne maximale de rotation mesurée est de 12 rpm. Il est observé 430 heures pour lesquelles l'activité de l'éolienne E1 est à 1 rpm. Cela correspond aux périodes où l'activité du vent n'est pas assez forte pour faire fonctionner les pales ou que l'éolienne était à l'arrêt pour des causes techniques.

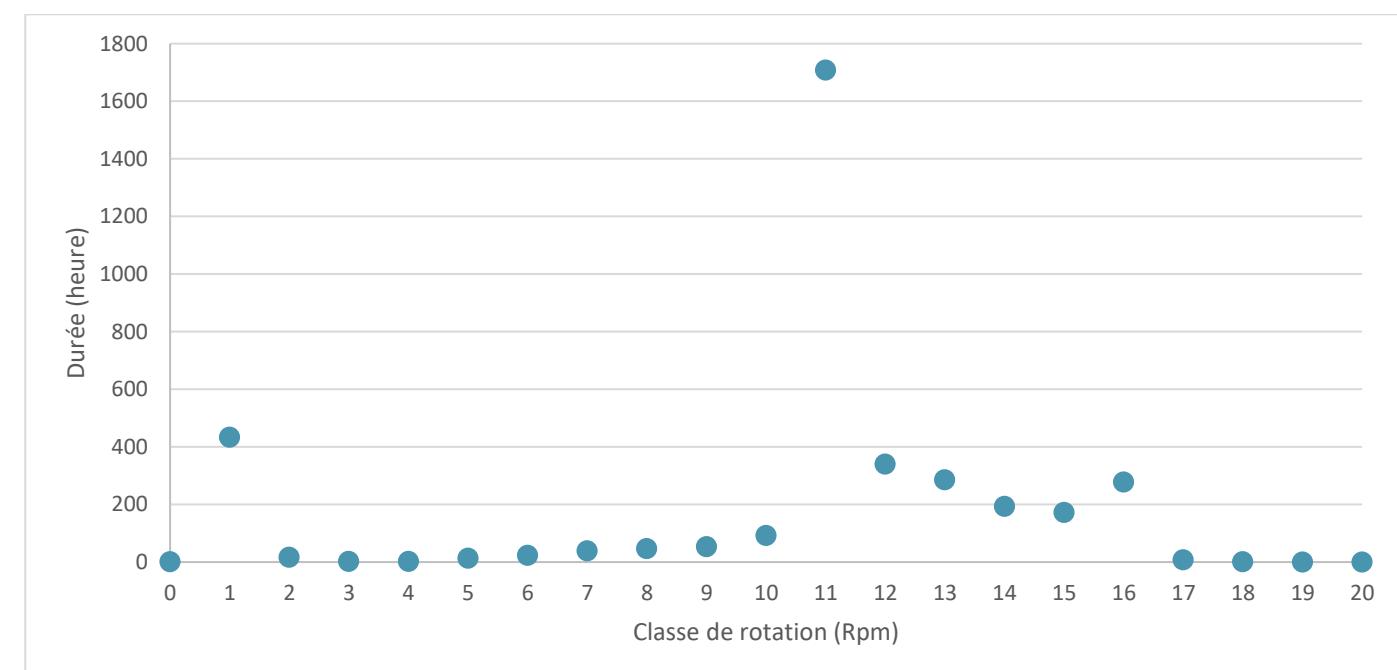


Figure 8 : Activité de l'éolienne E1 de 30 min avant le coucher du soleil au lever du soleil. Classe 0 : Rotation de 0 rpm, classe 1 : 0 ; 1 rpm], classe 2 : 1 ; 2 rpm]... Classe 19 : 18 ; 19 rpm], classe 20 : vent >20 rpm.

IV. Méthodologie des enjeux

Ce chapitre vise à présenter les différentes méthodologies mises en place pour inventorier les divers groupes taxonomiques étudiés dans le cadre du présent projet. La méthode appliquée est ainsi décrite, ainsi que les périodes d'inventaires et les conditions météorologiques observées. Elle expose ainsi les éléments qui s'avéreront par la suite nécessaires pour juger de la robustesse des résultats exposés.

Les méthodologies d'inventaire mises en place dans le cadre de ce projet ont été proposées par Synergis Environnement dans un cadre concerté et validé *in fine* par le maître d'ouvrage. Elles sont définies en accord avec les recommandations des guides et doctrines en vigueur et proportionnées aux enjeux potentiels du site.

IV.1. Espèce d'intérêt patrimonial

Il convient d'abord d'expliciter la notion de « protégé ». En France, toute la faune sauvage est protégée, sauf les espèces chassables ou celles qui, temporairement, tombent sous le coup d'un Arrêté Préfectoral permettant leur destruction. En conséquence la quasi-totalité des espèces mérite le qualificatif de « protégé ».

Pour les espèces présentant un intérêt particulier, on parlera plutôt d'espèces « remarquables » ou « patrimoniales », dont certaines sont « réglementées ». Le site de l'INPN (dépendant du Museum d'Histoire Naturelle) qui est la référence dans ce domaine emploie le terme « réglementé ».

L'intérêt patrimonial est une définition qui doit être partagée par tous, mais dont l'application est subjective, car elle doit faire la part du point de vue réglementaire (listes qui font l'objet d'une directive européenne ou d'un décret national) et écologique (listes rouges, qui sont des outils, mais n'ont pas de portée réglementaire). Les outils permettant de définir les niveaux de patrimonialité des espèces (listes rouges notamment) ne sont pas les mêmes pour chaque taxon. En effet, certains taxons ne font pas encore l'objet de listes rouges, qu'elles soient, régionales, nationales ou européennes. Par conséquent, les dires d'experts entrent également en compte dans l'évaluation des enjeux patrimoniaux.

L'intérêt patrimonial doit parfois être relativisé au regard de la situation régionale et locale. C'est l'objet de la définition des enjeux patrimoniaux, qui s'appliquent aux habitats et aux espèces.

IV.2. Evaluation des enjeux écologiques liés aux espèces

Pour les espèces, l'enjeu local de conservation est apprécié sur la base de critères réglementaires et scientifiques tels que :

- ⌚ Les paramètres d'aire de répartition, d'affinité de la répartition, et de distribution ;
- ⌚ La vulnérabilité biologique ;
- ⌚ La biologie de l'espèce (migration / nidification pour les oiseaux / reproduction pour les chiroptères, migration / hibernation) ;
- ⌚ Le statut de patrimonialité (textes réglementaires, listes rouges, espèces déterminantes de ZNIEFF...) ;
- ⌚ Les menaces ;
- ⌚ Les dires d'experts ;
- ⌚ L'état de conservation actuel et prévisible de la population locale.

Tout particulièrement pour les espèces présentant des enjeux importants, les différentes observations de terrain sont prises en compte, puisqu'elles permettent de mieux se rendre compte de l'enjeu écologique des espèces :

Les espèces inventoriées sont présentées dans le rapport avec leur enjeu de conservation local et l'enjeu écologique sur site, ce dernier est décrit à partir des enjeux de conservation et réévalué par rapport au comportement et à l'abondance de l'espèce.

De fait, cette analyse conduit à mettre en évidence des espèces qui ne sont pas réglementées. Inversement, des espèces réglementées, mais présentant un faible voire un très faible enjeu local de conservation peuvent ne pas être mises en avant.

À noter que l'enjeu local de conservation d'une espèce ne doit pas être confondu avec la sensibilité de cette espèce face à la collision. Par exemple, le grand rhinolophe est une espèce à enjeux patrimoniale très fort mais au vu de son comportement de vol (vol uniquement en basse altitude) sa sensibilité face à la collision à l'éolien est faible.

L'intérêt patrimonial doit parfois être relativisé au regard de la situation régionale et locale, puisqu'une espèce très rare au niveau mondial peut être très fréquemment rencontrée dans certaines régions. C'est l'objet de la définition des enjeux locaux de conservation pour les espèces. Pour autant, l'analyse des incidences devra tenir compte de ces dernières espèces qui sont à minima citées dans les listes si elles sont rencontrées.

IV.3. Echelle d'enjeux

Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées en France, mais les statuts de protection et de conservation varient en fonction des espèces. L'enjeu patrimonial pour une espèce est évalué à partir de différents critères :

- ⌚ Listes rouges UICN européennes, nationales et régionales (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017 ; liste rouge régionale des mammifères de Bretagne, GMB, 2015)
- ⌚ L'appartenance à un Plan Nationale d'Action (PNA)
- ⌚ Le statut de protection nationale
- ⌚ La responsabilité biologique régionale (Bretagne Environnement Gip et al., 2015)
- ⌚ L'état régional de conservation (Bretagne Environnement Gip et al., 2018)
- ⌚ L'appartenance à l'annexe I de la Directive Oiseaux ou l'appartenance à l'annexe II de la Directive Habitats

Ainsi, le cumul de ces différents critères permet d'obtenir les enjeux patrimoniaux suivants :

Tableau 9 : Echelle des enjeux patrimoniaux pour la faune

Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très Fort	Exceptionnel
-------------	--------	--------	------	-----------	--------------

À partir de cet enjeu patrimonial, un enjeu sur le site et/ou à proximité est évalué en prenant en compte également les observations réalisées au niveau de la zone étudiée (comportement, effectif ; fonctionnalité des milieux...). Par exemple, une espèce locale d'enjeu fort qui a été observée en transit une seule fois sur le site et qui ne se reproduit pas sur ce dernier, pourra se voir attribuer un enjeu modéré voire faible.

Cependant, dans certains cas, l'enjeu pourra être monté d'un ou plusieurs niveaux si cela se justifie.

IV.4. Cadrage des suivis de mortalité

Les cadres méthodologiques du suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune mis en place par Synergis Environnement sont présentés et replacés dans le cadre réglementaire s'appuyant sur le document-cadre dernièrement validé par le ministère de la transition écologique et solidaire (2018).

IV.4.1. Contexte réglementaire

Dans le cadre du suivi environnemental et conformément à la réglementation des ICPE (Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, article 12), la SAS EGM Wind représentée par EDF renouvelables a sollicité Synergis Environnement pour réaliser un suivi environnemental permettant d'estimer l'impact de ce parc sur la mortalité de l'avifaune et des chiroptères.

IV.4.2. Fréquence de suivi

Le suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères est mené sur les 5 éoliennes du parc éolien de Mauron. Il a débuté le 8 avril 2022 et s'étend jusqu'au 28 octobre 2022, à raison d'un passage par semaine sur la période comprise entre les semaines 13 et 32, puis de deux passages par semaine sur la période comprise entre les semaines 33 et 43. Au total, 40 sorties doivent être effectuées. Les dates d'interventions sont rappelées ci-dessous.

Tableau 10 : Dates des passages du suivi de mortalité

Date	Observateur	Date	Observateur
2022-04-08	MATHILDE MIGAULT	2022-08-23	PIERRE BERTHOULOUX
2022-04-13	MATHILDE MIGAULT	2022-08-26	PIERRE BERTHOULOUX
2022-04-20	MATHILDE MIGAULT	2022-08-30	PIERRE BERTHOULOUX
2022-04-27	MATHILDE MIGAULT	2022-09-02	PIERRE BERTHOULOUX
2022-05-04	MATHILDE MIGAULT	2022-09-06	PIERRE BERTHOULOUX
2022-05-11	MATHILDE MIGAULT	2022-09-09	PIERRE BERTHOULOUX
2022-05-16	MATHILDE MIGAULT	2022-09-13	PIERRE BERTHOULOUX
2022-05-23	MATHILDE MIGAULT	2022-09-16	PIERRE BERTHOULOUX
2022-05-30	MATHILDE MIGAULT	2022-09-20	PIERRE BERTHOULOUX
2022-06-06	MATHILDE MIGAULT	2022-09-23	PIERRE BERTHOULOUX
2022-06-13	MATHILDE MIGAULT	2022-09-27	PIERRE BERTHOULOUX
2022-06-20	MATHILDE MIGAULT	2022-09-30	PIERRE BERTHOULOUX
2022-06-27	MATHILDE MIGAULT	2022-10-04	PIERRE BERTHOULOUX
2022-07-04	MATHILDE MIGAULT	2022-10-07	PIERRE BERTHOULOUX
2022-07-11	MATHILDE MIGAULT	2022-10-11	PIERRE BERTHOULOUX
2022-07-18	MATHILDE MIGAULT	2022-10-14	PIERRE BERTHOULOUX
2022-07-25	MATHILDE MIGAULT	2022-10-18	PIERRE BERTHOULOUX
2022-08-01	MATHILDE MIGAULT ET MARIE LE CORRE	2022-10-21	PIERRE BERTHOULOUX
2022-08-08	MARIE LE CORRE	2022-10-25	PIERRE BERTHOULOUX
2022-08-17	PIERRE BERTHOULOUX	2022-10-28	PIERRE BERTHOULOUX
2022-08-19 *	PIERRE BERTHOULOUX		

* : Passages non effectués (Orages)

IV.4.3. Protocoles mis en œuvre

IV.4.3.1. Protocole de terrain

Conformément au protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres dans sa révision de 2018 (MTES, 2018), le suivi des 5 aérogénérateurs s'effectue sur un carré de 100 m de côté centré sur chaque éolienne (soit une surface de 1 ha, jugée suffisante pour obtenir une estimation précise de la mortalité induite par les éoliennes d'un diamètre de rotor ici de 90m).

Chaque surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection) espacés de 5 à 10 m, de manière à couvrir la totalité de celle-ci. Le temps de prospection attendu se situe entre 30 et 45 minutes, selon la hauteur de la végétation. Les probabilités de détection diminuant drastiquement lorsque le couvert végétal est trop important, seules les parcelles dont la végétation est inférieure à 30 cm de haut sont prospectées.

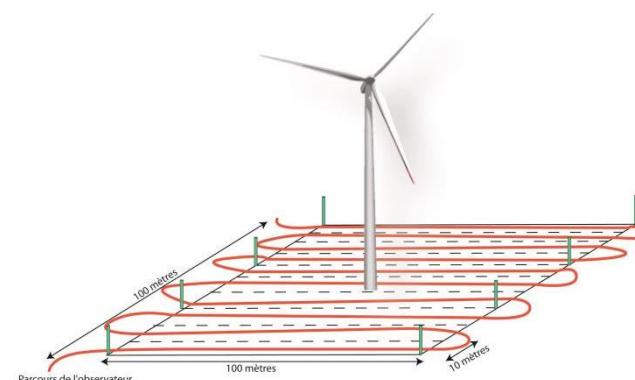


Figure 9 : Schéma de principe des recherches de terrain (Source : LPO, 2004)

Pour chaque journée de suivi et pour chaque aérogénérateur, une base de données est remplie, y compris en l'absence de cadavre. Elle contient, entre autres : la date, le nom du chargé d'étude et, le cas échéant, le nom de l'espèce localisée, son statut de conservation, les coordonnées du cadavre, une estimation de son âge et de son état, ainsi que des photos *in situ*.

IV.4.3.2. Prise en compte des biais

Cependant, trois facteurs sont susceptibles de mener à une sous-estimation de la mortalité (Dulac, 2008) :

- ⌚ La disparition des cadavres entre le moment où l'individu est percuté et celui où il est découvert : prédateur par des charognards, dégradation par des insectes nécrophages ou par de fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours.
- ⌚ La difficulté à repérer les oiseaux et les chiroptères, en particulier lorsque ceux-ci sont de petite taille et/ou que la végétation est particulièrement haute.
- ⌚ La réduction ponctuelle de la surface prospectée en fonction de la hauteur de la végétation.

On peut aussi évoquer la mortalité différée (animal blessé se déplaçant largement hors de l'aire de recherche avant de décéder), qui n'est pas considérée dans le présent rapport.

La prise en compte de ces 3 facteurs implique différentes adaptations sur le terrain.

Dans la mesure où la prédateur se produit essentiellement au cours du jour (en début et fin de journée pour les prédateurs nocturnes ou crépusculaires ; de l'aurore à la tombée de la nuit pour les prédateurs diurnes), la prospection doit se faire le plus tôt possible.

Néanmoins, la détectabilité diminuant lorsque la luminosité est faible, il n'est pas possible de prospection aux aurores. Dès lors, la prospection doit commencer, au plus tôt, à partir du lever du soleil.

En cas de travaux agricoles sur une partie de la surface, de présence de biocides ou d'évolution défavorable du couvert végétal, la surface prospectée sera réduite provisoirement. Un état des lieux de l'occupation des sols au pied des éoliennes doit être conduit en conséquence.

En outre, plusieurs coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain, de manière à compléter la prise en compte des facteurs précédemment cités et limiter les biais potentiels.

IV.4.3.2.1. Mortalité détectée et attribuable à l'éolienne

Afin d'estimer la mortalité imputable au fonctionnement du parc éolien uniquement, les éventuels cadavres liés à d'autres causes (Nb) ne sont pas pris en compte.

N_a : Nombre de cadavres découverts

N_b : Nombre de cadavres découverts dont la mort n'est pas liée aux éoliennes

C : Nombre de cadavres comptabilisés = **N_a** - **N_b**

IV.4.3.2.2. Coefficient de détectabilité (d)

Un coefficient de détectabilité compris entre 0 (aucun cadavre détecté) et 1 (100% des cadavres détectés) est calculé pour chaque observateur et pour chaque type de surface. Il correspond à l'efficacité de l'observateur pour retrouver des cadavres sur une surface donnée.

Ce coefficient est déterminé à partir de tests menés en parallèle du suivi de mortalité et réalisés pour chaque intervenant dans des conditions réelles (i.e. naïves). Pour chaque test, des leurre sont disposés par un préparateur selon une disposition tirée au sort sous SIG (disposition aléatoire). L'intervenant suit ensuite le parcours selon les modalités habituelles, avec un contrôle strict du timing, de manière à limiter l'intensification de la recherche au-delà de la pratique normale. Différents coefficients de détectabilité lui sont alors attribués par type de surface.

Tableau 11 : Exemple de coefficients de détectabilité

Intervenant	Surface plane	Végétation basse	Végétation haute
Intervenant 1	0,85	0,4	0,2
Intervenant 2	0,84	0,28	0,14

Dans les faits, deux aspects sont susceptibles d'en limiter la portée :

- ⌚ L'aspect inattendu du test est rapidement dissipé : dès que l'intervenant trouve un leurre, il comprend qu'un test est en cours. Seule la recherche jusqu'à la découverte du premier leurre n'est pas biaisée. Le biais n'est ainsi que partiellement compensé. Seule l'utilisation de véritables cadavres permettrait de leurrer l'intervenant, à condition d'utiliser de faibles quantités de leurres.

Le développement de la végétation au fil des semaines est particulièrement rapide au début de la saison de suivi. Le contexte local qui sert de référence pour le suivi n'est donc pas nécessairement pertinent au-delà d'une courte période (2 ou 3 semaines maximum en début de saison).

De plus, en fonction de l'équipe de suivi, le nombre d'intervenants à tester peut-être important (intervenants réguliers et remplaçants potentiels). Du fait de la distance, l'organisation devient complexe et les contraintes techniques et financières peuvent amener à ne pas se conformer strictement au protocole, *a fortiori* lorsque plusieurs parcs sont suivis en même temps.

En outre, des tests de détection ont été réalisés pour Mathilde MIGAULT (2019-2021-2022), Marie LE CORRE (2022) et Pierre BERTHOULOUX (2022), les trois chargés d'études intervenant lors du suivi de mortalité sur ce parc. Les dates de ces tests sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 12 : Dates des tests de détection

Date	Observateur
2019-07-05 / 2021-09-09 / 2022-06-21	Mathilde Migault
2022-10-27	Pierre Berthouloux / Marie Le Corre

IV.4.3.2.3. Coefficient de persistance (\bar{t})

Le coefficient de persistance correspond à la durée moyenne de persistance d'un cadavre, autrement dit, au temps qui s'écoule avant que ce dernier ne disparaisse du fait des prédateurs, des précipitations ou des labours. Il permet d'estimer le nombre d'oiseaux dont le cadavre disparaît avant d'être détecté par l'observateur.

