



Objet du dossier :
Suivi environnemental
Tréglamus, Gurunhuel,
Moustéru

Contact :
Emilie Coursière
&
Julien Chouan
ELICIO France SAS
30 Boulevard Richard Lenoir
75011 PARIS



SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2021 RAPPORT FINAL PARC EOLIEN DE PENQUER 1 ET 2 (22)

ETUDE REALISEE PAR :


SYNERGIS
ENVIRONNEMENT
Agence BRETAGNE

10B RUE DU DANEMARK
56400 AURAY
02 97 58 53 15

Janvier
2022

TABLES DES MATIERES

I.	Introduction.....	5
<i>I.1</i>	<i>Préambule</i>	<i>5</i>
<i>I.2</i>	<i>Porteur de projet.....</i>	<i>5</i>
<i>I.3</i>	<i>Auteurs de l'étude</i>	<i>5</i>
II.	Contexte	5
<i>II.1</i>	<i>Caractéristique du parc.....</i>	<i>5</i>
<i>II.2</i>	<i>Historique du parc</i>	<i>6</i>
<i>II.3</i>	<i>Localisation.....</i>	<i>6</i>
III.	Méthodologie	7
<i>III.1</i>	<i>Définition des aires d'études.....</i>	<i>7</i>
III.1.1	Zone d'étude immédiate.....	Erreur ! Signet non défini.
III.1.2	Aire d'étude éloignée (AEE)	Erreur ! Signet non défini.
<i>III.2</i>	<i>Cadrage des suivis</i>	<i>9</i>
III.2.1	Contexte réglementaire	9
<i>III.3</i>	<i>Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères</i>	<i>9</i>
III.3.1	Rappel de la commande.....	9
III.3.2	Protocole mis en œuvre.....	9
<i>III.4</i>	<i>Méthodologie pour le suivi de mortalité.....</i>	<i>12</i>
III.4.1	Prise en compte des biais.....	13
III.4.2	Rappels théoriques	14
III.4.3	Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement.....	15
III.4.4	Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert.....	16
III.4.5	Utilisation des données météorologiques et de fonctionnement.....	17
IV.	Contexte écologique et réglementaire.....	19
<i>IV.1</i>	<i>Zones naturelles proches</i>	<i>19</i>
IV.1.1	Le réseau Natura 2000	19
IV.1.2	Les Arrêtés de Protection de Biotope (APPB).....	20
IV.1.1	Les réserves naturelles.....	21
IV.1.1	Les parcs nationaux et les parcs naturels régionaux (PNR).....	21
IV.1.2	Les zonages d'inventaires : ZNIEFF	23
<i>IV.2</i>	<i>Schéma Régional Eolien de la région Bretagne</i>	<i>26</i>

<i>IV.3</i>	<i>Continuités écologiques</i>	<i>26</i>
IV.3.1	Définition	26
IV.3.2	Aspects légaux.....	26
IV.3.3	La trame verte et bleue	26
IV.3.4	Le SRCE de la région Bretagne	27
<i>IV.4</i>	<i>Contexte paysager</i>	<i>30</i>
V.	Ecoutes en nacelles	33
<i>V.1</i>	<i>Historique du parc.....</i>	<i>33</i>
<i>V.2</i>	<i>Résultats des écoutes en nacelle.....</i>	<i>33</i>
V.2.1	Observations globales	33
V.2.2	Diversité spécifique	33
V.2.3	Activité.....	34
V.2.4	Répartition temporelle des contacts.....	36
V.2.5	Impact de la température sur l'activité des chiroptères	36
V.2.6	Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères.....	37
V.2.1	Impact des précipitations sur l'activité des chiroptères.....	38
V.2.1	Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil.....	38
V.2.2	Évaluation du niveau de vulnérabilité face à l'éolien.....	38
<i>V.3</i>	<i>Synthèse des enjeux et vulnérabilités.....</i>	<i>45</i>
VI.	Suivi de mortalité	46
<i>VI.1</i>	<i>Historique.....</i>	<i>46</i>
VI.1.1	2011 : AD'MISSIONS par LUSTRAT Philippe	46
<i>VI.2</i>	<i>Résultats</i>	<i>46</i>
VI.2.1	Protocole mis en œuvre	46
VI.2.2	Occupation du sol au pied des éoliennes	54
VI.2.3	Surfaces prospectées.....	54
VI.2.4	Coefficients de correction.....	54
VI.2.5	Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert	55
VI.2.6	Données de mortalité constatée.....	56
<i>VI.3</i>	<i>Évaluation de la mortalité réelle.....</i>	<i>57</i>
VI.3.2	Données disponibles pour l'analyse	59
<i>VI.4</i>	<i>Analyses</i>	<i>60</i>
VI.4.1	Répartition par éolienne des cas de mortalité.....	60
VI.4.2	Espèces retrouvées.....	61
VI.4.3	Position des cadavres	64