Pour le déterminer, des tests de persistance sont organisés, dans lesquels 30 cadavres de poussins sont disséminés aléatoirement au pied de 6 éoliennes puis dénombrés à J+1, J+3, J+7, J+11 et J+14 si nécessaire.

La durée moyenne de persistance des cadavres est calculée ainsi : $\bar{t} = \frac{\sum \text{Persistance par cadavre}}{\text{Nbre cadavres}}$

Deux tests sont menés sur la période de suivi (de manière à tenir compte de l'évolution du couvert végétal). Les dates auxquelles le premier test a été réalisé sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13: Dates des tests de persistance

Test Persistance	Date de pose	Observateur
Test 1:	2022-05-10	MATHILDE MIGAULT
Test 2:	2022-09-20	PIERRE BERTHOULOUX

IV.4.3.2.4. Coefficient et pondération de surface

La détectabilité variant considérablement d'un type de surface à l'autre, cinq types de surface sont définis puis traités de façon différenciée dans les processus de suivi, de test et d'analyse :

- Surfaces planes (voies, plateformes, champs labourés/nivelés)
- Végétation basse (inférieure à 15 cm, sol nu très irrégulier)
- Végétation moyenne (comprise entre 15 et 30 cm de haut)

- Végétation haute (plus de 30 cm, mais pouvant être parcourue)
- Inaccessible (fourré dense, zone clôturée, etc.)

Seuls les trois premiers types de surface sont prospectés et pris en compte dans le suivi, le quatrième pouvant néanmoins révéler des espèces de grande taille. La hauteur du couvert végétal variant au cours de l'année, chaque quadrat prospecté est divisé en plusieurs polygones correspondants à différents types de surface.

En théorie la surface prospectée est de 1 ha (100m*100m) pour un carré et de 0,78 ha pour un cercle. Dans la pratique, des éléments comme une végétation trop haute, un traitement par biocide, ou autre, peuvent empêcher l'observateur d'accéder à certaines parcelles. La réduction provisoire de la surface prospectée qui en résulte doit nécessairement être prise en compte.

Afin d'intégrer les surfaces non-prospectées dans les analyses statistiques, un coefficient A est calculé en divisant la surface réellement prospectée (Sp) par la surface théorique de prospection (Sap). À cet effet, un état des lieux de l'occupation du sol au pied des éoliennes doit être effectué à chaque prospection et la pondération actualisée pour chaque éolienne.

Tableau 14 : Exemple de notation des types de couverts par éolienne

Eolienne A	Surface plane	Végétation basse	Végétation moyenne	Non prospectable
Semaine 1	0,6 ha	0,4 ha	0 ha	0 ha
Semaine 2	0,5 ha	0,3 ha	0,2 ha	0 ha
Semaine 3	0,5 ha	0,2 ha	0,1 ha	0,2 ha

IV.4.3.2.5. Taux de détection composite

Un taux de détection spécifique est attribué à chaque intervenant et à chaque type de surface. De cette manière, on constitue des taux de détection composites journaliers dont la moyenne sur la durée du suivi sera prise en compte, ainsi que la surface prospectée, pour chaque éolienne et sur l'ensemble du parc.

$$A = \frac{\sum_{i=0}^n \left(\frac{S_p + S_b + S_m}{S_{ap}} \right)}{n}$$

$$d = \frac{\sum_{i=0}^n (d_p \times S_p + d_b \times S_b + d_m \times S_m)}{n}$$

A : Coefficient correcteur de surface

S_p : Surface prospectée journalière en surface plane

S_b : Surface prospectée journalière en végétation basse

S_m : Surface prospectée journalière en végétation moyenne

S_{ap} : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100m*100m)

d : Coefficient composite de détectabilité des observateurs

d_p : Coefficient de détectabilité de l'observateur en surface plane

d_b : Coefficient de détectabilité de l'observateur en végétation basse

d_m : Coefficient de détectabilité de l'observateur en végétation moyenne

Tableau 15 : Exemple de calculs de A et d

Eolienne A	Intervenant	Surface plane			Végétation basse			Non prospectable	Déetectabilité moyenné	Correction de surface prospectée
		S_p	d_p	$S_p \cdot d_p$	S_b	d_b	$S_b \cdot d_b$		d	A
Semaine 1	Intervenant 1	0,6	0,85	0,51	0,4	0,4	0,16	0 ha	0,67	1
Semaine 2	Intervenant 2	0,5	0,84	0,42	0,3	0,28	0,084	0,2 ha	0,504	0,8
Semaine 3	Intervenant 1	0,5	0,85	0,425	0,3	0,4	0,12	0,2 ha	0,545	0,8
Bilan		0,53	0,847	0,45	0,33	0,36	0,12	0,13 ha	0,573	0,87

IV.4.3.3. Formules d'ajustement

Les estimations de mortalité sont réalisées à l'aide de trois formules recommandées par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation : les formules d'Erickson, de Jones et de Huso. Leur utilisation conjointe permet de quantifier l'incertitude impliquée par les processus d'échantillonnage utilisés et de limiter au mieux les éventuels biais.

IV.4.3.3.1. Formule de Winkelmann

C'est Winkelmann (1992) qui, le premier, a mis au point une formule permettant d'intégrer les coefficients correcteurs de déetectabilité, de persistance et, dans un second temps, de surface. Bien qu'elle ne soit plus utilisée, cette formule a constitué une base de travail solide pour Erickson, Jones et Huso.

$$N = \left(\frac{C}{p \times d} \right) \times A$$

N = Nombre estimé d'oiseaux ou chauves-souris tués par les éoliennes

C = Nombre de cadavres comptabilisés (dont la mort est liée aux éoliennes)

d = Taux de détection (efficacité de l'observateur)

p = Taux de persistance (disparition des cadavres) durant l'intervalle de suivi

A = Coefficient correcteur de surface (Surface prospectée / Surface de prospection théorique)

IV.4.3.3.2. Formule d'Erickson

La formule d'Erickson (2004) reprend celle de Winkelmann en remplaçant le taux de persistance des cadavres par la durée moyenne de persistance. Cette méthode d'ajustement présente comme avantage de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi est nul (par exemple sur un intervalle de suivi particulièrement long).

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

I = Nombre de jours entre chaque passage

t = Durée moyenne de persistance des cadavres

IV.4.3.3.3. Formule de Jones

La formule de Jones (2009) constitue une alternative à la formule d'Erickson, dont elle précise encore certains paramètres comme la persistance des cadavres. En outre, elle suppose que le taux de mortalité est constant sur l'intervalle de suivi, que la durée de persistance d'un cadavre suit une loi exponentielle négative et que la probabilité de disparition moyenne d'un cadavre est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle.

Jones et al. intègrent la notion d'intervalle effectif : ils considèrent que plus l'intervalle est long, plus la persistance des cadavres tend à s'approcher de 0. Ainsi, un cadavre retrouvé à la fin d'un intervalle de suivi long n'est probablement pas mort au début de l'intervalle, mais plus vraisemblablement dans un intervalle effectif \hat{I} qui correspond à la période pendant laquelle le taux de persistance est supérieur à 1%. La valeur de cet intervalle vaut donc : $-\log(0,01) \times t$

Dans les calculs, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} , sans que soient donnés davantage de détails dans la version 2009 de la formule.

Jones et al. intègrent également la notion de coefficient correcteur de l'intervalle, soit $\hat{e} = \frac{\text{Min}(I, \hat{I})}{I}$

$$N = \frac{C}{d \times \exp^{-0,5 \times I/t} \times \hat{e}} \times A \text{ avec } p = \exp^{-0,5 \times \frac{I}{\hat{I}}}$$

IV.4.3.3.4. Formule de Huso

La formule de Huso (2010) reprend la formule de Jones (mortalité constante au cours du temps) mais 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. De fait, elle propose un coefficient plus élevé :

$$N = C / \left(d \times \frac{t \times (1 - \exp^{-\frac{I}{\hat{I}}})}{I} \times \hat{e} \right) \times A \text{ avec } p = t \times (1 - \exp^{-\frac{I}{\hat{I}}}) / I$$

IV.4.3.4. Test de persistance

Pour déterminer ce coefficient, 20 cadavres, dont 10 de poussins et 10 de souris, sont disséminés et répartis au pied des éoliennes du site. Les cadavres sont dénombrés le lendemain et lors d'une série de contrôles, courant jusqu'à disparition des cadavres ou à concurrence de 14 jours. Si un cadavre d'oiseau ou de chauve-souris est découvert le jour de la pose des cadavres et qu'il est déterminé comme mort dans la journée il est alors ajouté au test de persistance.

La durée moyenne de persistance des cadavres est calculée ainsi :

$$\bar{t} = \frac{\sum \text{Persistance par cadavre}}{\text{Nbre cadavres}}$$

IV.4.3.5. Test de détection

Chaque intervenant du suivi de mortalité participe à des tests de détection. Ces derniers permettent de définir le coefficient de détectabilité pour chaque intervenant. Deux tests doivent être réalisés à des périodes différentes pour chaque intervenant, au pied d'une éolienne de chaque parc. La réalisation de ces tests à deux saisons différentes permet de varier les types de couverts végétaux. Il faut utiliser 15 à 20 leurres et effectuer la prospection en respectant le protocole établi, tout en ayant un contrôle strict du timing en fonction de la surface (pour limiter l'intensification de la recherche au-delà de la pratique régulière).

Normalement, les intervenants ignorent qu'ils sont en test. Dans les faits, dès qu'un intervenant observe un leurre, il intègre qu'un test est en cours. Le biais n'est ainsi que partiellement compensé. Seule l'utilisation de véritables cadavres permettrait de leurrer l'intervenant, à condition de tester avec de faibles quantités. De plus, les contraintes pratiques (transport, préparation) font qu'il est compliqué de mettre en place ce type de test.

La totalité des passages sur les différents sites éoliens a été effectuée par un seul opérateur. De ce fait, seul cet intervenant a été testé sur sa capacité à détecter les cadavres.

Pour chaque test, un préparateur dépose (par jet en l'air) 20 leurres sous une éolienne définie (l'objectif étant de disposer d'un lot de données suffisantes), de manière aléatoire. Des cadavres de poussins ont été réutilisés, dont une certaine partie a été réutilisée ensuite pour les tests de persistance.

IV.4.3.6. Calcul de la mortalité réelle

Afin d'estimer le plus précisément possible la mortalité induite par les éoliennes, les données recueillies lors du suivi de mortalité et les résultats obtenus à l'issue des tests de persistance et de détection sont renseignés dans l'application « EolApp », mise à disposition par le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/Eolapp/>

Le renseignement des variables par l'utilisateur peut se faire via un fichier de données brutes ou bien directement sur le site du CEFE. L'utilisateur indique le nombre de cas de mortalité par passage dans un premier fichier et la durée de persistance par carcasse (lors du test) dans un second fichier. Il renseigne également l'intervalle entre chaque passage, le nombre de leurres posés et le nombre de leurres retrouvés pour la détection, ainsi que le pourcentage de surface prospectée.

Les données de terrain sont ensuite utilisées par l'application pour calculer des probabilités et simuler des cas théoriques par tirage aléatoire. Ces simulations permettent aux estimateurs de prendre en compte la multiplicité et la variabilité potentielle des situations initiales. A titre d'illustration, dix cadavres retrouvés peuvent correspondre à dix cas effectifs de mortalité comme à cent.

Pour chaque formule d'ajustement (Erickson, Jones, Huso), l'application calcule la valeur médiane des simulations ainsi que les intervalles de confiance (IC) à 95% (borné par IC 2,5 et IC 97,5) et à 80% (borné par IC 10 et IC 90).

La médiane correspond au cas théorique le moins extrême (autant de cas avec une mortalité moindre que de cas avec une mortalité supérieure), tandis que l'intervalle de confiance à 95% correspond aux cas les plus extrêmes (i.e. ayant une probabilité infime de correspondre à la situation réelle). Le plus souvent, la situation se trouve dans l'intervalle de confiance à 80%.

De fait, pour établir l'intervalle du nombre réel de cadavres, l'application utilise l'indice de confiance à 10% le plus bas et l'indice de confiance à 90% le plus haut (plus cet intervalle est important, moins les résultats sont certains). Enfin, pour estimer la mortalité réelle par éolienne et à l'échelle du parc, l'application calcule la moyenne des médianes de chaque formule.

En outre, les estimateurs utilisant des séries aléatoires de mortalités théoriques, une estimation répétée pourra conduire à des résultats légèrement différents. Aussi, les estimateurs ne calquant pas les bornes inférieures des intervalles sur le nombre de cas réellement enregistrés, il est possible que le calcul indique une borne inférieure au nombre de cas. Quand il est fait état de l'intervalle, ce sont donc les limites calculées qui sont indiquées. En revanche, quand est évoqué le chiffre réel, la borne inférieure est ajustée au nombre de cas réellement enregistrés.

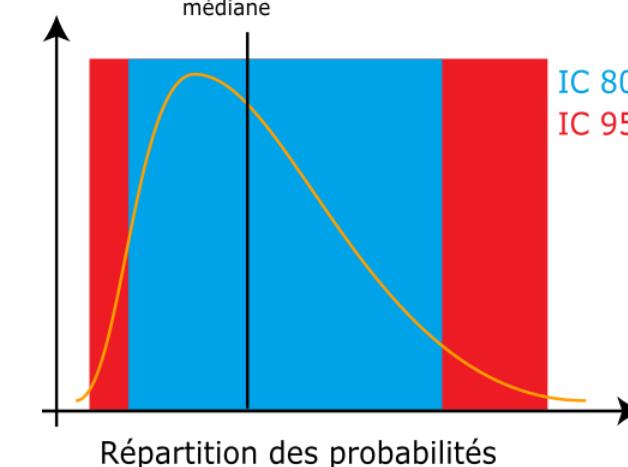


Figure 10 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

IV.4.3.7. Utilisation des taux de détection composites

L'utilisation du programme du CEFE nécessite de fournir des chiffres de détection (issus des tests de terrain) en moyennant les différents observateurs. La prise en compte des différents couverts végétaux ne permettant pas d'utiliser directement le programme, on recrée des chiffres utilisables à partir des taux composites.

Le nombre de leurres utilisés lors des tests de détection est pris en référence. Combiné avec le coefficient de détectabilité composite par prospection, le nombre de leurres théoriquement détecté dans chaque cas est ensuite calculé. Cela permet de fournir un chiffre au programme de calcul (nombre trouvé en détection).

Détection théorique = nombre de leurres utilisés pour les tests x d.

IV.5. Suivi en nacelle des chiroptères

IV.5.1. Utilisation des données météorologiques

Les données de vitesse de vent et de température sont fournies par l'exploitant à l'issue du suivi. Elles sont présentées par pas de temps de 10 minutes et sont croisées avec le nombre de contacts de chiroptères détectés par jour et par mois.

IV.5.2. Matériel utilisé

Selon la révision 2018 du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (MEDDE, 2018), les dispositifs automatisés de suivi d'activité en nacelle doivent pouvoir enregistrer sur l'ensemble de la nuit, sur l'intégralité de la saison. Ils doivent également capter la totalité des signaux acoustiques des chauves-souris.

Le dispositif utilisé pour l'écoute prolongée des chauves-souris en nacelle est composé de :

- ⌚ Un Batlogger WE-X1
- ⌚ Un microphone MC32W
- ⌚ Une alimentation secteur fournie par l'éolienne



Figure 11: Batlogger WE X1 avec micro MC32W

Le module Batlogger WE X1 a été placé dans la nacelle de l'éolienne E5 située à proximité d'une haie bocagère a priori favorable à l'activité des chiroptères. Concernant le micro, celui-ci est placé sous la nacelle, à l'arrière de l'éolienne et orienté vers le bas, par l'intermédiaire d'un trou percé dans le sol de la nacelle. Dans notre cas, le module a enregistré l'activité des chiroptères du 01/04/2022 au 31/10/2022.

Le boîtier enregistre de manière autonome sur une carte SD les séquences des chiroptères et une carte SIM peut être insérée dans le Batlogger qui permet ainsi à celui-ci d'envoyer après chaque nuit un SMS de statut de l'appareil. Il est également possible de changer les paramétrages du boîtier en cours de saison via l'envoi de SMS avec ce dernier.

Une fois l'enregistreur paramétré et installé dans la nacelle, celui-ci est autonome. En effet, en journée, le Batlogger est alimenté par la prise secteur et recharge en même temps la batterie sur laquelle il est également branché. Lorsqu'il est en « dormance », il est possible d'accéder aux données qu'il a enregistrées. Il se déclenche lui-même aux horaires programmés pour enregistrer. À ce moment-là, il se coupe de l'alimentation secteur pour basculer sur la batterie. Il n'est également plus possible d'accéder aux données qu'il a acquises. Il rebascule sur l'alimentation secteur à sa mise en « dormance » et envoie un SMS à ce moment.

IV.5.3. Analyse des enregistrements

Les chauves-souris européennes utilisent le principe du sonar, appelé écholocalisation, pour se déplacer et pour chasser. Elles émettent ainsi des ultrasons qui leur permettent de se déplacer dans la nuit. En effet, les ultrasons (non audible pour l'oreille humaine) rebondissent sur les obstacles ou les proies et leurs échos sont captés par les chauves-souris au niveau des oreilles. C'est cet écho qui va leur permettre d'évaluer la distance et la forme des objets détectés (BARATAUD, 2015). En plus de ces ultrasons, les chiroptères peuvent également émettre des « cris sociaux » qui sont des cris de communication et qui sont audibles par l'homme. Les ultrasons sont émis soit avec le nez dans le cas des rhinolophes, soit avec la bouche dans le cas des vespertiliens.

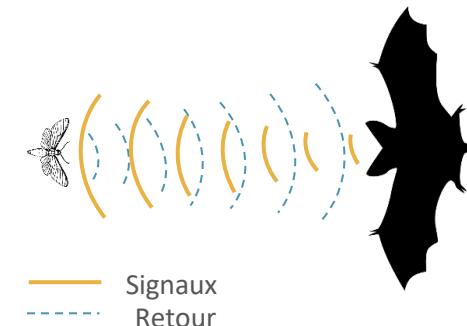


Figure 12 : Principe de l'écholocalisation des chiroptères

Chaque espèce possède des gammes de signaux qui lui sont propres. Il est alors possible d'identifier une espèce à partir de signaux ultrasonores enregistrés. Toutefois, en fonction du contexte, il peut exister des recouvrements (signaux ayant les mêmes caractéristiques), rendant l'identification plus délicate (BOONMAN & al., 1995 ; SIEMERS ET SCHNITZLER, 2000).

Ainsi, le suivi des chiroptères par acoustique, à l'aide d'un détecteur à ultrasons, permet donc de déterminer les espèces présentes dans l'aire d'étude en analysant les signaux obtenus. De plus, la présence d'un observateur discret (silencieux, sans éclairage et immobile) n'affecte pas le comportement des chauves-souris. Ainsi, en plus de l'espèce, il peut être relevé si l'individu capté est en chasse ou transit grâce à la structure et le rythme des signaux émis.

L'ensemble des données des inventaires a été analysé de façon qualitative et quantitative selon la méthode d'écologie acoustique (Barataud, 2020). En divisant les fichiers par tranche de 5 secondes, cette méthode permet, grâce à l'analyse auditive, comportementale et informatique, de calculer le nombre de contacts émis par une espèce sur la zone d'implantation potentielle.

Après enregistrement des fichiers sons par les appareils (SM2, SM4), une détermination automatique à l'aide d'un logiciel (SonoChiro, VigieChiro, Kaleidoscope), a été réalisée.

SonoChiro a été construit de manière à faciliter le traitement des sons via un jeu d'indices de confiance. Il fonctionne en 2 phases : la détection puis la classification. La détection permet de localiser dans les fichiers un maximum de signaux potentiellement émis par les chiroptères. Puis la classification se réalise en associant un indice de confiance (de 0 à 10) à chaque niveau d'identification. Cet indice de confiance reflète au plus près le

risque d'erreur d'identification et permet à l'utilisateur de définir un seuil de confiance au-delà desquelles les identifications sont trompeuses (Biotope, 2013).

Pour les espèces dont la détermination est fiable (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle pygmée ...), une vérification d'un échantillon de signaux est réalisée afin de confirmer l'identification de ces signaux.

En revanche, en raison du taux d'erreur important du logiciel sur certaines espèces de chauves-souris, l'analyse est complétée par une détermination manuelle sur un logiciel de type Batsound/Kaleidoscope pro. Pour cela, des mesures précises sont effectuées (fréquences initiales et terminales, fréquences du maximum d'énergie, intervalles entre les signaux etc.), afin d'identifier dans la plupart des cas, l'espèce dont il est question sur l'enregistrement.

En ce qui concerne les Murins, groupe particulièrement difficile à déterminer, l'identification jusqu'à l'espèce ou au groupe d'espèce est également réalisée dans la mesure du possible.

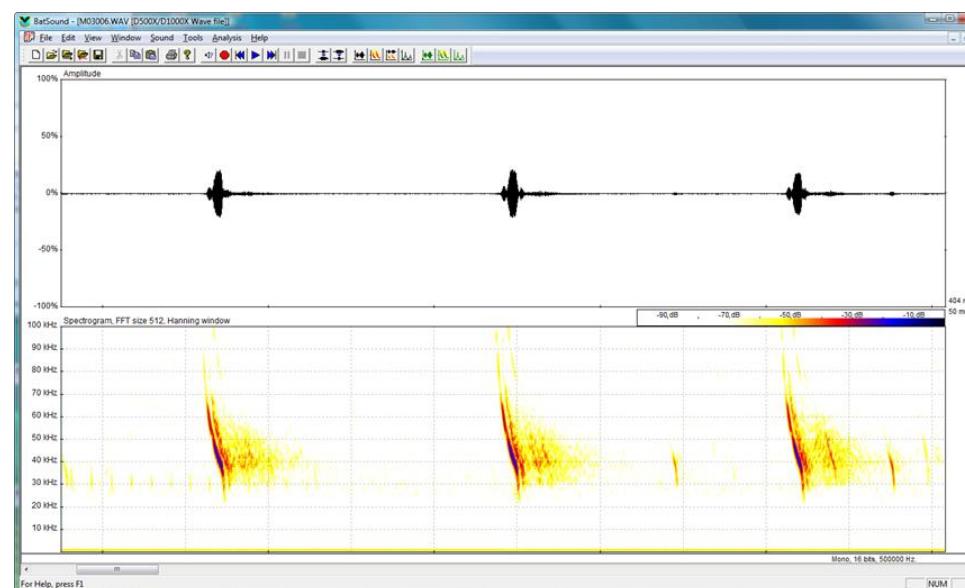


Figure 13 : Exemple d'un spectrogramme et d'un oscillogramme sous BatSound

Il est important de souligner que bien que le matériel soit performant, il n'est pas toujours possible d'aboutir à une identification certaine sur des fichiers dégradés par l'enregistrement, de trop faible intensité ou encore à l'absence de critère discriminant. Dans ce cas, l'identification ne va pas plus loin que le genre et c'est le nom du groupe d'espèces qui est retenu. Les différents groupes d'espèces possibles sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 16 : Regroupement d'espèces possibles

Groupe d'espèces	Espèces comprises	
P35	Pipistrelle de Kuhl Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus kuhlii</i> <i>Pipistrellus nathusii</i>
P40	Pipistrelle de Nathusius Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus nathusii</i> <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
P50	Pipistrelle commune Pipistrelle pygmée Minioptère de Schreibers	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> <i>Pipistrellus pygmaeus</i> <i>Miniopterus schreibersii</i>
Plesp (Oreillard sp)	Oreillard gris Oreillard roux Oreillard montagnard	<i>Plecotus austriacus</i> <i>Plecotus auritus</i> <i>Plecotus macrobullaris</i>
Myosp (Myotis sp)	Tous les Murins	
ENVsp (Sérotules)	Sérotine commune Sérotine de Nilsson Sérotine bicolore Noctule commune Noctule de Leisler	<i>Eptesicus serotinus</i> <i>Eptesicus nilssonii</i> <i>Vespertilio murinus</i> <i>Nyctalus noctula</i> <i>Nyctalus leisleri</i>

Lors de l'analyse des incidences mesures, c'est l'espèce possédant l'enjeu sur site le plus important du groupe qui sera alors retenue.

IV.5.4. Evaluation de l'activité

Le nombre de contacts de chaque espèce est comparé au référentiel d'activité de Synergis Environnement produit sous le même principe que le référentiel Vigie-chiro du Muséum National d'Histoire Naturelle. Ce référentiel décline l'activité des chiroptères en France basé sur la méthode d'Alexandre Haquart (2015).

L'activité acoustique des chiroptères ne suit pas une loi normale. Cela signifie que pour chacune des nuits d'enregistrement, il est commun d'enregistrer peu de contacts, tandis que les nuits avec une forte activité sont rares. Partant de ce postulat, des nuits d'enregistrements disponibles ont été ordonnées dans la base de données (Vigie-chiro) puis des quantiles ont été calculés pour chaque espèce séparément. Ces quantiles 25%, 75% et 98% aident à définir des niveaux d'activité (faible, modérée, forte et très forte).

Pour donner un exemple, si $Q25\% = 3$ contacts/nuit, cela veut dire que 25% des nuits ont une valeur inférieure ou égale à 3 et que si le nombre de contacts par nuit est compris en 0 et 3, l'activité sera faible.

Quantiles	Niveau d'activité
< Q25	Faible
Q25 - Q75	Modérée
Q75 - Q98	Forte
> Q98	Très forte

Figure 14 : Niveau d'activité en fonction des quantiles (Source : Vigie-Chiro)

Les seuils définissant un niveau d'activité pour une espèce sont variables en fonction de son abondance. Ces seuils ont été définis par le MNHN à l'aide de nombreuses études. Ainsi, la Noctule de Leisler qui est plus rare que la Pipistrelle commune peut avoir un niveau d'activité « Très fort » pour une valeur inférieure à celle d'un niveau d'activité « Fort » de celui de la Pipistrelle commune.

Dans cette étude, un nombre de contacts par espèce et par nuit a été calculé puis comparé au référentiel d'activité.

Il est nécessaire de rappeler que pour utiliser ce référentiel d'activité, le protocole d'enregistrement doit correspondre au protocole Vigie-chiro (enregistrement sur toute une nuit, un contact = 5 secondes...). De plus, pour construire le référentiel, le nombre d'observations utilisées et les analyses réalisées par les logiciels sont des facteurs très importants de robustesse.

Un fort taux d'erreur dans l'identification des espèces par le logiciel induit par conséquent des erreurs dans les niveaux d'activité. Les espèces ou les habitats sous échantillonnés traduisent, quant à eux, des seuils d'activités non fiables. L'ensemble de ces paramètres a été pris en compte pour la rédaction des résultats et les conclusions énoncées.

Tableau 17 : Évaluation du seuil d'activité au sol pour chaque espèce de chauves-souris (Source : Vigie-chiro)

Seuil d'activité au sol par espèces, NB Contacts/h (Normandie Vigie chiro)						
Espèces	Type référentiel	Niveau de confiance	Faible (<)	Modéré (Entre)	Fort (Entre)	Très fort (>)
Pipistrelle commune	Local	Moyen	4,0	4,0	40,0	193,6
Pipistrelle de Kuhl	Local	Faible	0,5	0,5	3,6	8,9
Pipistrelle de Nathusius	National	Très bon	0,5	0,5	2,7	20,3
Pipistrelle pygmée	National	Très bon	0,6	0,6	11,8	136,8
Barbastelle d'Europe	Local	Faible	0,2	0,2	0,8	5,4
Sérotine commune	Local	Faible	0,6	0,6	2,8	19,5
Sérotine de Nilsson	Non Disponible	Non Disponible	Non Disponible	Non Disponible	Non Disponible	Non Disponible
Noctule commune	National	Très bon	0,2	0,2	1,3	12,2
Noctule de Leisler	Local	Faible	0,5	0,5	0,9	7,6
Oreillard roux	National	Bon	0,1	0,1	0,4	2,3
Oreillard gris	National	Très bon	0,2	0,2	0,7	4,8
Grand Rhinolophe	Local	Faible	0,3	0,3	0,8	2,7
Petit Rhinolophe	Local	Faible	0,1	0,1	0,3	0,7
Murin d'Alcathoe	National	Bon	0,2	0,2	1,3	11,9
Murin de Bechstein	National	Faible	0,1	0,1	0,2	0,3
Murin à Oreilles échancreées	Local	Faible	0,2	0,2	1,4	3,8
Murin de Natterer	Local	Faible	0,3	0,3	1,6	10,1
Murin à moustaches	Local	Faible	0,5	0,5	4,2	26,8
Murin de Daubenton	Local	Faible	0,4	0,4	13,3	145,2
Murin de Brandt	Non Disponible	Non Disponible	Non Disponible	Non Disponible	Non Disponible	Non Disponible
Grand Murin	National	Très bon	0,1	0,1	0,3	2,0
Groupe	Type référentiel	Niveau de confiance	Faible (<)	Modéré (Entre)	Fort (Entre)	Très fort
P35	/	/	0,5	0,5	2,7	20,3
P40	/	/	0,5	0,5	2,7	20,3
P50	/	/	4,0	4,0	40,0	193,6
Serotule	/	/	0,2	0,2	1,3	12,2
Plecotus	/	/	0,1	0,1	0,4	2,3
Myotis	/	/	0,1	0,1	0,2	0,3

IV.5.5. Détermination du niveau d'enjeu

Toutes les chauves-souris sont protégées en France, mais les statuts de protection et de conservation varient en fonction des espèces.

Pour les espèces, l'enjeu local de conservation est apprécié sur la base de critères réglementaires et scientifiques tels que :

- ⌚ Les paramètres d'aire de répartition, d'affinité de la répartition, et de distribution ;
- ⌚ La vulnérabilité biologique ;
- ⌚ La biologie de l'espèce ;
- ⌚ Le statut de patrimonialité (textes réglementaires, listes rouges, espèces déterminantes de ZNIEFF...) ;
- ⌚ Les menaces ;
- ⌚ Les dires d'experts ;

L'état de conservation actuel et prévisible de la population locale. Quatre niveaux d'enjeu sont alors possibles :

Tableau 18 : Calcul du niveau d'enjeu patrimonial

Niveau d'enjeu patrimonial	Notation
Faible	0
Modéré	0,5
Fort	1
Très fort	1,5 à 2,5

IV.5.6. Détermination du niveau de sensibilité et vulnérabilité

Les chauves-souris n'ont pas toutes la même sensibilité face à l'éolien. Les espèces de haut vol seront plus concernées par un risque de collision que les espèces de vol bas. Il en est de même pour les espèces pouvant effectuer de longues distances de déplacement.

IV.5.6.1.1. Calcul du niveau de sensibilité

Le niveau de sensibilité pour chaque espèce est estimé à partir de l'état des connaissances actuelles et du travail mené par Eurobats (RODRIGUES & al., 2014), qui, pour chaque groupe d'espèces, a déterminé un niveau de sensibilité.

Tableau 19 : Niveau de risques de collision avec les éoliennes selon les espèces (Source : Eurobats, 2014)

Risque fort	Risque moyen	Risque faible	Inconnu
Nyctalus spp.	Eptesicus spp.	Myotis spp.**	Roussetta aegyptiacus
Pipistrellus spp.	Barbastella spp.	Plecotus spp.	Taphozous nudiventris
Vesptilio murinus	Myotis dasycneme*	Rhinolophus spp.	Otonycteris hemprichii
Hypsugo savii			Miniopterus pallidus
Miniopterus			
Tadarida teniotis			

Trois niveaux ressortent pour les espèces présentes en France et une note est attribuée en fonction de ceux-ci.

Tableau 20 : Calcul du niveau de sensibilité

Niveau de sensibilité	Notation
Sensibilité faible	0,5
Sensibilité moyenne	1
Sensibilité forte	2

IV.5.6.1.2. Calcul du niveau de vulnérabilité

Tout comme les oiseaux, les chauves-souris peuvent être impactées par l'éolien, mais ne présentent pas toutes la même vulnérabilité face à celui-ci. Ainsi, un niveau de vulnérabilité pour chaque espèce est calculé en fonction de leur niveau d'enjeu et de sensibilité face aux éoliennes.



C'est donc l'addition des notes obtenues avec le niveau d'enjeu et le niveau de sensibilité qui permet de définir le niveau de vulnérabilité potentiel des espèces.

Tableau 21 : Calcul du niveau de vulnérabilité

Note enjeu + note sensibilité	Niveau de vulnérabilité
0 et 0,5	Faible ou à préciser
1 et 1,5	Modéré
2 et 2,5	Assez fort
3 et +	Fort

V. Résultats

V.1. Suivi de mortalité

V.1.1. Occupation du sol au pied des éoliennes

Au niveau des 5 quadrats étudiés pour le parc de Mauron, on trouve principalement 5 types de couvert végétal :

- ⌚ Les cultures,
- ⌚ les prairies
- ⌚ les friches et ronciers
- ⌚ les boisements
- ⌚ les voies d'accès ainsi que les plateformes des éoliennes.

Ces dernières (considérées comme des « surfaces planes ») constituent le type de couvert le plus prospecté. En effet, bien que leur surface ne représente que 0,79 ha (environ 15,8 % de la zone d'étude), elles sont prospectées tout au long de l'année puisqu'aucune végétation n'y pousse.

A l'inverse, les cultures constituent 2,96 ha (soit 59,2 % de la zone d'étude) mais ne sont prospectées que pendant une partie de l'année, lorsque la hauteur des céréales le permet (de janvier à avril, puis de septembre à décembre). De fait, elles sont tantôt considérées comme « végétation basse et moyenne » (prospectable) ou « végétation haute » (non prospectable).

Les prairies représentent 0,75 ha (soit 15 % de la zone d'étude) et elles sont prospectées tout le long du suivi. La hauteur de végétation varie entre « basse », « moyenne » et « haute ». Malgré la végétation pouvant être « haute », une prospection a toujours été effectuée. Le risque est surtout en termes de visibilité des cadavres.

Enfin, les parcelles « inaccessibles » constituent 0,5 ha, soit environ 10 % de la zone d'étude. Elles comprennent les couverts de roncier (E2) ainsi que les boisements, comprenant les haies (E1, E3 et E5) ne permettant pas une détection efficace des cadavres.

Tableau 22: Types de couvert et surfaces associées

Type de couvert	Surface (en ha)
Boisement	0,43
Culture	2,96
Plateforme	0,58
Prairie	0,75
Roncier	0,07
Voirie	0,21
Total	5



Figure 15 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes (E1, E2 & E5)



Figure 16 : Carte de l'occupation du sol au pied des éoliennes (E3, E4 et E5)

V.1.2. Surfaces prospectées

La surface prospectée n'est pas constante au cours de l'année, la hauteur du couvert végétal variant d'une saison à l'autre. Pour rappel, seules les parcelles dont la végétation est inférieure à 30 cm de haut sont prospectées. Nous calculons donc la surface prospectée moyenne par éolienne, sur toute la période du suivi. A partir de la semaine 34, deux passages par semaine qui sont effectués.

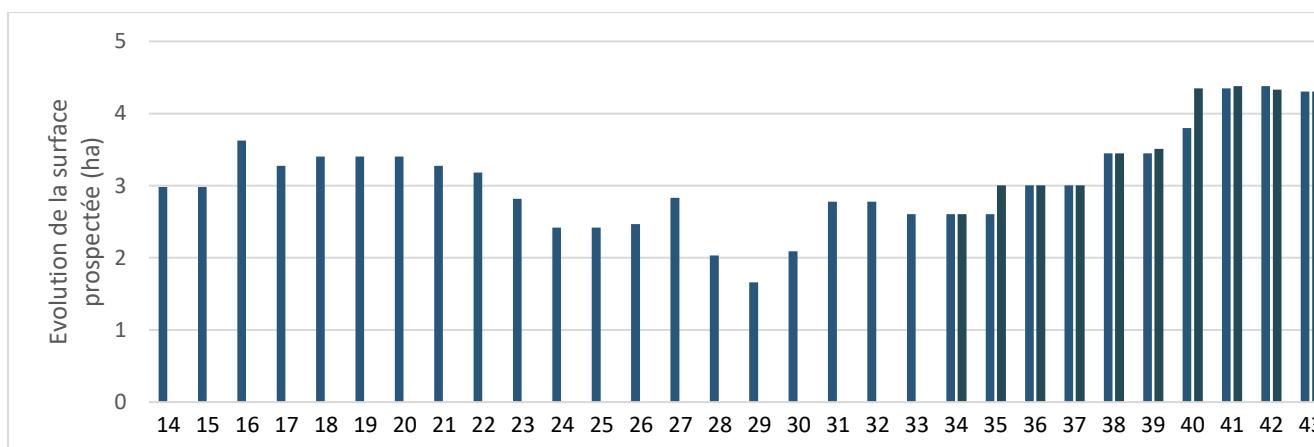


Figure 17 : Evolution de la surface prospectée en fonction des semaines d'inventaires en 2022

Les surfaces prospectées par quadrat varient au cours du suivi entre 1,6 et 4,4 hectares. Cela est dû à la présence d'une prairie, constamment utilisée à des fins de pâturages. Les éoliennes E2, E4 et E5 sont principalement entourées de cultures (essentiellement du maïs et colza durant les prospections 2022) impliquant à des variations de surface prospectable forte selon l'état d'avancement de la culture. L'éolienne E3 est elle aussi entourée de cultures, mais aussi d'un boisement représentant 40% de la surface prospectable, ce qui explique la plus faible surface prospectée moyenne.

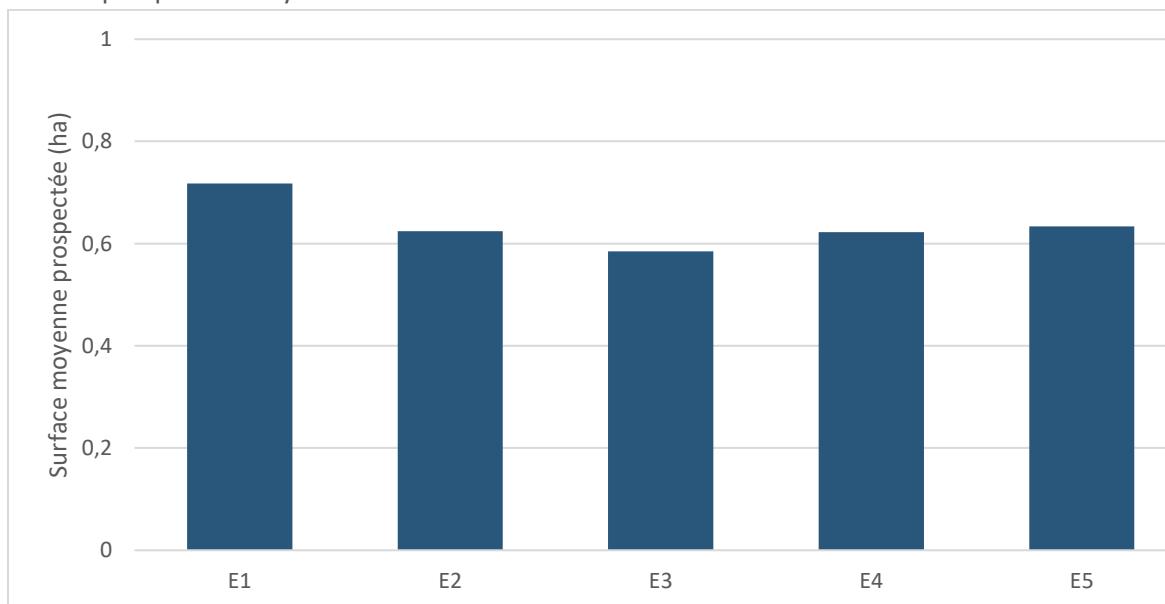


Figure 18 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2022

V.1.3. Test de persistance

Le test consiste à disperser, comme proies, des cadavres de poussins et de souris au pied des éoliennes, dans la zone prospectée et à suivre leur disparition progressive. Le premier test a été mené le 10 mai ; le second le 20 septembre. Ces deux tests sont réalisés sur l'intégralité du parc, avec 4 proies par éoliennes.