VII. Prise en compte du risque de mortalité	65
VII.1 Analyse du risque	65
VII.1 Réduction du risque.....	66
VII.1.1 Bridage par valeur seuil.....	66
VIII. Bilan	68
VIII.1 Mesures préconisées par SYNERGIS ENVIRONNEMENT :.....	68
IX. Bibliographie.....	69
X. Annexes.....	70
X.1 Photos des cadavres découverts lors de la campagne de suivi 2021	70

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Localisation régionale du projet	6
Figure 2 : Localisation à l'échelle communale du projet.....	6
Figure 3 : Localisation locale des éoliennes	6
Figure 4 : Localisation de l'aire d'étude éloignée.....	8
Figure 5 : Principe de l'écholocalisation des chiroptères	9
Figure 6 : Ensemble du matériel d'enregistrement	10
Figure 7 : Enregistreur placé en nacelle (source : Synergis Environnement).....	10
Figure 8 : Micro du Batlogger placé en nacelle (source : Synergis Environnement).....	10
Figure 9 : Interconnexion entre le Batlogger et une interface à distance (Source : Elekon)	10
Figure 10 : Présentation des différentes informations disponibles sur l'interface Batlogger Connect (Source : Elekon).....	11
Figure 11 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle.....	14
Figure 12 : Leurre fabriqué en tissu.....	16
Figure 13 : Carte du réseau Natura 2000 dans un rayon de 10 km.....	22
Figure 14 : Localisation des ZNIEFF de type I et II dans un rayon de 10 km.....	25
Figure 15 : Éléments de la Trame Verte et Bleue	27
Figure 16 : Présentation du Grand Ensemble de Perméabilité n°7 Les Monts d'Arrée et le massif de Quintin	27
Figure 17 : Présentation du Grand Ensemble de Perméabilité n°4 : Le Trégor-Goëlo intérieur, de la rivière du Léguer à la forêt de Lorge.....	27
Figure 18 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne (2015)	29
Figure 19 : Vu depuis l'éolienne P1 E2.....	30
Figure 20 : Vu depuis l'éolienne P1 E6.....	30
Figure 21 : Continuité écologique autour du parc de Penquer.....	31
Figure 22 : Valeur moyenne des continuités écologiques de 6 espèces de chauves-souris en Bretagne continentales. Ces valeurs, distribuées de 1 à 100 dans cette trame diffuse, synthétisent la qualité et la quantité des connexions possibles entre les cœurs d'habitats de différentes espèces sensibles de chiroptères (grand et petit rhinolophes, murins de Bechstein et de Daubenton, barbastelle d'Europe et sérotine commune). Source : Groupe Mammalogique Breton 2020.....	32
Figure 23 : Évolution de l'activité ajustée et de la diversité spécifique au cours de la saison sur P2 E1	36
Figure 24 - Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison sur P1 E5.....	36
Figure 25 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C) sur P2 E1.....	37
Figure 26 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C) sur P1 E5.....	37
Figure 27 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent sur P2 E1.....	37
Figure 28 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent sur P1 E5.....	37

Figure 29 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil sur P2 E1	38
Figure 30 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil sur P1 E5	38
Figure 31 - Noctule commune	40
Figure 32 - Carte de répartition.....	40
Figure 33 - Noctule de Leisler	41
Figure 34 - Carte de répartition.....	41
Figure 35 - Carte de répartition.....	41
Figure 36 - Carte de répartition.....	41
Figure 37 - Carte de répartition.....	42
Figure 38 : Sérotine commune	42
Figure 39 : Carte de répartition	42
Figure 40 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Nathusius au cours de la saison en nacelle.....	43
Figure 41 : Activité (en ct/h) de la noctule commune au cours de la saison en nacelle	43
Figure 42 : Activité (en ct/h) de la noctule de Leisler au cours de la saison en nacelle	43
Figure 43 : Activité (en ct/h) de la sérotine commune au cours de la saison en nacelle	44
Figure 44 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle commune au cours de la saison en nacelle	44
Figure 45 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Kuhl au cours de la saison en nacelle	44
Figure 46 : Schéma de principe des recherches de terrain.....	46
Figure 47 : Localisation des transects du suivi de mortalité du parc 2.....	48
Figure 48 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites centre du parc 1	49
Figure 49 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites sud du parc1	50
Figure 50 : Habitats simplifiés dans les quadras des éoliennes nord du parc 2.....	51
Figure 51 : Habitats simplifiés dans les quadras des éoliennes du centre du parc 1	52
Figure 52 : Habitats simplifiés dans les quadras des éoliennes au sud du parc 1.....	53
Figure 53 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires en 2021	54
Figure 54 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2020 et 2021.....	54
Figure 55 : Chronologie des découvertes de cadavres en 2021.....	56
Figure 56 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères	56
Figure 57 : Répartition du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée ».....	59
Figure 58 : Vitesse des vents en début de nuit (-0,5h à +4,5h du coucher du soleil) par éolienne en m/s ; utilisation des moyennes par tranche de 10 minutes. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondent à 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 >13 m/s.	59
Figure 59 : Niveau d'activité des éoliennes en première partie de nuit (tours/minutes) ; utilisation des moyennes d'activité par tranche de 10min. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondent à classe 0 : rotation de 0 tr/min, classe 1 :]0 ; 1 tr/min], classe 2 :]1 ; 2 tr/min], ... classe 19 :]18 ; 19 tr/min, classe 20 : >19 tr/min.	60
Figure 60 : Relation entre la vitesse du vent et la vitesse de rotation du rotor par tranche de 10 minutes avec application d'un modèle additif généralisé.	60
Figure 61 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière	61
Figure 62 - Chronologie des découvertes d'alouette des champs au niveau national (Marx, 2017)	62
Figure 63 : Chronologie des découvertes de martinet noir au niveau national (Marx, 2017)	62
Figure 64 - chronologie des découvertes de buse variable (Marx, 2017).....	63
Figure 65 - Chronologie des découvertes d'épervier d'Europe au niveau national (Marx, 2017).....	63
Figure 66 - Chronologie des découvertes du rougegorge familier au niveau national (Marx, 2017).....	63
Figure 67 : Position des cadavres découverts autour des éoliennes (regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique)	64

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes.....	5
Tableau 2 : Historique du parc	6
Tableau 3 : Regroupement d'espèces possibles	11
Tableau 4 : Tableau des distances de détection des chauves-souris en fonction des espèces et leur coefficient de détectabilité en fonction du milieu.....	12