Tableau 23 : Tests de persistance

Tests	Date de passage	Nombre de proies restantes	Persistance (j)	Persistance moyenne (j)
Test 1 du 10 mai	10/05/2022	20	-	5,35
Test 1 du 10 mai	11/05/2022	18	0,5	
Test 1 du 10 mai	13/05/2022	12	2	
Test 1 du 10 mai	16/05/2022	8	4,5	
Test 1 du 10 mai	20/05/2022	1	8	
Test 1 du 10 mai	24/05/2022	0	10	
Test 2 du 20 septembre	20/09/2022	20	-	
Test 2 du 20 septembre	21/09/2022	17	0,5	4,93
Test 2 du 20 septembre	23/09/2022	14	2	
Test 2 du 20 septembre	27/09/2022	4	5	
Test 2 du 20 septembre	30/09/2022	2	8,5	
Test 2 du 20 septembre	04/10/2022	0	12	

Les deux tests montrent une persistance similaire entre les deux saisons testées. Cette persistance peut être considérée comme dans la fourchette haute des résultats obtenus sur d'autre parc du même secteur, mais reste inférieure à la fréquence de passage du début de saison (1 passage par semaine). Sur la période de suivi de la semaine 33 à 43 la fréquence de passage (2 passages par semaine) est ici inférieure au taux de persistance.

Le taux de persistance global est de 5,32 jours sur le parc éolien de Mauron.

V.1.4. Test de détection

Les résultats des tests sont présents dans le tableau ci-dessous.

Tableau 24 : Tests de détection

Date	Observateur	Nb de leurres posés	Nb de leurres retrouvés	Taux de détection
05/07/2019	MIGAULT Mathilde	45	22	Surface basse : 0,52 Surface moyenne : 0,49
09/09/2021	MIGAULT Mathilde	34	20	Surface basse : 0,76 Surface moyenne : 0,24
21/06/2022	MIGAULT Mathilde	23	15	Surface basse : 0,73 Surface moyenne : 0,5
27/10/2022	BERTHOULOUX Pierre	40	25	Surface basse : 0,74 Surface moyenne : 0,33

V.1.5. Données de mortalité constatée

Sur la période de suivi allant du 8 avril au 28 octobre (soit 40 passages), 9 cas de mortalité ont été enregistrés (oiseaux et 7 chiroptères).

Les 7 espèces de chiroptères retrouvées sont les suivants : 2 pipistrelles non identifiables *Pipistrellus sp.*, sérotines communes *Eptesicus serotinus*, 1 noctule commune *Nyctalus noctula*, réparties au pied de E1 et de E3.

Les deux autres cadavres sont des oiseaux : 1 étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* et 1 faucon crécerelle *Falco tinnunculus*) respectivement retrouvés sous les éoliennes E5 et E3. La mortalité est constatée entre les semaines 26 et 41 (Figure 20). En ce qui concerne les chiroptères, cette période correspond à la période optimale de leur activité entre la mise bas et l'élevage des jeunes durant l'été ainsi que l'accouplement et le transit automnal (Figure 21).

Rapporté à la mortalité par éolienne, ce chiffre correspond à environ 1,8 cadavres par éolienne sur une période de 7 mois de suivi.

Tableau 25 : Liste des espèces retrouvées à l'échelle du po

Date	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Eolienne
27/06/2022	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	E3
11/07/2022	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	E3
25/07/2022	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	E1
01/08/2022	Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	E5
19/08/2022	Pipistrelle sp.	<i>Pipistrellus sp.</i>	E1
02/09/2022	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	E1
23/09/2022	Pipistrelle sp.	<i>Pipistrellus sp.</i>	E3
04/10/2022	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	E3
14/10/2022	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	E1

La mortalité est la plus importante sur les éoliennes E1 et E3 (4 cadavres chacun). Un cas de mortalité est constaté sous l'éolienne E5 et aucun sous les éoliennes E2 et E4.

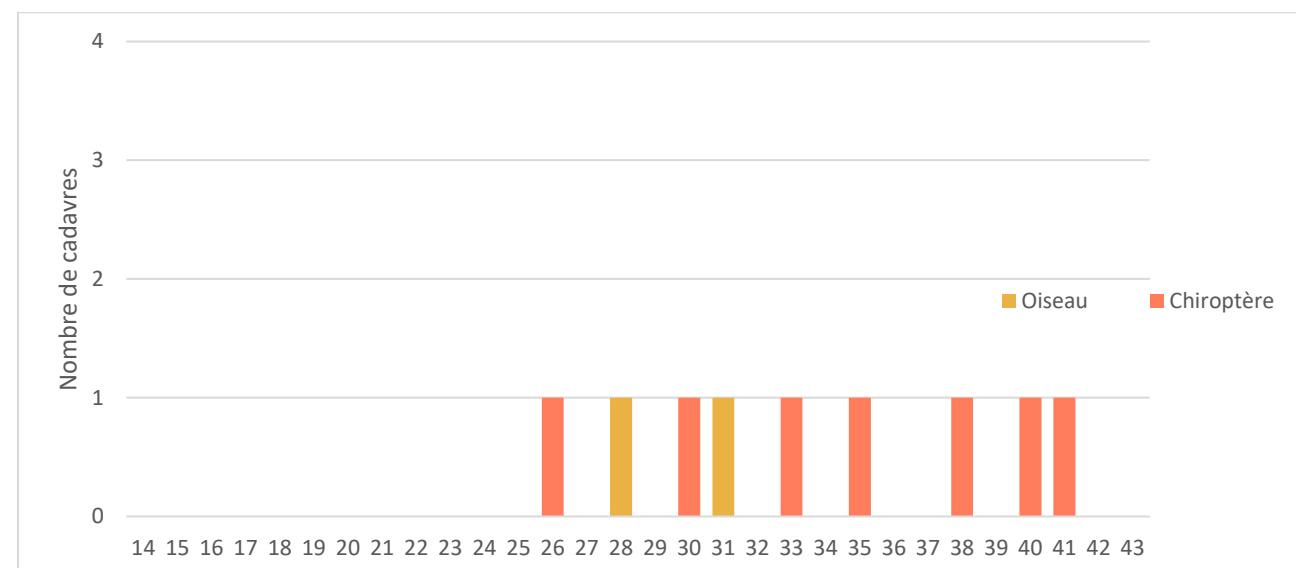


Figure 19 : Mortalité constatée sous les différentes éoliennes

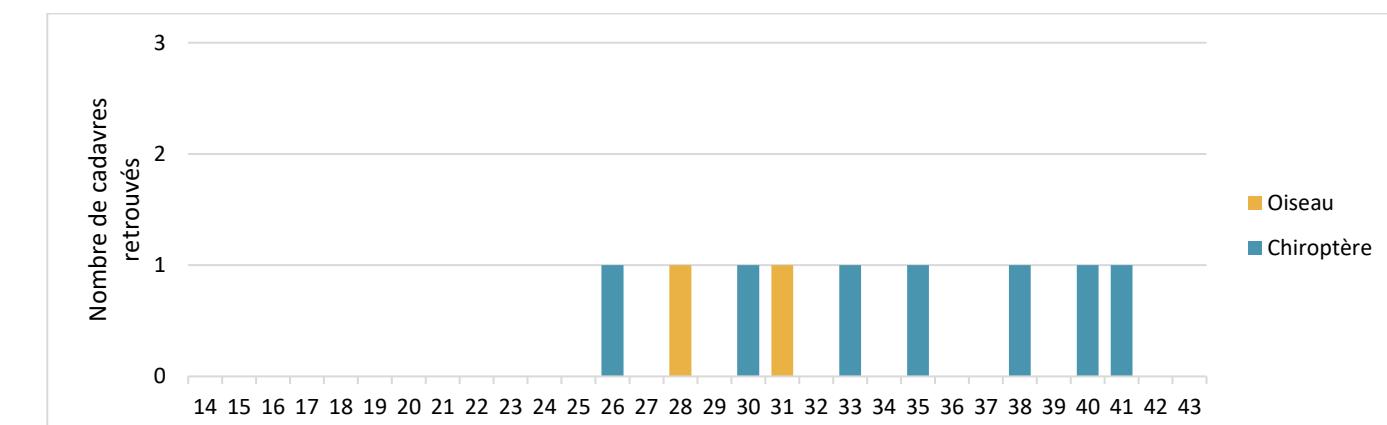


Figure 20 : Répartition des cas de mortalité constatés au cours de suivi

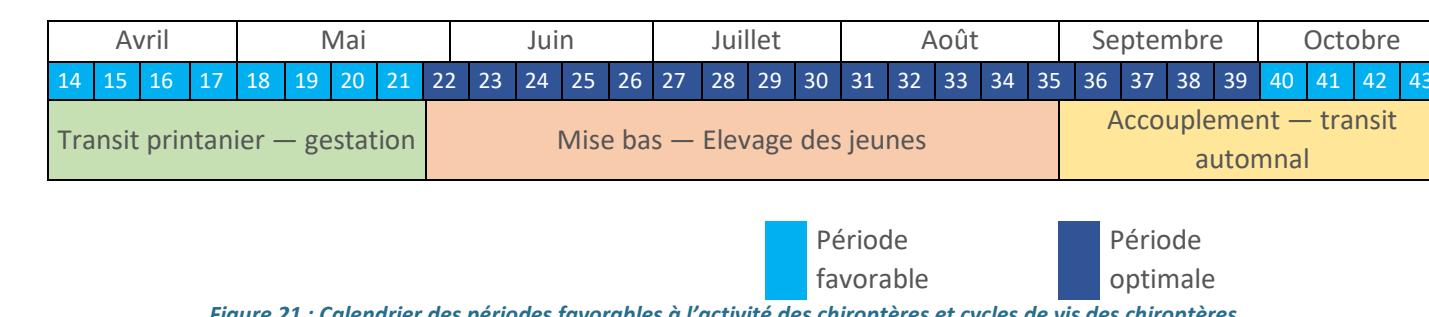


Figure 21 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères

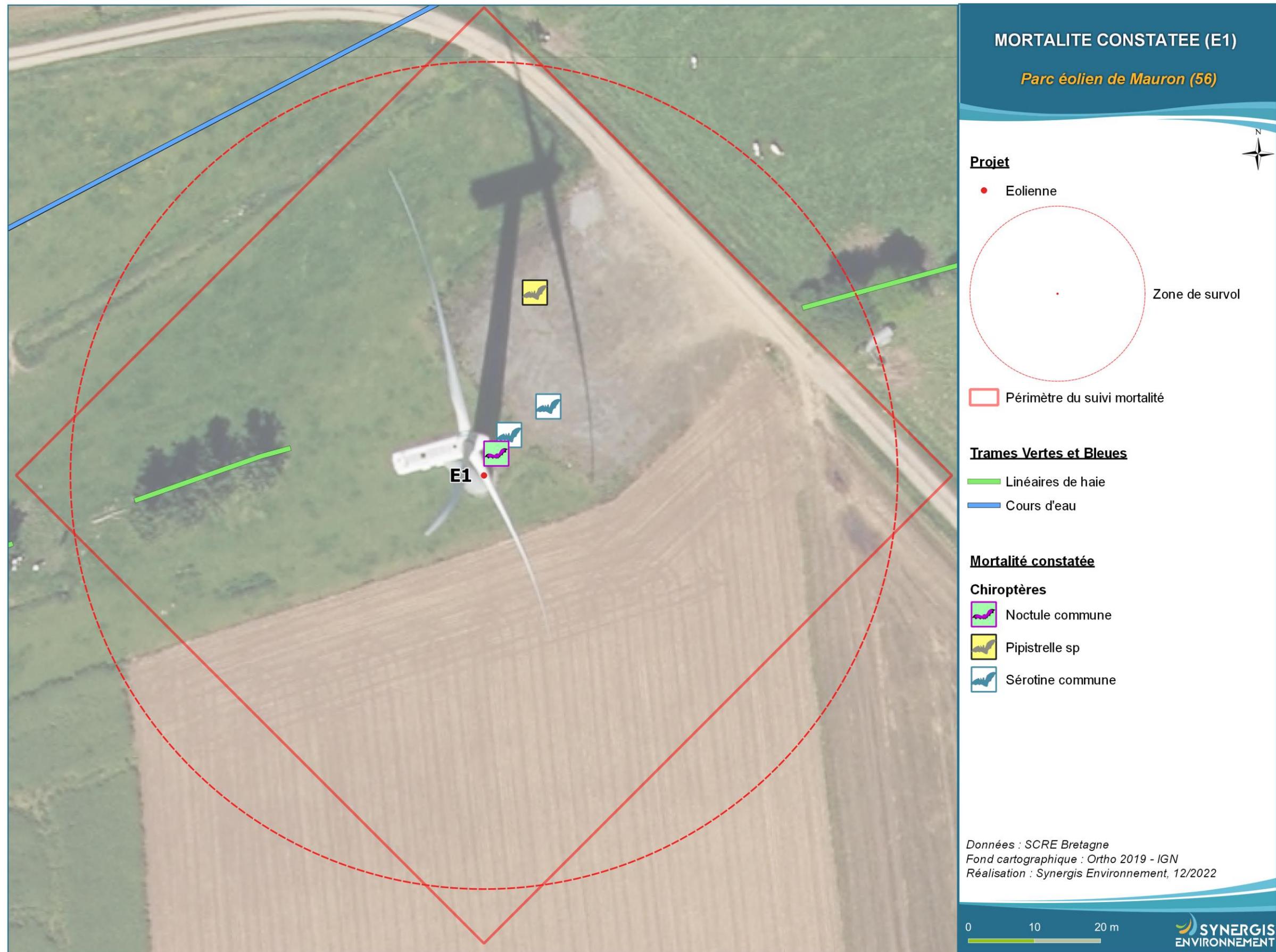


Figure 22 : Mortalité sur l'éolienne E1 et sa continuité écologique associée

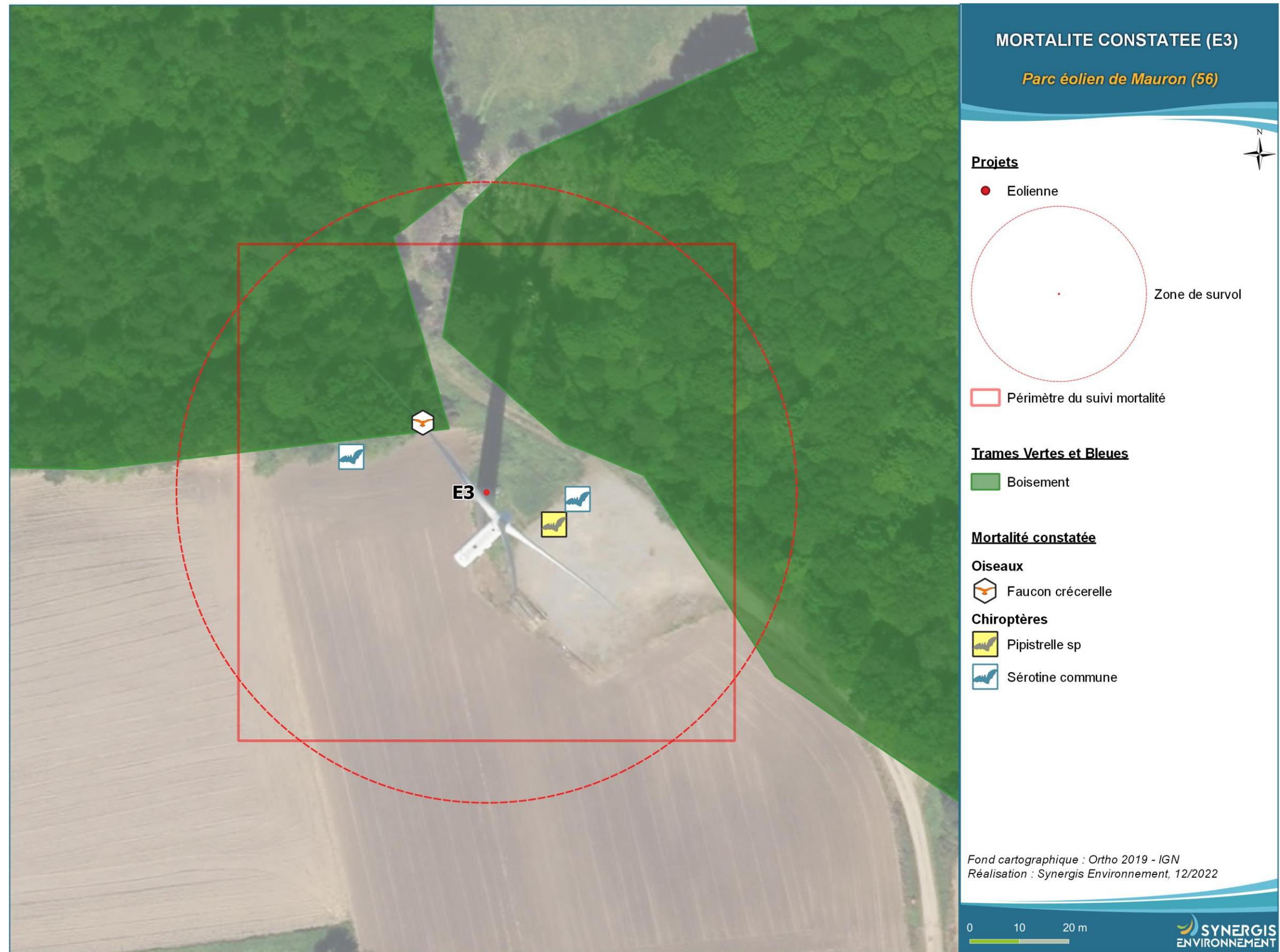


Figure 23 : Mortalité sur l'éolienne E3 et sa continuité écologique associée

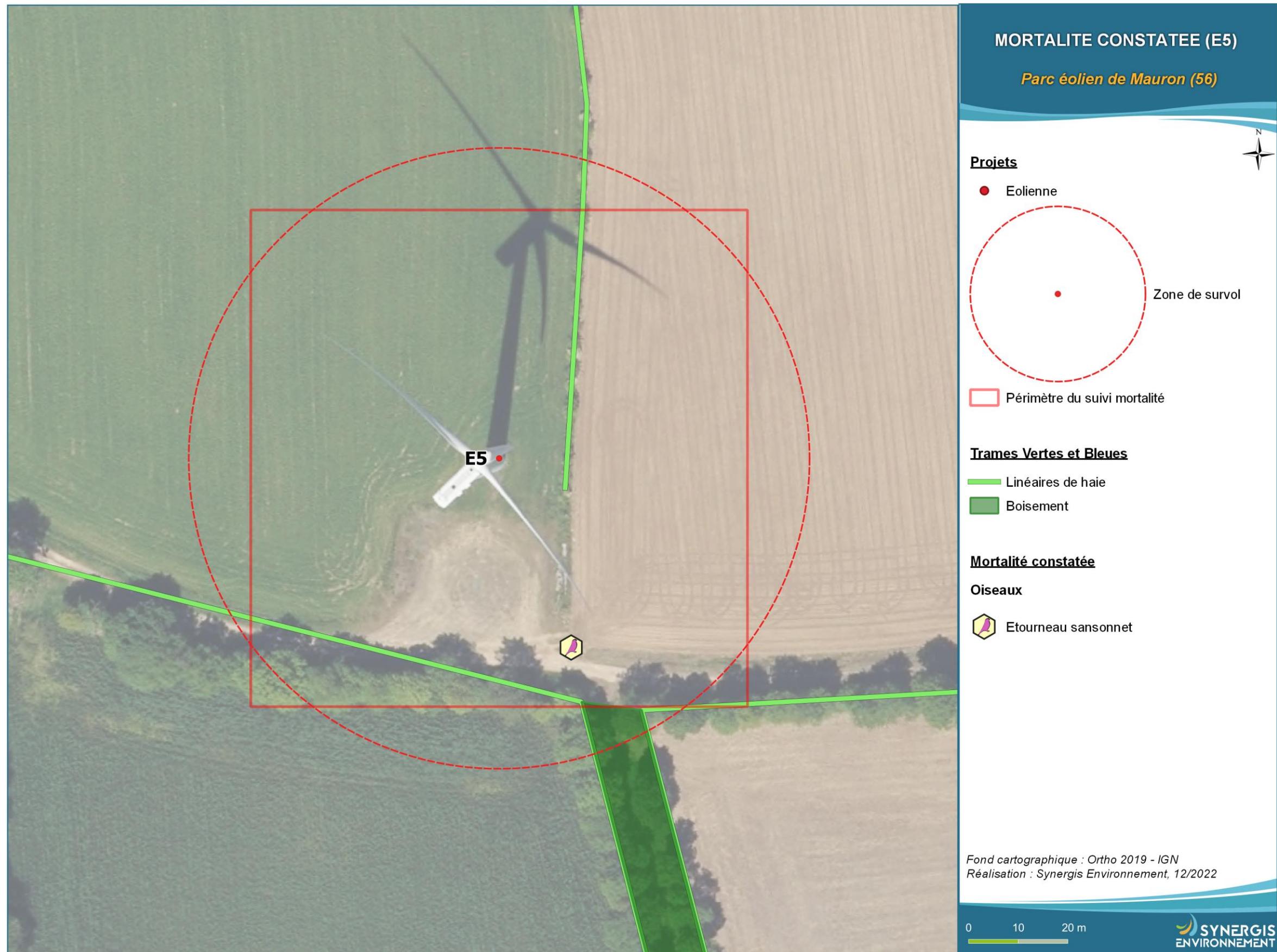


Figure 24 : Mortalité sur l'éolienne E5 et sa continuité écologique associée

La synthèse réalisée par Normand & Goislot (Ouest Am, 2020) sur 74 parcs éoliens de Bretagne et des Pays de la Loire a permis de mettre en évidence 857 cadavres (oiseaux et chiroptères confondus) lors de 10 612 journées de prospections, sur un total de 349 éoliennes suivies. L'étude estime à 0,11 le nombre de cadavres par éolienne et par an, soit 7,7 cadavres par parc et par an.