Tableau 5 : Calcul du niveau d'activité en altitude.....	12
Tableau 6 : Calcul du niveau de richesse spécifique.....	12
Tableau 7 : Évaluation du seuil d'activité en altitude pour chaque espèce de chauves-souris en Bretagne.....	12
Tableau 8 : Exemple de notation des types de couverts pour une éolienne	15
Tableau 9 : Exemple de coefficients de détectabilité	16
Tableau 10 : Exemple de calculs de A et d.....	16
Tableau 11 : Période de vent favorable à l'activité des chiroptères.....	17
Tableau 12 : Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes.....	18
Tableau 13 : Liste des sites Natura 2000 localisés dans un rayon de 10 km.....	19
Tableau 14 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300007 ».....	19
Tableau 15 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300007 »	19
Tableau 16 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300008 ».....	20
Tableau 17 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300008 »	20
Tableau 18 : Description des ZNIEFF dans l'AEE.....	24
Tableau 19 : Nombre de contacts bruts par espèce de chauves-souris – P2 E1.....	33
Tableau 20 : Nombre de contacts bruts par espèce de chauves-souris – P1 E5.....	33
Tableau 21 : Espèces inventoriées en nacelle	34
Tableau 22 : Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle sur P2 E1.....	34
Tableau 23 : Évaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute sur P1 E5	34
Tableau 24 - Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h)	35
Tableau 25 : : Niveau d'activité ajusté par espèce observée sur P1 E5 par mois (en ct/h)	35
Tableau 26 : Échelle des enjeux patrimoniaux pour la faune et la flore	39
Tableau 27 : Critères de seuil des enjeux patrimoniaux	39
Tableau 28 : Statut de protection et de conservation des espèces inventoriées et leur niveau d'enjeu.....	39
Tableau 29 : Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les espèces.....	39
Tableau 30 : Calcul du niveau de sensibilité	39
Tableau 31 : Comportement et sensibilité des espèces.....	40
Tableau 32 : Vulnérabilité des espèces de chauve-souris.....	40
Tableau 33 :- Niveau d'enjeu et de vulnérabilité des espèces sur le parc éolien de Penquer 1 et 2	45
Tableau 34 : Planning de réalisation du suivi de mortalité.....	46
Tableau 35 : Planning de réalisation des tests de persistance.....	47
Tableau 36 : Types d'habitats rencontrés et surfaces associées.....	54
Tableau 37 : Tests de persistance	55
Tableau 38 : Taux de détection composite par prospection (exemple d'une partie du suivi de P1 E2)	55
Tableau 39 : Taux de détection composite par éolienne.....	55
Tableau 40 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités	56
Tableau 41 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Penquer	57
Tableau 42 : Estimations de la mortalité réelle des oiseaux sur le parc éolien de Penquer.....	57
Tableau 43 : Mortalité réelle supposée pour les chiroptères par éolienne sur le parc de Penquer	57
Tableau 44 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne sur le parc de Penquer	58
Tableau 45 : Résultats de la mortalité réelle supposée pour l'avifaune et les chiroptères par éolienne sur le parc de Penquer.....	59
Tableau 46 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers.....	60
Tableau 47 - Enjeu des espèces de chauves-souris.....	61
Tableau 48 - Comportement et sensibilité des espèces de chauves-souris.....	61
Tableau 49 - Vulnérabilité des espèces de chauves-souris	62
Tableau 50 - Enjeu lié à l'Alouette des champs.....	62
Tableau 51 : Enjeu lié au martinet noir	62
Tableau 52 - Enjeu lié à la buse variable	63
Tableau 53 - Enjeu lié à l'épervier d'Europe	63
Tableau 54 : Répartition des séquences (sur la période -30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) de mi-mai à fin octobre.	65
Tableau 55 : Répartition des séquences entre début juin et fin octobre (sur la période -30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) ; en encadré rouge les périodes protégées si applications d'un bridage à 6 m/s.	66
Tableau 56 : simulation d'impact du bridage avec le jeu de données de vents de température et d'activité du rotor en 2021	67
Tableau 57 : Synthèse de la simulation de bridage sur la durée de production des éoliennes par éolienne	67
Tableau 58 : Mesures de bridage proposées	67

I. INTRODUCTION

I.1 Préambule

Elicio est responsable depuis 2010 de l'exploitation de 8 aérogénérateurs sur les communes de Tréglamus, Gurunhel et Moustereu (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 bureau d'étude Synergis Environnement a ainsi été missionné pour réaliser, le suivi post-implantation du parc éolien dénommé Penquer, en répondant aux exigences réglementaires et au cahier des charges de ENGIE GREEN.

Le suivi environnemental comprend deux volets :

- **Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères**
- **Suivi en nacelle de l'activité des chiroptères**

Ces suivis 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 décroissante.

1. 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.
2. 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.
3. 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).

Le présent rapport final traite du suivi de la mortalité de la faune volante et le suivi en nacelle de l'activité des chiroptères menés en 2021. Il reprend la méthodologie employée puis présente les résultats obtenus, propose une analyse et préconise certaines mesures au vu de l'analyse.

I.2 Porteur de projet

Le projet éolien de Penquer, en région Bretagne, est porté par la société ELICIO France SAS.



ELICIO France SAS
30 Boulevard Richard Lenoir
75 011 Paris

I.3 Auteurs de l'étude

L'étude faune-flore a été réalisée par le bureau d'études SYNERGIS ENVIRONNEMENT, agence BRETAGNE.



10B RUE DU DANEMARK
56 400 AURAY
02 97 58 53 15

Agence BRETAGNE

Romain CRIOU
Margaux Féon
Romain le Goff
Mathilde MIGAUT

Directeur
Chef de projet,
Chargé d'études chiroptères
Chargé d'études

II. CONTEXTE

II.1 Caractéristique du parc

Le parc éolien de Penquer est composé au total de 8 aérogénérateurs établis sur deux parcs.

Ils sont répertoriés de telle manière :

Parc 1 : E1, E2, E3, E4, E5 et E6

Parc 2 : E1 et E2

L'ensemble des éoliennes sont du modèle ENERCON E82/2 000 et possèdent une puissance totale de 16 MW.