Bien qu'il faille interpréter ces chiffres avec précaution du fait des spécificités de chaque parc (nombre d'éoliennes, configuration générale, etc.) et de chaque protocole (nombre de prospections, intervalle entre deux passages...), il semble que le parc de Mauron, avec 1,8 cadavres par éoliennes par an estimé soit 9 cadavres par parc par an estimé, se situe dans la fourchette haute des parcs éoliens français en termes de mortalité.

V.1.5.1. Avifaune

Les cas de mortalité constatés sont généralement dus à une collision de l'oiseau avec une pale ou le mât d'une éolienne. La mauvaise détection des aérogénérateurs par les oiseaux peut être occasionnée par de mauvaises conditions climatiques (vents rabattants, nappe de brouillard, forte pluie, etc.) ou la proximité du parc éolien avec un couloir de migration, un site de reproduction, de nourrissage ou de repos. Le déplacement nocturne de nombreuses espèces, notamment lors des mouvements migratoires, représente également une cause de mortalité. Enfin, la taille de l'oiseau, sa manœuvrabilité et son comportement de vol sont autant de facteurs pouvant entraîner une collision mortelle (Drewitt & al., 2006 ; Madders & al., 2006).

Le suivi de mortalité 2022 a permis de contacter 2 espèces pour 2 cadavres à l'échelle du parc. Les statuts réglementaires et l'état de conservation des espèces retrouvées sont rappelés ci-dessous :

Tableau 26 : Liste et enjeux des espèces d'oiseaux retrouvées lors du suivi de mortalité

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut national	Directive oiseaux	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Bretagne	Enjeu patrimonial
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	-	Annexe II	LC	LC	LC	Faible
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Article 3	-	LC	NT	LC	Faible

Étourneau sansonnet

Un cadavre d'**étourneau sansonnet** (*Sturnus vulgaris*) a été retrouvé le 01 août 2022 sous l'éolienne E5. Cette espèce ne présente pas de statut de conservation préoccupant aux différentes échelles de liste rouge et les populations nicheuses sont stables d'après l'INPN (Directive oiseaux, 2013). L'étourneau sansonnet a un enjeu patrimonial faible en Bretagne.

Faucon crécerelle

Un cadavre de **faucon crécerelle** (*Falco tinnunculus*) a été retrouvé le 11 juillet 2022 sous l'éolienne E3. Cette espèce ne présente pas de statut de conservation particulier aux différentes échelles de liste rouge et les populations nicheuses sont peu suivies en Bretagne. En France, la population est estimée en déclin modéré, d'après l'INPN (Directive oiseaux, 2013). Le faucon crécerelle a un enjeu patrimonial faible en Bretagne.

V.1.5.2. Chiroptères

Deux cadavres de pipistrelles indéterminées (*Pipistrellus sp.*) ont été retrouvés entre le 19 août et le 23 septembre sous les éoliennes E1 et E3. Leur état de décomposition avancé n'a pas permis de les identifier au-delà du genre. Il pourrait s'agir de pipistrelles communes (*Pipistrellus pipistrellus*) et/ou de pipistrelles de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) respectivement classées « Quasi-menacé » et « Préoccupation mineure » sur la liste rouge nationale. L'enjeu patrimonial est modéré pour la pipistrelle commune et faible pour la pipistrelle de Kuhl.

Les cas de mortalité des chiroptères ont été constatés lors de la période estivale et automnale (cf. Figure 20 p.30). La mortalité a commencé lors du mois de juin, correspondant à la période d'accouplement. La découverte des cas de mortalité c'est poursuivi sur les périodes d'élevage des jeunes ainsi que la période de transit automnal, lorsque les individus recherchent un site de swarming pour passer l'hiver.

Tableau 27 : Enjeu des espèces

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Directive HFF	PNA	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Bretagne	Enjeu patrimonial
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Annexe IV	Oui	LC	NT	LC	Faible
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Oui	LC	LC	LC	Faible
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Annexe IV	Oui	LC	VU	NT	Fort
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Annexe IV	Oui	LC	NT	LC	Faible

Pipistrelle commune

La **pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est l'espèce de chauves-souris la plus impactée numériquement, avec 1012 cas recensés en France. À l'échelle européenne, ce sont 2435 cadavres qui ont été retrouvés et c'est en France que la pipistrelle commune est la plus impactée, avec 23% de la totalité des cas. L'enjeu patrimonial de l'espèce est faible.

Pipistrelle de Kuhl

La **pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) est la 5^{ème} espèce de chauve-souris la plus impactée par les éoliennes dans la métropole et la 3^{ème} en ce qui concerne l'ouest de la France. Respectivement, cela représente 219 cadavres (8% du total d'après Dürr, 2020) et 69 cadavres (13% du total d'après Normand & Goislot, 2020). Comme pour la pipistrelle commune, la pipistrelle de Kuhl a une mortalité plus marquée durant l'été et le début de l'automne (Goislot C., 2021). Un total de 106 cadavres sont constatés, dont 98 datés, sur 36 parcs éoliens dans l'ouest de la France (Goislot C., 2021).

Noctule commune

La **noctule commune** (*Nyctalus noctula*) est classée en niveau d'enjeu patrimonial « fort » du fait de son statut « vulnérable » sur la liste nationale et « quasi-menacée » à l'échelle régionale. L'espèce fait partie des plus grandes espèces en Europe. Initialement forestière, cette noctule a su s'adapter au milieu urbain. Arboricole, elle gîte dans les anciens trous de pics ou dans de larges cavités dans les troncs.

En France, l'espèce est présente sur la quasi-totalité du territoire. Son abondance tend toutefois à décliner très fortement au niveau national : -88% en 10 ans (Bas et al., 2020).

En Bretagne, si cette chauve-souris est considérée comme commune dans le Morbihan, elle est mal connue dans les Côtes-d'Armor et rare à très localisé en Ille-et-Vilaine. Elle est absente ou inconnue dans le Finistère.

L'enjeu patrimonial de la noctule commune est fort.

🌙 Sérotine commune

La **sérotine commune** *Eptesicus serotinus* est une chauve-souris robuste qui fréquente une grande variété de milieux, allant de la ville aux milieux forestiers, cultures... Pour ses gîtes d'été, la sérotine commune s'installe de préférence dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.

En France, la sérotine commune est présente sur l'ensemble du territoire avec sur les dix dernières années une régression de 30% sur les 10 dernières années (Bas *et al.*, 2020).

En Bretagne, l'espèce est considérée comme commune et son enjeu patrimonial est considéré comme faible.

V.1.6. Estimation de la mortalité réelle

Dans le cas des oiseaux comme dans celui des chiroptères, la mortalité brute doit être pondérée par différents coefficients correcteurs, notamment la surface prospectée, le taux de détection et le taux de prédation (non calculés à ce jour). Le calcul des estimations de mortalité réelle pour l'avifaune et pour les chiroptères sera réalisé à la fin du suivi de mortalité.

Les estimations sont données pour chaque taxon et sont basées sur l'ensemble de la période suivie.

V.1.6.1. Avifaune

V.1.6.1.1. Evaluation du parc entier

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour l'avifaune est de l'ordre de 4 oiseaux sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 2 (2 cadavres découverts) et 9 individus.

Tableau 28 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Mauron

Parc entier					
Formule	IC 2.5	IC 0.10	Médiane	IC 0.90	IC 97.5
Erickson	0	0	2,01	5,17	7,56
Huso	0	0	4,11	10,38	15,19
Winkelmann	0	0	4,56	11,83	17,11
Jones	0	0	4,19	10,6	15,5
Moyenne	0	0	4	9	14

V.1.6.2. Chiroptères

V.1.6.2.1. Evaluation du parc entier

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour les chiroptères est de l'ordre de 27 chauves-souris sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 7 (cadavres découverts) et 43 individus.

Tableau 29 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Mauron

Parc entier					
Formule	IC 2.5	IC 0.10	Médiane	IC 0.90	IC 97.5
Erickson	5,50	8,37	14,90	23,82	29,66
Huso	11,35	17,12	30,20	46,88	57,68
Winkelmann	12,39	19,01	33,65	53,57	67,65
Jones	11,56	17,50	30,81	47,86	58,79
Moyenne	10	16	27	43	53

V.1.7. Sensibilité et vulnérabilité

V.1.7.1. Avifaune

V.1.7.1.1. Sensibilité

🌙 Étourneau sansonnet

Lors du suivi 2022, 1 cadavre d'**étourneau sansonnet**, *Sturnus vulgaris*, est retrouvé la semaine 31 sous l'éolienne E5. Cette espèce est la 7^{ème} plus impactée par les éoliennes au niveau national et la 16^{ème} au niveau européen (Marx G., 2017 et Dürr., 2021). Compte tenu de la bonne dynamique de l'espèce et de la taille de ses populations, la sensibilité de l'espèce est jugée faible.

🌙 Faucon crécerelle

En 2022, un cadavre de **faucon crécerelle**, *Falco tinnunculus*, est retrouvé la semaine 28 sous l'éolienne E3. La synthèse LPO de 2017 classe cette espèce 3^{ème} dans la fréquence de découverte et la synthèse de Bürr (2020) au niveau européen la classe 6^{ème}. Le plus grand nombre des découvertes se font en printemps-été avec un potentiel pic en période de migration. Cette espèce à une sensibilité à la collision élevée.

V.1.7.1.2. Vulnérabilité

En période de nidification, l'enjeu patrimonial de l'étourneau sansonnet est défini comme « faible ». La sensibilité « faible » qui lui est conférée permet de définir la **vulnérabilité de cet oiseau comme « faible »** en période de nidification et « faible » en dehors de celle-ci.

En période de nidification, l'enjeu patrimonial du faucon crécerelle est défini comme « faible ». La sensibilité « forte » qui lui est conférée permet de définir la **vulnérabilité de cet oiseau comme « modéré »**.

Tableau 30 : Vulnérabilité de l'avifaune face à l'éolien

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu sur site	Sensibilité à la collision	Vulnérabilité face à l'éolien
Étourneau sansonnet	Sturnus vulgaris	Faible	Faible	Faible
Faucon crécerelle	Falco tinnunculus	Faible	Fort	Modéré

V.1.7.2. Chiroptères

Cette partie sera traitée à la suite de l'analyse de l'activité en nacelle des chiroptères.

V.1.8. Analyse paysagère

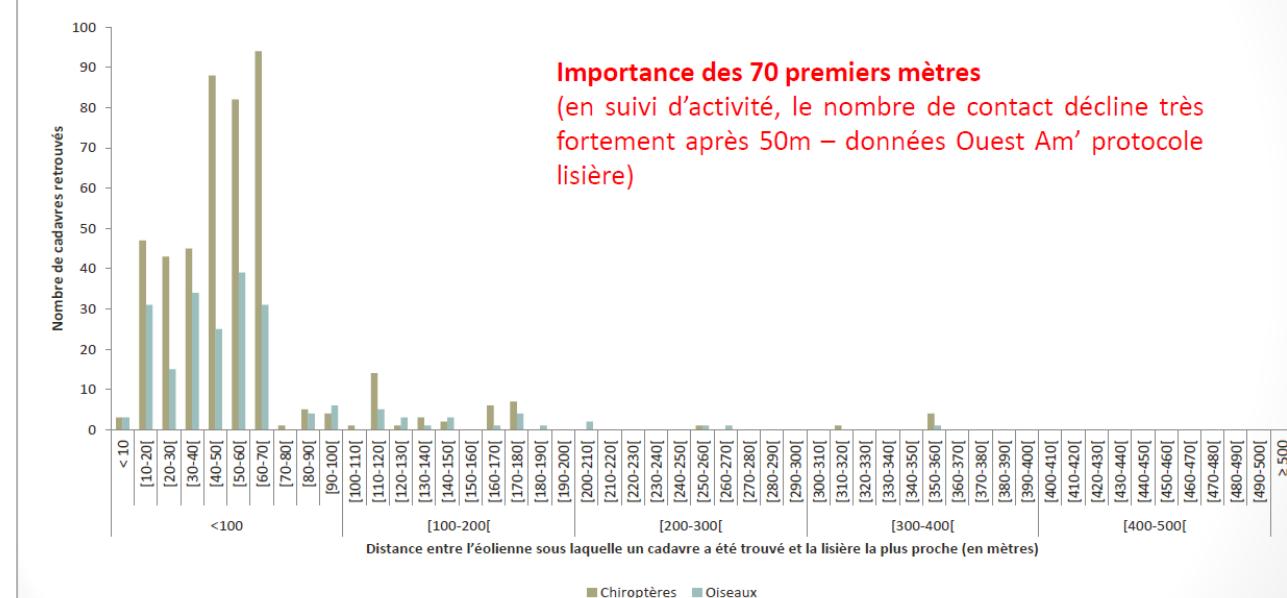
Il est intéressant de regarder si l'environnement de chaque éolienne diffère et peut avoir un lien avec la mortalité réelle supposée. Le tableau ci-dessous mesure la distance minimale entre chaque éolienne et l'élément de relief du paysage le plus proche pouvant favoriser la présence d'oiseaux ou de chauve-souris.

Tableau 31 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers

Éolienne	Éléments de relief paysager le plus proche	Distance éolienne - lisières
E1	Haie	32 m
E2	Arbre seul	135 m
E3	Boisement	20 m
E4	Haie	90 m
E5	Haie	42 m

L'étude du bureau d'étude Ouest Aménagement (Normand & Goislot, 2020) a montré que la grande majorité des éoliennes étudiées (349 au total) sous lesquelles un cadavre est recensé, est située à moins de 100 mètres d'une lisière ; c'est-à-dire d'une haie ou d'un boisement. L'étude met en avant l'importance des 70 premiers mètres dans la découverte de cas de mortalité.

Distance à la lisière (haies ou boisements avec la première éolienne)



(Source: Normand & Goislot, Ouest Am, 2020)

Figure 25 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière

Sur le parc de Mauron, les éoliennes E1, E3 et E5, sont situées à une distance inférieure ou égale à 50 mètres de la première haie ou boisement. Ces éoliennes sont très proches de boisements pouvant être très attractifs notamment pour les chiroptères comme l'a montré Johnson *et al.* (2004) et Morris *et al.* (2010) sur la diminution de l'activité des chiroptères avec l'éloignement à un boisement et notamment sa lisière. Notamment pour E1, on peut observer (cf. Figure 22 p.31) que l'éolienne se situe le long d'une haie d'arbres et arbustes permettant aux chauves-souris de s'y déplacer sous la zone de survol de E1.

En ce qui concerne E3, le boisement inclus dans le périmètre du suivi de mortalité peut attirer notamment les chiroptères proches de cette éolienne.

En ce qui concerne E5, la zone de survol comprend des haies d'arbres séparant des cultures. Pour autant, cette éolienne semble avoir une mortalité plus faible par rapport à E1 et E3.

Les éoliennes E2 et E4 sont un peu plus isolées des éléments de reliefs paysagés de manière générale (champ plus grand) que les trois autres éoliennes.

À une échelle plus globale (cf. Figure 5), le parc éolien se trouve dans un contexte bocager proche d'un réservoir de biodiversité malgré le peu de connexions écologiques. Les oiseaux comme les chiroptères peuvent utiliser ces éléments de paysage pour se déplacer et pour migrer.

Cette analyse paysagère permet en partie d'expliquer les cas de mortalité constatés sur le site.

V.1.9. Synthèse

Le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères 2022 du parc de Mauron porte sur le suivi au sol des 5 éoliennes du parc des semaines 14 à 43.

L'estimation de mortalité réelle calculée pour les chiroptères est **de l'ordre de 27 [7 ; 43] IC80% cadavres de chiroptères**. L'ensemble des cadavres ont été retrouvés sous E1 (4 cadavres) et E3 (3 cadavres). Les cas de mortalité constatés se répartissent de fin juin à mi-octobre (semaine 30 à 41).

L'estimation de mortalité réelle calculée pour l'avifaune est de **l'ordre 4 [2 ; 9] IC80% cadavres**. Les cadavres ont été retrouvés sous les éoliennes E3 et E5. Les 2 cas de mortalité aviaire ont été constatés sur la semaine 28 et 31.

Une des espèces impactées, la noctule commune a un niveau d'enjeu « assez fort » au vu de sa dynamique de population très défavorable.

V.2. Ecoutes en nacelle

V.2.1. Résultats des écoutes en nacelle

L'analyse des sons enregistrés permet de connaitre l'activité des espèces en hauteur sur l'AEI, de savoir si des espèces migratrices traversent la zone d'implantation potentielle et d'identifier la présence ou l'absence d'un axe de migration pour les chiroptères.

Les enregistrements ont eu lieu sur le mât de l'éolienne E5 entre le 01/04/2022 et le 31/10/2022, sur une période de 7 mois.

Au cours des analyses, 8 espèces ont été identifiées. Parmi ces espèces, plusieurs possèdent des enjeux notables sur le site.

Tableau 32 : Nombre de contacts par espèce et par mois des chauves-souris

Mois	Espèces								Nombre de contacts bruts total	Nombre de contacts/nuit	Niveau d'activité
	Pp	Pk	Pn	Es	Nn	NI	Plr	Pls			
Avril	2	1							3,00	0,10	Faible
Mai	25	4							29,00	0,97	Faible
Juin	24	3	9	1	20	10			67,00	2,23	Moyen
Juillet	90	14			1	9			114,00	3,68	Moyen
Août	66	3		41	15	22	6	1	154,00	5,13	Moyen
Septembre	13			4		2	7		26,00	0,87	Faible
Octobre	22	10			3				35,00	1,13	Faible
Total	242	35	13	45	38	48	6	1	428,00	14,11	Moyen
% Contacts	57%	8%	3%	11%	9%	11%	1%	0%	Moyenne	2,02	Moyen

Pp : Pipistrelle commune ; Pk : Pipistrelle de Kuhl ; Pn : Pipistrelle de Nathusius ; Es : Sérotine commune ; Nn : Noctule commune ; NI : Noctule de Leisler ; Plr : Oreillard roux ; Pls : Oreillard gris.

Ce sont au total 428 contacts qui ont été notés lors des 7 mois d'écoute passive pour une moyenne de 2.02 contacts par nuit. Le nombre de contacts enregistrés est le plus important pendant la fin du printemps et début de l'été avec 335 contacts enregistrés entre le 01/06/2022 et le 31/08/2022. L'activité moyenne en altitude est donc considérée comme modérée.

V.2.2. Abondance

Tableau 33 : Nombre de mois de présence

Abréviation	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre de mois de présence	Présence %
Pp	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	7	100%
Pk	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	6	86%
Pn	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	2	29%
Es	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	3	43%
Nn	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	4	57%
NI	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	4	57%
Plr	Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	1	14%
Pls	Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	1	14%

La pipistrelle commune a été contactée sur l'ensemble de la période. La pipistrelle de Kuhl a été contactée sur 6 des 7 mois de suivi. Les deux espèces de noctules sont contactées sur 4 mois, la sérotine commune sur 3 des mois, la pipistrelle commune sur 2 mois seulement. Les deux espèces d'oreillards sont contactées seulement sur 1 mois.

V.2.3. Activité

L'évaluation du niveau d'activité des espèces ayant été identifiées lors ces inventaires en nacelle est issue des données du référentiel national Vigie-Chiro. L'intégralité des contacts a été prise en compte lors de l'analyse.

Tableau 34 : Évaluation du niveau d'activité

Abréviation	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Activité (cts ajustés /nuit)	Niveau d'activité
Pp	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1,14	Faible
Pk	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0,16	Faible
Pn	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	0,06	Faible
Es	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	0,21	Faible
Nn	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	0,18	Faible
NI	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	0,23	Faible
Plr	Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	0,03	Faible
Pls	Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	0,005	Faible

Parmi les 8 espèces de chiroptères recensés, toutes possèdent un niveau d'activité « Faible ». Les niveaux d'activité vont de 0,005 à 1,14 contacts/nuit.

Tableau 35 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en contacts ajustés/nuit)

Mois	Espèces								Nbr de contacts ajustés/nuit	Niveau d'activité
	Pp	Pk	Pn	Es	Nn	NI	Plr	Pls		
Avril	0,07	0,03							0,10	Faible
Mai	0,83	0,13							0,97	Faible
Juin	0,80	0,10	0,30	0,03	0,67	0,33			2,23	Moyen
Juillet	2,90	0,45			0,03	0,29			3,68	Moyen
Août	2,20	0,10		1,37	0,50	0,73	0,20	0,03	5,13	Moyen
Septembre	0,43		0,13		0,07	0,23			0,87	Faible
Octobre	0,71	0,32		0,10					1,13	Faible
Total	7,95	1,14	0,43	1,50	1,27	1,59	0,20	0,03	14,11	Moyen
Moyenne	1,14	0,16	0,06	0,21	0,18	0,23	0,03	0,00	2,02	Moyen

Pp : Pipistrelle commune ; Pk : Pipistrelle de Kuhl ; Pn : Pipistrelle de Nathusius ; Es : Sérotine commune ; Nn : Noctule commune ; NI : Noctule de Leisler ; Plr : Oreillard roux ; Pls : Oreillard gris.

D'après le tableau précédent, il en ressort que : une espèce est présente sur la durée totale de l'étude.

- ⌚ Tout d'abord, la pipistrelle commune avec une faible activité durant les mois d'avril à juin et de septembre à octobre. En juillet et août, son activité est dite « modérée ».
- ⌚ La pipistrelle de Kuhl est absente seulement durant le mois de septembre. Son activité est faible sur les mois où l'espèce est contactée.
- ⌚ La pipistrelle de Nathusius n'est présente que pendant les mois de juin et septembre avec une activité en hauteur « Faible ». Cette espèce migre sur de longues distances lors du transit printanier et automnal une fois que les individus juvéniles sont aptes au vol à partir de la mi-août et septembre. Cette caractéristique de migration est en cohérence avec l'activité identifiée uniquement sur les mois de migration, comme le montre la bibliographie (ARTHUR & LEMAIRE, 2015).
- ⌚ La sérotine commune est contactée aux mois de juin, août et octobre. Son activité est « Faible », sauf au mois d'août où il est considéré comme « Modéré ».
- ⌚ La noctule commune et la noctule de Leisler sont présentes avec une activité « Faible » au cours des mois de juin à septembre.
- ⌚ L'oreillard roux et l'oreillard gris sont présents en faible abondance pendant les mois de juin, juillet, août et septembre. Leur activité est décrite comme « Faible ».

Toutes espèces confondues, le mois d'août est celui présentant le niveau d'activité le plus important, « Modéré ». Ce niveau d'activité est principalement influencé par la présence plus importante de la pipistrelle commune (2,20 contacts ajustés/nuit).et de la sérotine commune (1,37 contacts ajustés/nuit) ainsi que par la présence de deux espèces d'oreillards.

Le mois de juillet est le deuxième mois qui possède le niveau d'activité le plus élevé (« Modéré ») avec un nombre de contacts ajusté par nuit de 3,68 influencé, à l'instar du mois d'août, par la pipistrelle commune et la sérotine commune.

Le mois de juin est le troisième mois qui possède le niveau d'activité le plus élevé (« Modéré ») avec un nombre de contacts ajusté par nuit de 2,23.

Ce niveau d'activité un peu plus important sur les mois de juin, juillet et août peut s'expliquer par plusieurs phénomènes. D'une part, la période de mise-bas et d'élevage des jeunes, demandant un apport en nourriture plus important et part le début de la période automnale à partir de la fin août correspond à une période de transit importante pour les espèces de chiroptères qui quittent les gîtes estivaux pour rejoindre leurs gîtes de repos hivernal. Ces transits, plus ou moins longs selon les espèces, migratrices ou non, traduit l'augmentation des niveaux d'activité à cette période. De plus, il a été observé dans la bibliographie que les adultes font découvrir les territoires de chasses ou les différents gîtes aux jeunes volants. D'autre part, cette période précédant l'hiver est aussi synonyme d'une augmentation de l'effort de chasse des chiroptères (adultes et jeunes volants) pour stocker suffisamment d'énergie pour leur hibernation. Il est donc tout à fait cohérent d'observer une si grande activité pendant cette période.

Les autres mois d'enregistrement possèdent un niveau d'activité « Faible »

V.2.4. Répartition temporelle des contacts

L'activité des chiroptères est la plus forte au mois d'août (5,13 contacts ajustés/nuit) et la plus faible au mois d'avril (0,10 contacts ajustés/nuit). La diversité spécifique est au maximum de 7 espèces en août. Comme évoqué précédemment, il est observé que l'activité est plus importante sur la période de mise-bas/élevage des jeunes et lors du transit automnal. Il en va de même pour richesse spécifique.

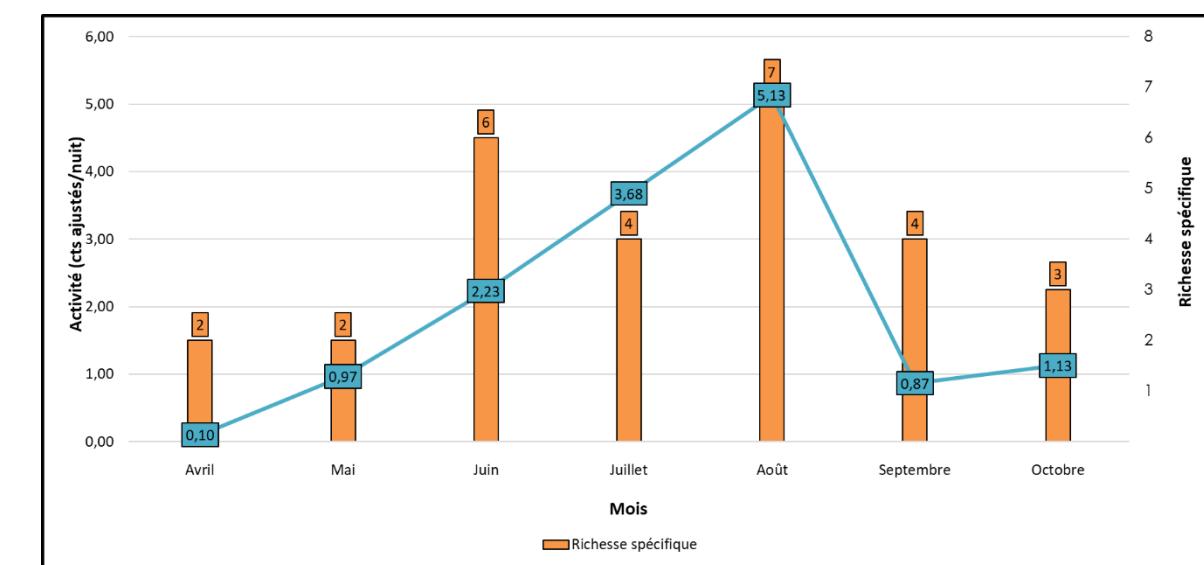


Figure 26 : Évolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison

V.2.5. Impact de la température sur l'activité des chiroptères

La température est un facteur pouvant influencer l'activité des chiroptères. Les données recensées au niveau de la nacelle ont été mises en relation avec les données de températures sur le site.

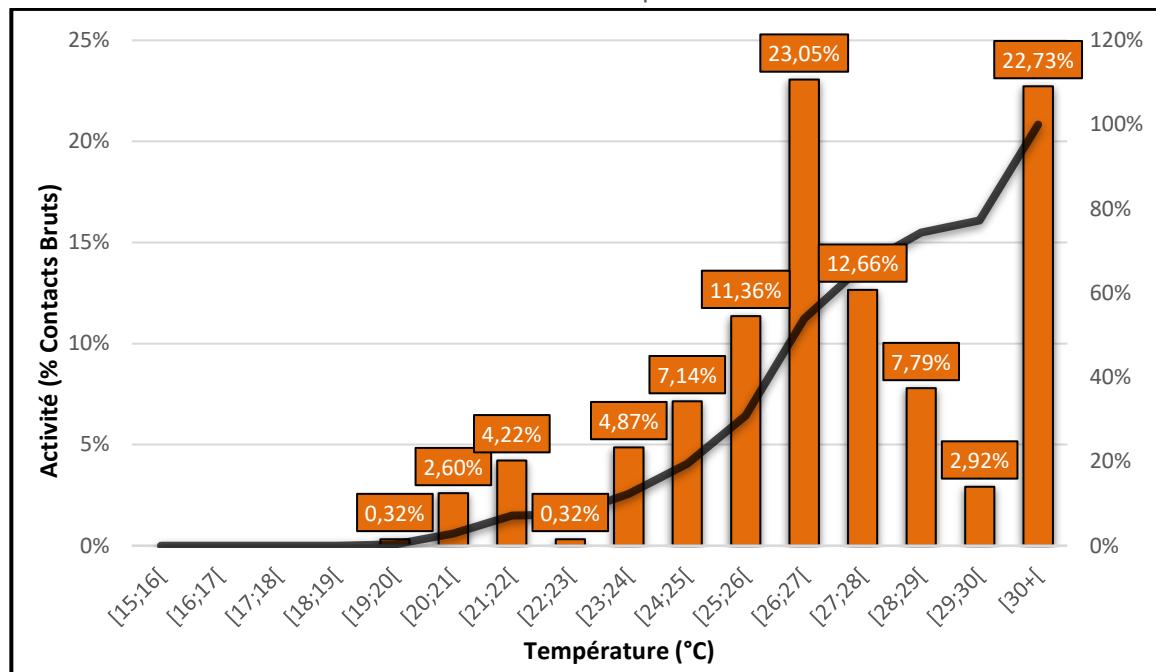


Figure 27 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C)

Les chauves-souris sont contactées à hauteur de nacelle pour des températures de 19°C à plus de 40°C. Ces contacts suivent la répartition des températures contactées sur la saison étudiée. Entre le mois de mai et d'octobre seulement 2% des données de température été en dessous de 19°C.

V.2.6. Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

De même que pour la température, la vitesse du vent influence l'activité des chiroptères.

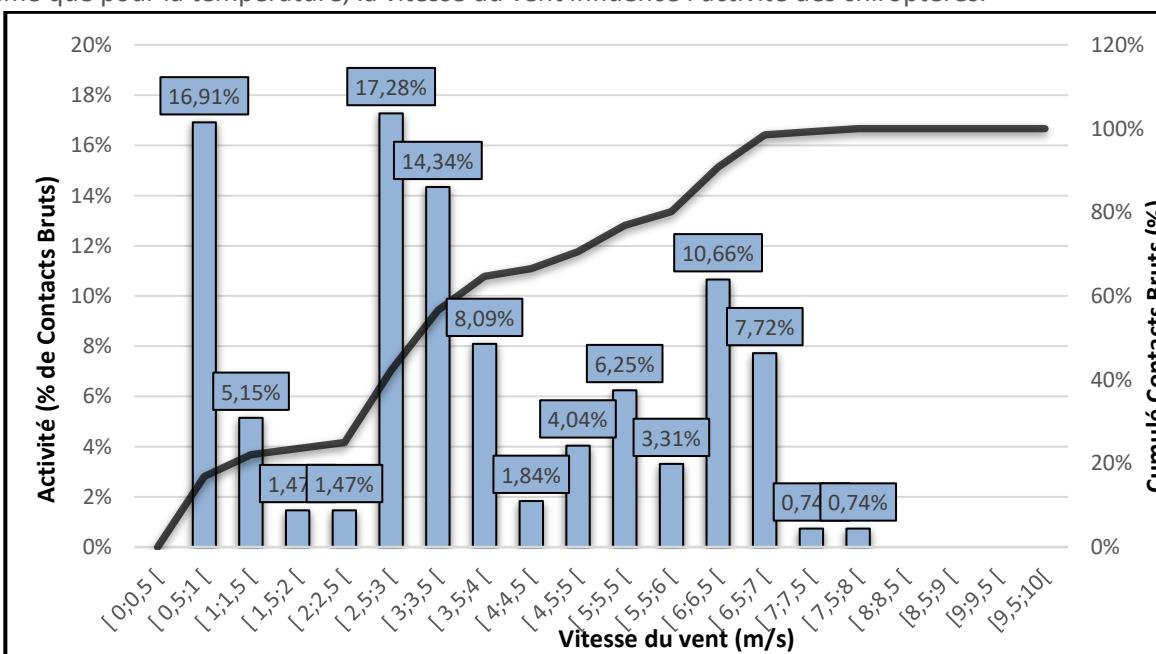


Figure 28 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s)

Les chauves-souris sont présentes en altitude jusqu'à une vitesse de vent de 8 m/s. La plus forte activité a lieu lorsque le vent est compris entre 0,5 et 7 m/s, représentant 98,5 % des contacts. Se sont 80% des contacts qui sont enregistrés sous 6m/s de vent et 90% sous 6,5m/s La très faible proportion de vent enregistrée au-delà de 7 m/s ne permet pas de statuer sur l'activité des chiroptères au-delà de cette valeur.

V.2.7. Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil

Pour rappel, les enregistrements pour les suivis chiroptères s'effectuent 30 minutes avant le coucher du soleil et jusqu'à 30 minutes après le lever du soleil. Ceci correspond à la période d'activité des chiroptères.

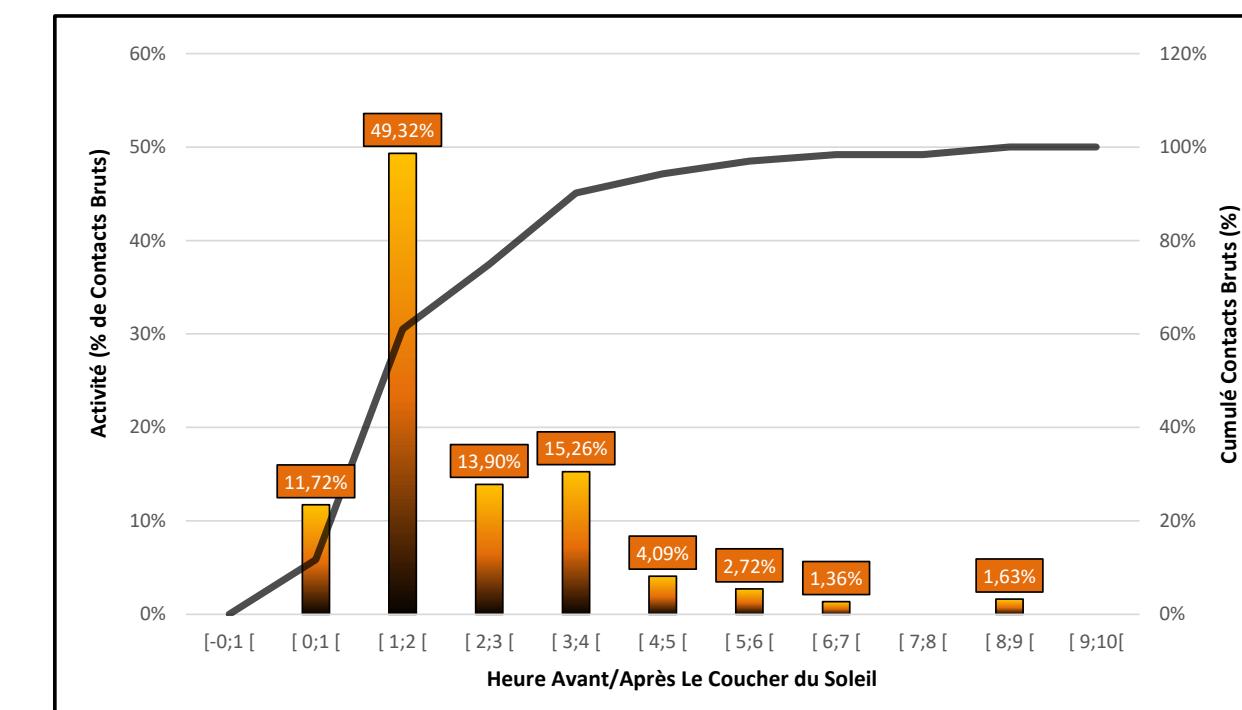


Figure 29 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil

Concernant l'activité en fonction de l'heure du coucher du soleil, on constate un pic entre 1 et 2 heures après le coucher du soleil. Par ailleurs, l'activité enregistrée entre le coucher du soleil et 4 heures après représente 90 % de l'activité. Aucune activité avant le lever du soleil n'a été enregistré.

V.2.8. Evolution de facteurs environnementaux sur l'activité de la noctule commune

Les graphiques suivants illustrent de quelle manière l'activité de la noctule commune évolue durant la période de suivi en fonction des paramètres météorologiques. Cette espèce nécessite une attention particulière, car elle en forte régression à l'échelle nationale et particulièrement sensible à l'éolien.

V.2.8.1. Impact de la température sur l'activité de la noctule commune

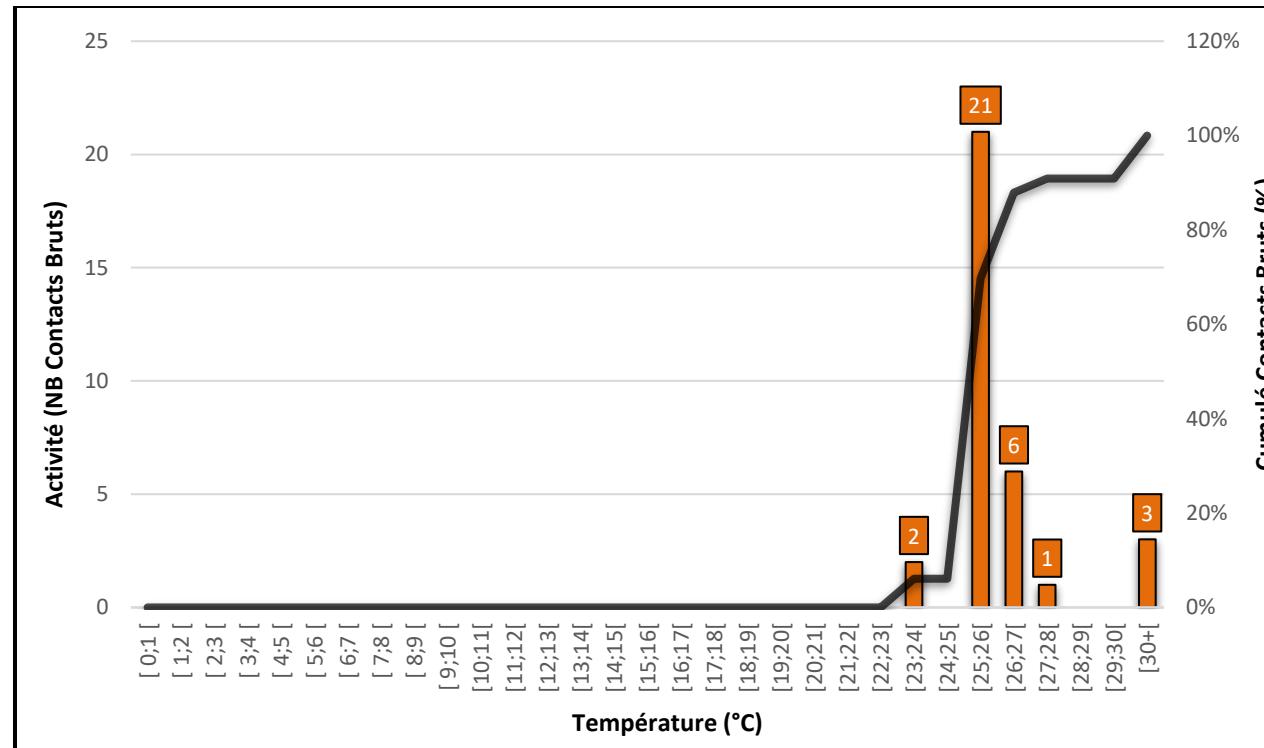


Figure 30 : Évolution de l'activité de la noctule commune en fonction de la température (°C)

De la même manière que l'activité globale, nous avons croisé l'activité de la noctule commune en fonction de la température. Ainsi, **on remarque que 81 % de l'activité se concentre entre 25°C et 27°C inclus** (voir graphique ci-dessus).

Ce constat est à mettre en relation avec les températures élevées constatées au cours de l'été 2022.

V.2.8.2. Impact de la vitesse du vent sur l'activité de la noctule commune

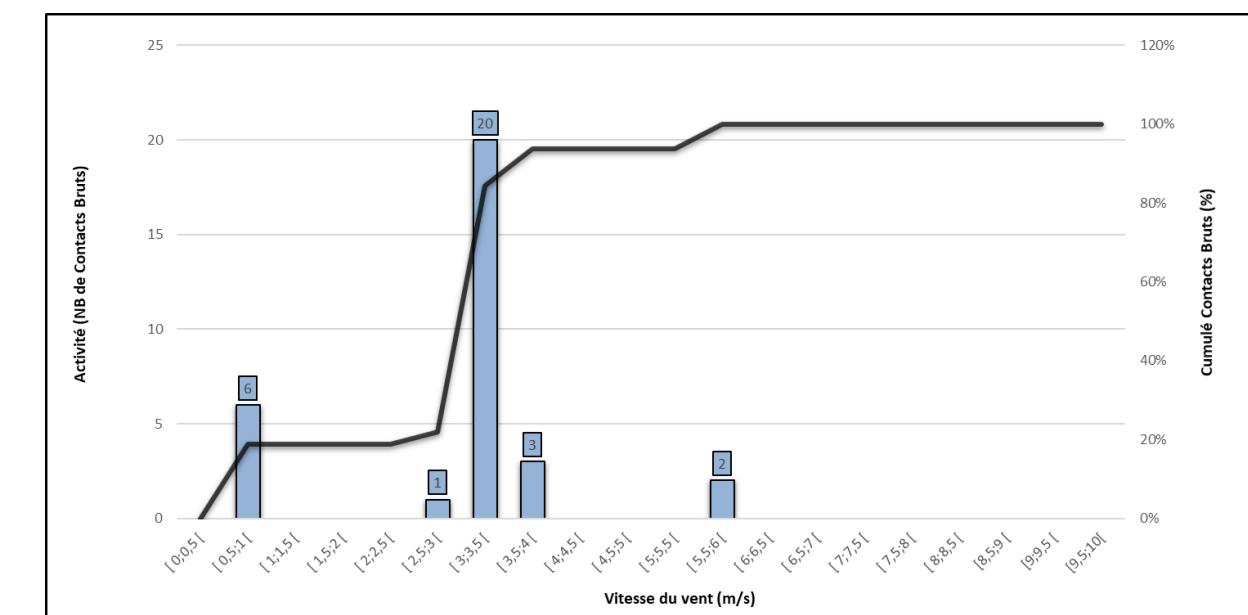


Figure 31 : Évolution de l'activité de la noctule commune en fonction de la vitesse du vent (m/s)

La noctule commune est ainsi active à hauteur de pale lorsque la vitesse du vent est comprise entre 0.5 et 3.5 m/s ; Ainsi, 84 % de l'activité est enregistrée dans cet intervalle de vitesse, dont 93 % entre 0.5 et 4 m/s.

V.2.8.3. Activité de la noctule commune en fonction de l'heure du coucher du soleil

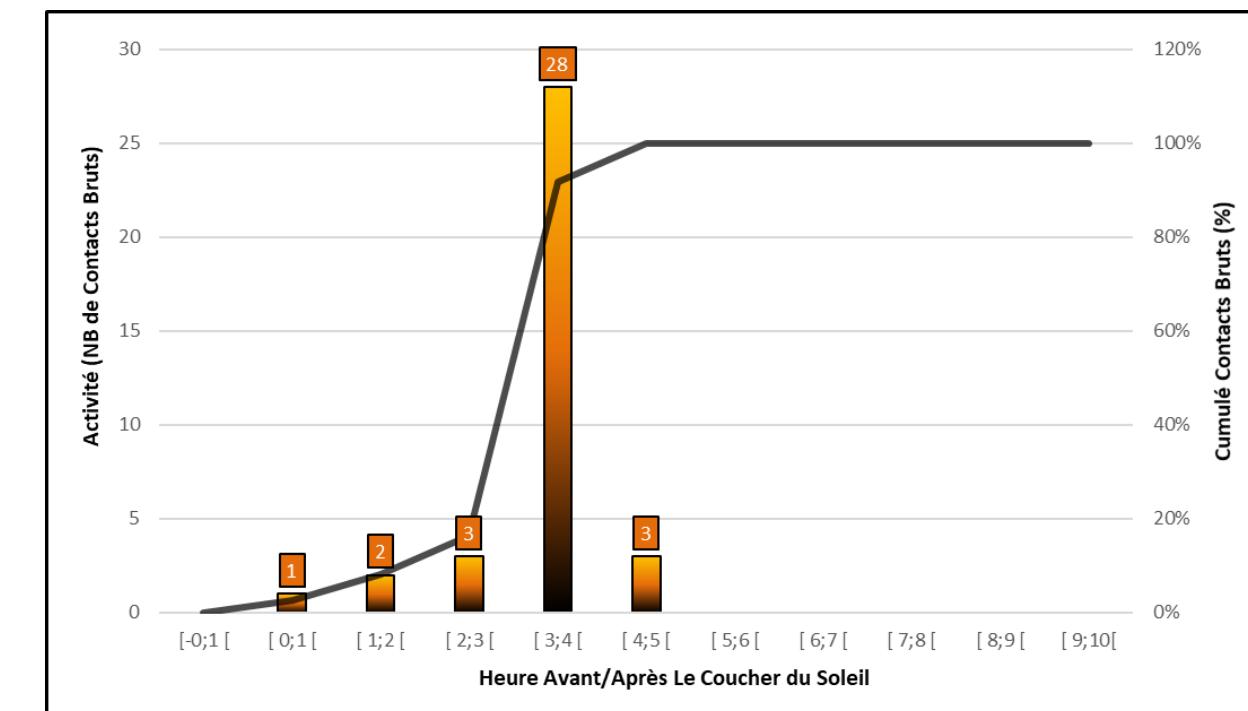


Figure 32 : Activité de la noctule commune en fonction de l'heure du coucher du soleil

Concernant l'activité en fonction de l'heure du coucher du soleil, **on remarque que 91 % de l'activité de la noctule commune est enregistrée entre 0 et 4 heures après le coucher du soleil**. Le reliquat de 9 % de l'activité totale de la noctule commune correspond à une activité située 4 à 5 heures après le coucher du soleil.

V.2.9. Evolution de facteurs environnementaux sur l'activité de la Sérotine commune

Les graphiques suivants illustrent de quelle manière l'activité de la sérotine commune évolue durant la période de suivi en fonction des paramètres météorologiques.

V.2.9.1. Impact de la température sur l'activité de la sérotine commune

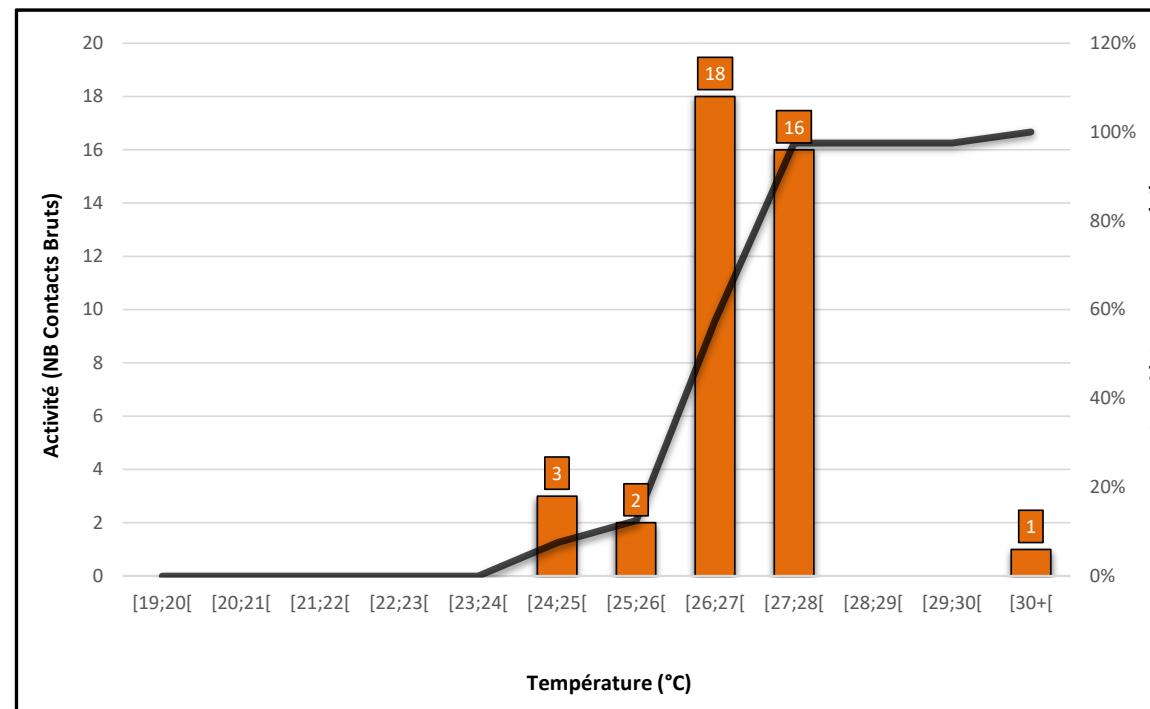


Figure 33 : Évolution de l'activité de la sérotine commune en fonction de la température (°C)

On constate que 98 % de l'activité de la sérotine commune se concentre entre 24°C et 28°C inclus. Ce constat est à mettre en relation avec les températures élevées constatées au cours de l'été 2022.

V.2.9.2. Impact de la vitesse du vent sur l'activité de la sérotine commune

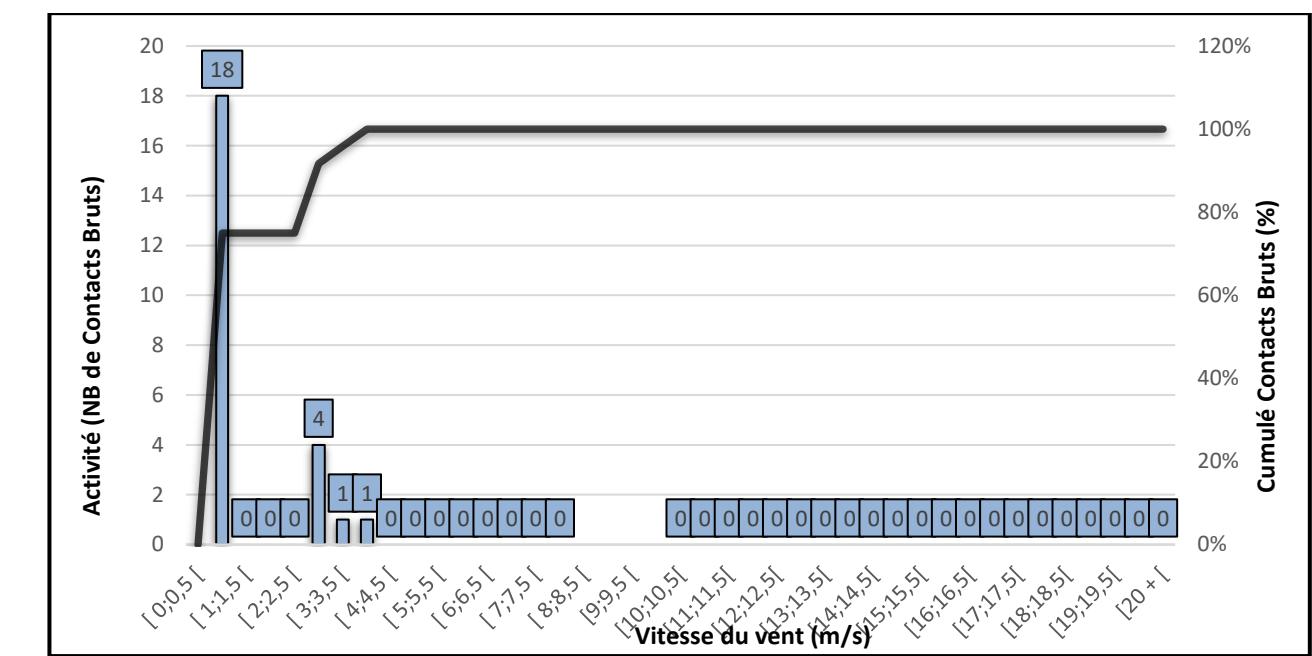


Figure 34 : Évolution de l'activité de la noctule commune en fonction de la vitesse du vent (m/s)

La sérotine commune est active à hauteur de pale lorsque la vitesse du vent est comprise entre 0 et 4 m/s.

V.2.9.3. Activité de la sérotine commune en fonction de l'heure du coucher du soleil

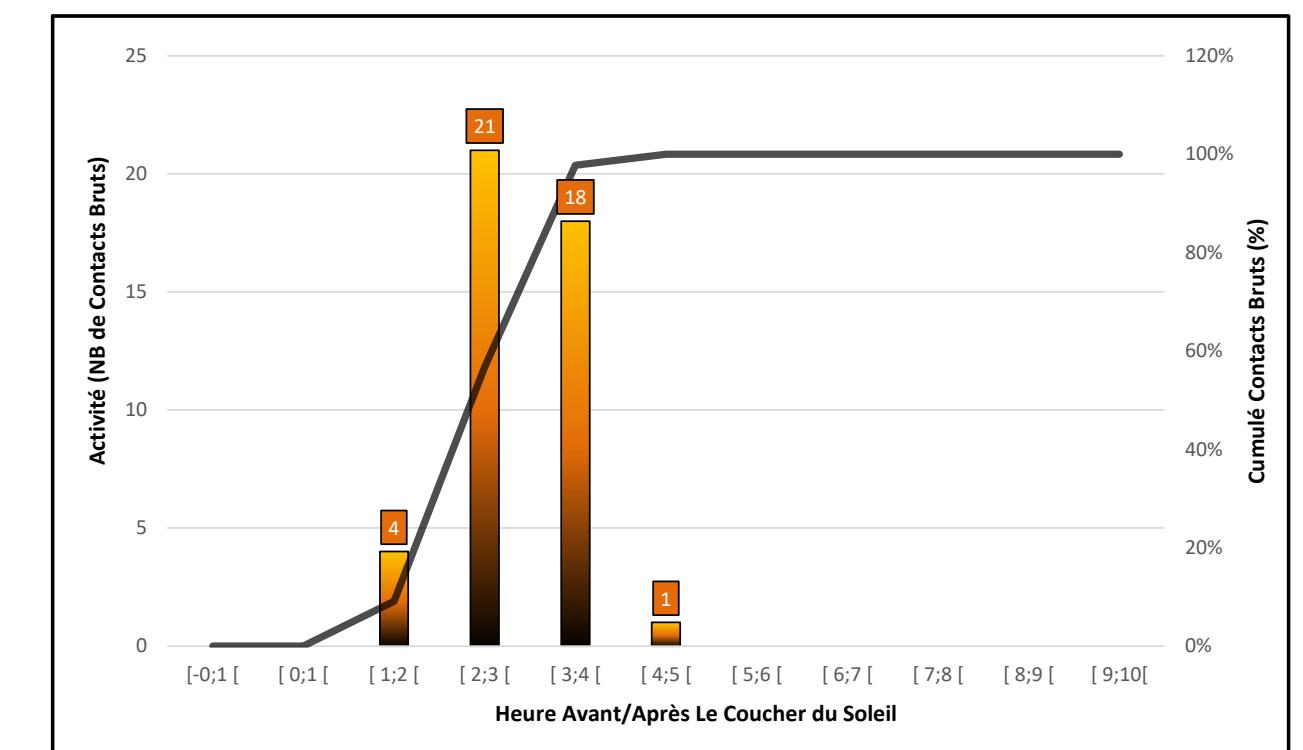


Figure 35 : Activité de la noctule commune en fonction de l'heure du coucher du soleil

Concernant l'activité en fonction de l'heure du coucher du soleil, on remarque que 98 % de l'activité de la noctule commune est enregistrée entre 1 et 4 heures après le coucher du soleil.

V.2.10. Évaluation du niveau d'enjeu

Ce sont au total huit espèces qui ont été inventoriées sur le parc éolien de Mauron.

Tableau 36 : Statuts et enjeu sur site pour chaque espèce

Enjeu patrimonial	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut national	Directive HFF	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Niveau d'activité général	Enjeu sur site
Faible	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Article 2	Annexe IV	LC	NT	Faible	Faible
Faible	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Article 2	Annexe IV	LC	LC	Faible	Faible
Faible	Pipistrelle de Natusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Article 2	Annexe IV	LC	NT	Faible	Faible
Faible	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Article 2	Annexe IV	LC	NT	Faible	Faible
Fort	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Article 2	Annexe IV	LC	VU	Faible	Faible
Fort	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Article 2	Annexe IV	LC	NT	Faible	Faible
Faible	Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	Article 2	Annexe IV	LC	LC	Faible	Faible
Faible	Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Article 2	Annexe IV	LC	LC	Faible	Faible

Afin de définir un enjeu sur site, l'enjeu patrimonial et le niveau d'activité de chaque espèce ont été pris comme référence. En effet, le niveau d'activité est décliné à l'échelle régionale grâce aux différents référentiels du MNHN et les seuils sont dépendants de la rareté des espèces. Ainsi pour un même nombre de contacts, une espèce présente en forte abondance n'aura pas le même niveau d'activité qu'une espèce rare.

Nous considérons donc que le niveau d'activité doit être croisé avec l'enjeu patrimonial. L'enjeu sur site traduit une moyenne de ces deux niveaux le plus souvent arrondie au seuil supérieur.

Au vu de la faible activité des chiroptères sur le site, les enjeux pour chaque espèce demeurent faibles dans leur globalité.

V.2.11. Évaluation du niveau de vulnérabilité et de sensibilité

Le croisement des niveaux d'enjeux et de sensibilité permet d'obtenir le niveau de vulnérabilité de chaque espèce et permet ainsi de faire ressortir les espèces concernées par un parc éolien.

Tableau 37 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Hauteur de vol (Eurobats, 2015)	Migration ou déplacements sur de longues distances	Attriée par la lumière	Mortalité avérée avec les éoliennes (Eurobats, 2016)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Niveau d'enjeu sur site	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité	Niveau de vulnérabilité ajustée
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	Faible	Fort	Assez fort	Assez fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	Faible	Fort	Assez fort	Modéré*
Pipistrelle de Natusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	Faible	Fort	Assez fort	Assez fort**
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Faible	Fort	Assez fort	Modéré**
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Faible	Fort	Assez fort	Modéré**
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Moyen	Faible	Modérée	Modérée	Assez fort***	Assez fort***
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Vol haut et bas	Oui	Non	Oui	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	Vol haut et bas	Oui	Non	Oui	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible

* la vulnérabilité sur site est réévaluée à un niveau « modéré » pour la noctule de Leisler en raison de l'absence de cadavre constaté *in situ*.

** le niveau de vulnérabilité est réévalué de « assez fort » à « modéré » pour *P. pipistrellus* et *P. kuhlii*. En effet avec seulement 2 cas de mortalité de pipistrelle non identifiée ont été constatés. Il n'est pas possible d'imputer les cadavres à une espèce en particulier (*P. nathusii* / *pipistrellus* / *kuhlii*). Pour le cas de *P. nathusii* dont les populations à l'échelle nationale sont en déclin, le niveau de vulnérabilité demeure « assez fort ».

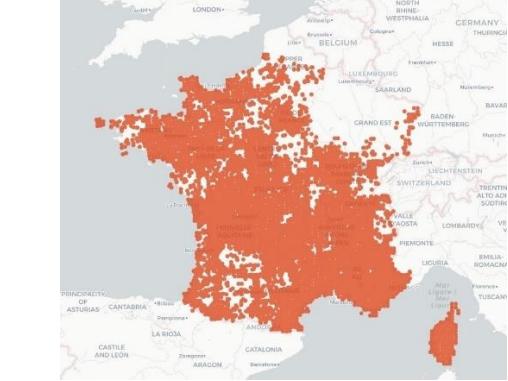
*** la vulnérabilité est rehaussée d'un niveau « modéré » à « assez fort » pour la sérotine commune en raison de la découverte de 4 cadavres. En effet, ce résultat est dans la fourchette haute de ce qui a été mis en évidence sur les parcs mortifères pour cette espèce à l'échelle du grand ouest (Goislot, 2021), avec 24 cadavres sur 15 parcs impliqués (moyenne de 1,4 cadavres par parc mortifère).

Le groupe des oreillards indéterminés possède un niveau de vulnérabilité sur site « Faible » de par ses niveaux d'enjeu sur site et de sensibilité face à l'éolien « Faible ».

V.2.11.1. Présentation des espèces dont la vulnérabilité est significative

Afin de mieux appréhender les espèces de chauves-souris présentant une vulnérabilité assez forte, elles sont présentées dans ce paragraphe.

Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Espèce à vulnérabilité Modérée
La pipistrelle commune est une espèce de petite taille qui fréquente tous les milieux. Elle se retrouve en pleine forêt comme en villes ou en zones cultivées. Elle gîte dans les bâtiments, les greniers, les fissures de murs, les cavités arboricoles et des nombreux autres endroits.		
En France, la pipistrelle commune est très présente et est souvent l'espèce la plus contactée.		
En Bretagne, elle est également largement répartie.		
		
Figure 36 : Pipistrelle commune (Source : L. BONNOT)		
		
Figure 37 : Carte de répartition de la pipistrelle commune (Source : INPN-SINP)		

Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus Kuhlii</i>	Espèce à vulnérabilité Modérée
La pipistrelle de Kuhl est une chauve-souris de petite taille anthropophile. Elle se rencontre fréquemment dans les villes. Elle fréquente également les milieux agricoles, forestiers et une grande diversité d'autres habitats. Elle gîte en période estivale principalement dans les bâtiments.		
En France, la pipistrelle de Kuhl est bien présente à l'exception de certains départements au Nord ou dans le Grand Ouest où elle reste anecdotique.		
En Bretagne, elle est présente dans tous les départements. Elle est légèrement moins commune dans l'ouest de la région.		
		
Figure 38 : Pipistrelle de Kuhl (Source : V. VERISSIMO)		
		
Figure 39 : Carte de répartition de la pipistrelle de Kuhl (Source : INPN-SINP)		

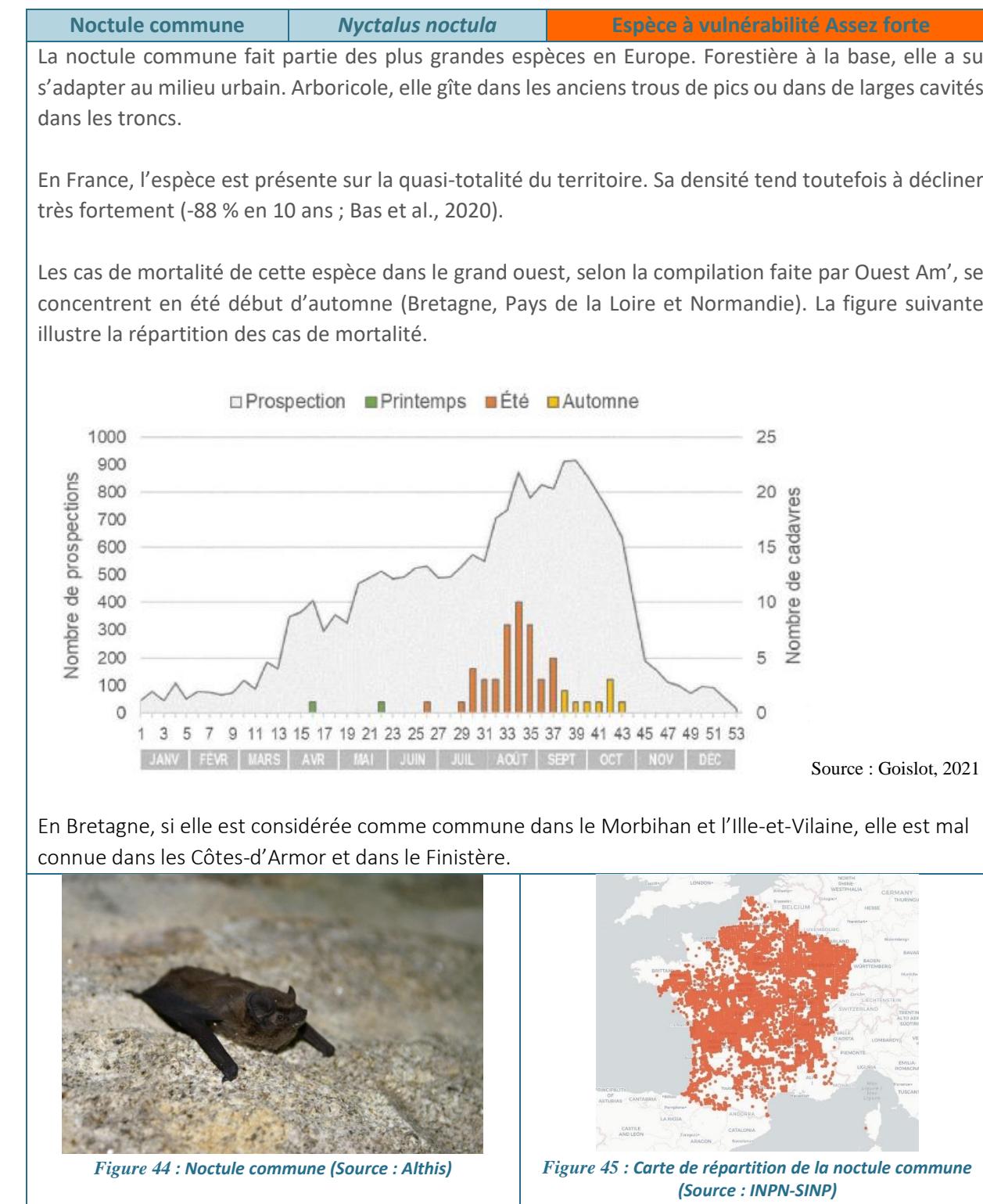
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus Nathusii</i>	Espèce à vulnérabilité Assez forte
La pipistrelle de Nathusius est une espèce forestière qui fréquente préférentiellement les boisements avec de nombreux points d'eau. Il s'agit d'une espèce migratrice qui vole sur de grandes distances entre ses gîtes de mise bas et d'hibernation.		
En France, l'espèce est plus présente sur les zones littorales qu'au centre. Sa densité tend à décliner fortement (-46 % en 10 ans ; Bas et al., 2020).		
En Bretagne, elle est présente dans tous les départements et se concentre autour du réseau hydrographique et des zones humides.		



Figure 40 : Pipistrelle de Nathusius (Source : J. WEDD)



Figure 41 : Carte de répartition de la pipistrelle de Nathusius (Source : INPN-SINP)



Noctule de Leisler	<i>Nyctalus Leisleri</i>	Espèce à vulnérabilité Modérée
La noctule de Leisler est une espèce de taille moyenne qui fréquente les milieux forestiers et particulièrement les forêts de feuillus ouvertes. Cette espèce, migratrice, peut effectuer des déplacements allant de quelques centaines de kilomètres jusqu'à plus de 1500 km. Ses gîtes sont arboricoles, principalement en boisements de feuillus.		
En France, l'espèce est présente sur l'ensemble du territoire.		
Découverte seulement en 2002 en Bretagne, elle est considérée comme rare et mal connue dans la région.		
		
Figure 46 : Noctule de Leisler (Source : ONF)	Figure 47 : Carte de répartition de la noctule de Leisler (Source : INPN-SINP)	

V.2.12. Synthèse

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc éolien de Mauron a été réalisé d'avril à octobre 2022. Au cours de ce suivi, 8 espèces de chiroptères ont été recensées. L'ensemble des espèces possèdent un niveau d'activité faible (428 contacts).

Le niveau d'activité constaté au niveau de la nacelle, toutes espèces confondues et sur l'ensemble de la période étudiée, est « faible ». Un pic d'activité est visible au mois d'août correspondant à un nombre moyen de 5,13 contacts ajustés/nuit. Ce mois est influencé par l'élevage des jeunes dans les gîtes estivaux.

Pour l'éolienne E5, les chiroptères utilisent toutes les plages de températures et 80% des contacts se trouvent sous des vents à 6m/s et 90% sous des 6,5m/s avec cependant une légère préférence pour les périodes d'absence de vent. Les 80% à 90% des contacts se sont faits entre 0 et 4h après le coucher du soleil, dont 0% avant le lever du soleil.

Le niveau de vulnérabilité sur site est à un niveau « assez fort » pour 3 espèces (pipistrelle de Nathusius, sérotine commune et noctule commune) et « modéré » pour 3 autres (pipistrelle commune, pipistrelle de Kuhl et noctule de Leisler).

V.3. Mesure de réduction

Compte tenu de l'activité enregistrée en nacelle, avec notamment la présence de la noctule commune, et des cas de mortalité constatés (1 noctule commune et 4 sérotines communes), une mesure de réduction par bridage du parc est nécessaire.

Le bridage des éoliennes, lorsque les conditions de vent sont les plus favorables au vol des chiroptères, permet de réduire le risque de collision et de barotraumatisme.

Un échange itératif entre l'exploitant et Synergis Environnement a permis d'obtenir un consensus sur des modalités de bridage qui permettent de couvrir :

- ⌚ 100 % de l'activité des sérotines communes,
- ⌚ 96 % de l'activité de la noctule commune,
- ⌚ 64 % de l'activité de l'ensemble des espèces de chiroptères.

Tableau 38 : Synthèse des bridages

	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre
Paramètres	<ul style="list-style-type: none"> • < 4 m/s • > 14°C • Les 5 premières heures de la nuit • Toutes les éoliennes 	<ul style="list-style-type: none"> • < 5 m/s • > 13°C • Les 5 premières heures de la nuit • Toutes les éoliennes 	<ul style="list-style-type: none"> • < 5 m/s • > 12°C • Les 5 premières heures de la nuit • Toutes les éoliennes 	<ul style="list-style-type: none"> • < 5 m/s • > 11°C • Les 5 premières heures de la nuit • Toutes les éoliennes 	<ul style="list-style-type: none"> • < 4 m/s • > 11°C • Les 5 premières heures de la nuit • Toutes les éoliennes
% couvert noctule commune et sérotine commune combinée	<ul style="list-style-type: none"> • 100 % 	Pas d'individu enregistré	<ul style="list-style-type: none"> • 93 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 %
% couvert tous chiroptères	<ul style="list-style-type: none"> • 61 % 	Non quantifiable en raison du manque de données météorologique	<ul style="list-style-type: none"> • 61 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 77 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 87 %

Ces mesures de bridage doivent être complétées par un suivi environnemental en 2023 pour connaître l'efficacité de ces mesures.

VI. Conclusion

Le parc éolien de Mauron (56), se situe dans un contexte agricole et bocager. Certains corridors écologiques fonctionnels sont représentés autour du site.

Le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères a été réalisé entre les semaines 14 à 43 avec 40 interventions à raison d'une visite hebdomadaire d'avril à mi-août puis 2 visites hebdomadaires de mi-août à fin octobre.

Neuf cas de mortalité ont été enregistrés, dont 7 chiroptères et 2 oiseaux (4 sérotines communes, 1 pipistrelle sp., 1 noctule commune, 1 faucon crécerelle et 1 étourneau sansonnet).

La mortalité réelle supposée pour le parc entier est de l'ordre de 27 [7 ; 43]IC80% individus de chiroptères 4[2 ; 9]IC80% individus d'oiseaux.

Les 3 éoliennes impliquées dans les cas de mortalité (E1, E3 et E5) sont les plus proches des éléments paysagers (haies, boisement, cours d'eau), ce qui peut expliquer ces cas de mortalité, notamment pour les chiroptères.

Etant donné le nombre d'individus de chiroptères retrouvés morts lors du suivi de mortalité, la mise en œuvre d'une mesure de réduction est nécessaire. Ainsi, nous préconisons un bridage couvrant la période de mise-bas/élevage des jeunes et début de transit automnal de la noctule commune ainsi que la période de transit automnale de la sérotine commune. Ce bridage permet selon les données de 2022 de protéger 96 % des contacts.

Un suivi environnemental d'exploitation sera nécessaire en 2023 pour évaluer l'efficacité de la mesure de réduction prise.

VII. Bibliographie

- BARATAUD, M., 2015. Acoustic ecology of European bats. Species Identification, Studies of Their Habitats and Foraging Behaviour. Biotope, Mèze; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (Inventaires et biodiversité Series), 352 p.
- BOONMAN, A. M., LIMPENS H.J.G.A. & VERBOOM B., 1995. – The influence of landscape elements on the echolocation of the pond bat *Myotis dasycneme*. – *Rhinolophus* 11, 39-40.
- CRYAN P. M. & BARCLAY R. 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*. Vol.90, n°6. p. : 1330–1340.
- DULAC P., 2008. Évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. LPO délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire/Conseil régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon. Nantes. 106p.
- DÜRR T., 2020. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Septembre 2020.
- EUROBATS, 2014. – Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. – EUROBATS Publications Series N°6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- JOHNSON, G. D., PERLIK, M. K., ERICKSON, W. P., & STRICKLAND, M. D., 2004. Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin*, 32(4), 1278–1288.
- LONG C.V., FLINT J.A. & LEPPER P.A. 2011. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *Eur. J. Wildl. Res.*, published online.
- MARX G., 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune – Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 – LPO France.
- ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHNSON G. & KERN W., 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants – National Avian, Wind Power Planning Meeting III – San Diego, California, p 172–182.
- MONTGOMERY, I., CARUSO, T., & REID, N., 2020. Hedgerows as Ecosystems: Service Delivery, Management, and Restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 51, 81–102.
- MORRIS, A. D., MILLER, D. A., & KALCOUNIS-RUEPPELL, M. C., 2010. Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *The Journal of Wildlife Management*, 74(1), 26–34.
- MOTTE & LIBOIS, 2002. Conservation of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800) (Mammalia: Chiroptera) in Belgium. A case study of feeding habitat requirements. *Belg. J. Zool.*, 132 (1) : 49-
- MTES, 2018. – Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres. – 19 p.
- LPO, 2004 (révision en août 2009). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Programme national Eolien et Biodiversité ADEME-MEEDDM-SER/FEE-LPO
- Ouest Am', 2019. Impacts des éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères de l'ouest de la France : étude des suivis de mortalité de 2010 à 2019. Ouest Aménagement.
- RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDZA, D. KOVÁČ, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDER-MANN, 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. EUROBATS Publication : séries N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- RYDELL J., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.J., GREEN M., RODRIGUES L. & HEDENSTRÖM A. 2010. Mortality of bats at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2), 261-274.
- SIEMERS B.M. & SCHNITZLER H.-U., 2000. – Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to végétation using ecolocation signals of very broad bandwidth. – *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47: 400–412.
- STEEN, H., MYSTERUD, A., & AUSTRHEIM, G., 2005. Sheep grazing and rodent populations: evidence of negative interactions from a landscape scale experiment. *Oecologia*, 143(3), 357–364.
- IUCN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.
- WEICKERT CC, WHITTAKER JC, FELDHAMER GA, 2001. Effects of enclosed large ungulates on small mammals at land between the lakes, Kentucky. *Canadian Field Naturalist* :115:247–250.
- GOISLOT C., (2021). Mortalité des chiroptères induite par les éoliennes dans le nord-ouest de la France : nombre de cas et distribution spatio-temporelle des espèces concernées. *Ouest Am'*, Plume de naturalistes, n°5 -202. 28p.
- BAS Y., KERBIRIOU C., ROEMER C. & JULIEN J.-F. (2020). Bat population trends. MNHN. <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/population-trends>
- Langgemach, T. & Dürr, T. (Juni 2022) Informationen über Einflüsse der Windenergienutzung auf Vögel. <https://www.oiseaux.net/>
- <https://inpn.mnhn.fr/>

VIII. Annexes

Date	27/06/2022	11/07/2022	01/08/2022	19/08/2022
Photo				
Espèce	Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Faucon crécerelle <i>Falco tinnunculus</i>	Etourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i>	Pipistrelle indéterminée <i>Pipistrellus sp</i>
Éolienne	E3	E3	E5	E1

Date	02/09/2022	23/09/2022	04/10/2022	14/10/2022
Photo				
Espèce	Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Pipistrelle indéterminée <i>Pipistrellus sp</i>	Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>
Éolienne	E1	E3	E3	E1