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes

Elément de l'éolienne	Caractéristiques maximales du gabarit
Diamètre du rotor	82 m
Hauteur de la tour	78 m
Hauteur en bout de pale	119 m
Garde au sol	37 m

II.2 Historique du parc

Tableau 2 : Historique du parc

Année	Description	Prestataire
2004	Etude d'impact pré-implantation	GMB
2010	Mise en service du parc	2010
2011	Premier suivi chiroptérologique post-implantation	AD'MISSIONS, par P.Lustrat

II.3 Localisation

Le parc de Penquer est réparti à l'extrémité de trois communes : Tréglamus, Gurunhuel et Moustéru. Elles sont localisées dans les Côtes-d'Armor, en région Bretagne et intègrent la communauté d'agglomération Guingamp-Paimpol. Guingamp quant à lui se trouve à 9km, direction sud-ouest du parc.

Situé au sud de Tréglamus, on retrouve au nord le parc n°2 qui comprend deux éoliennes (soit P2 E1 et P2 E2). Le parc n° 1 débute au nord-ouest de Moustéru, cette commune abrite 4 aérogénérateurs. Les deux dernières éoliennes, soit P1 E5 et P1 E6 sont au nord-est de la commune de Gurunhuel, par conséquent, le plus au sud du parc de Penquer.

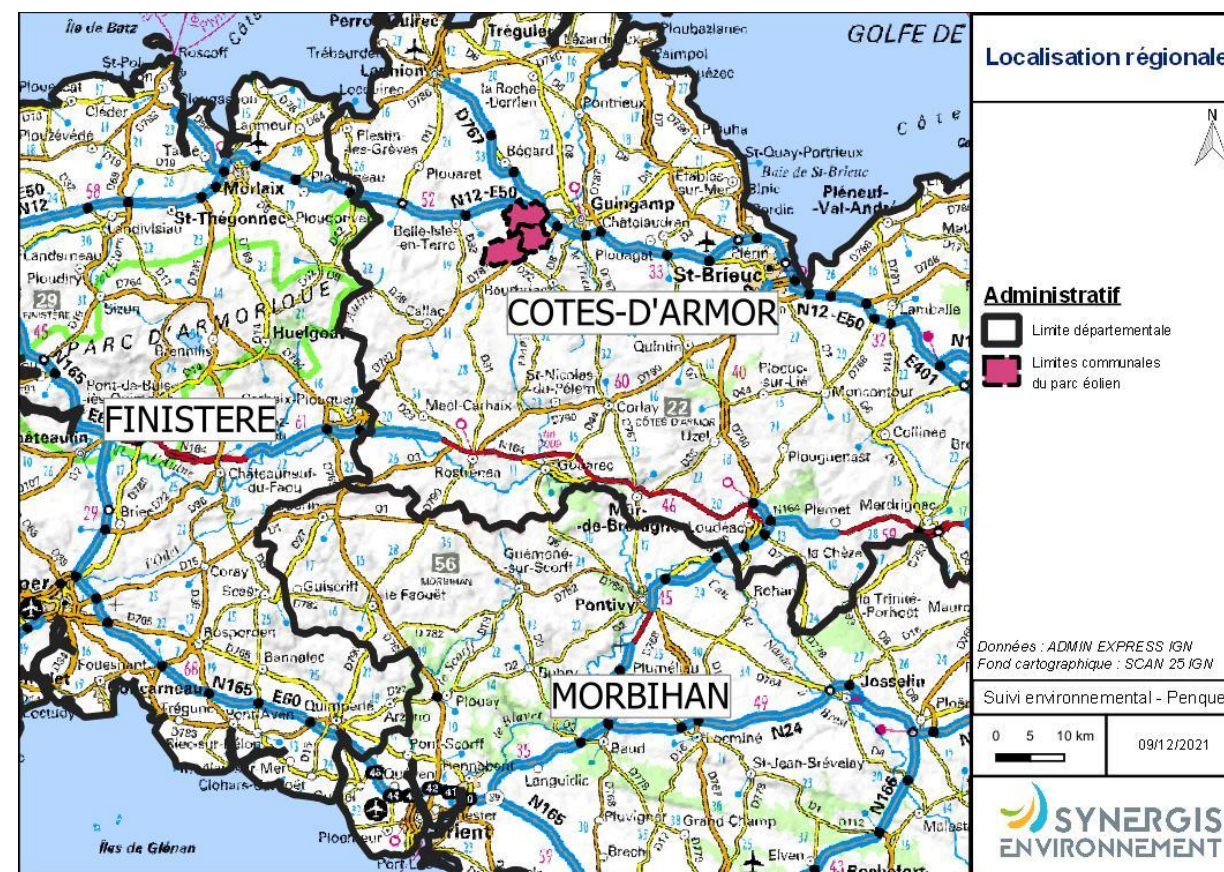


Figure 1 : Localisation régionale du projet

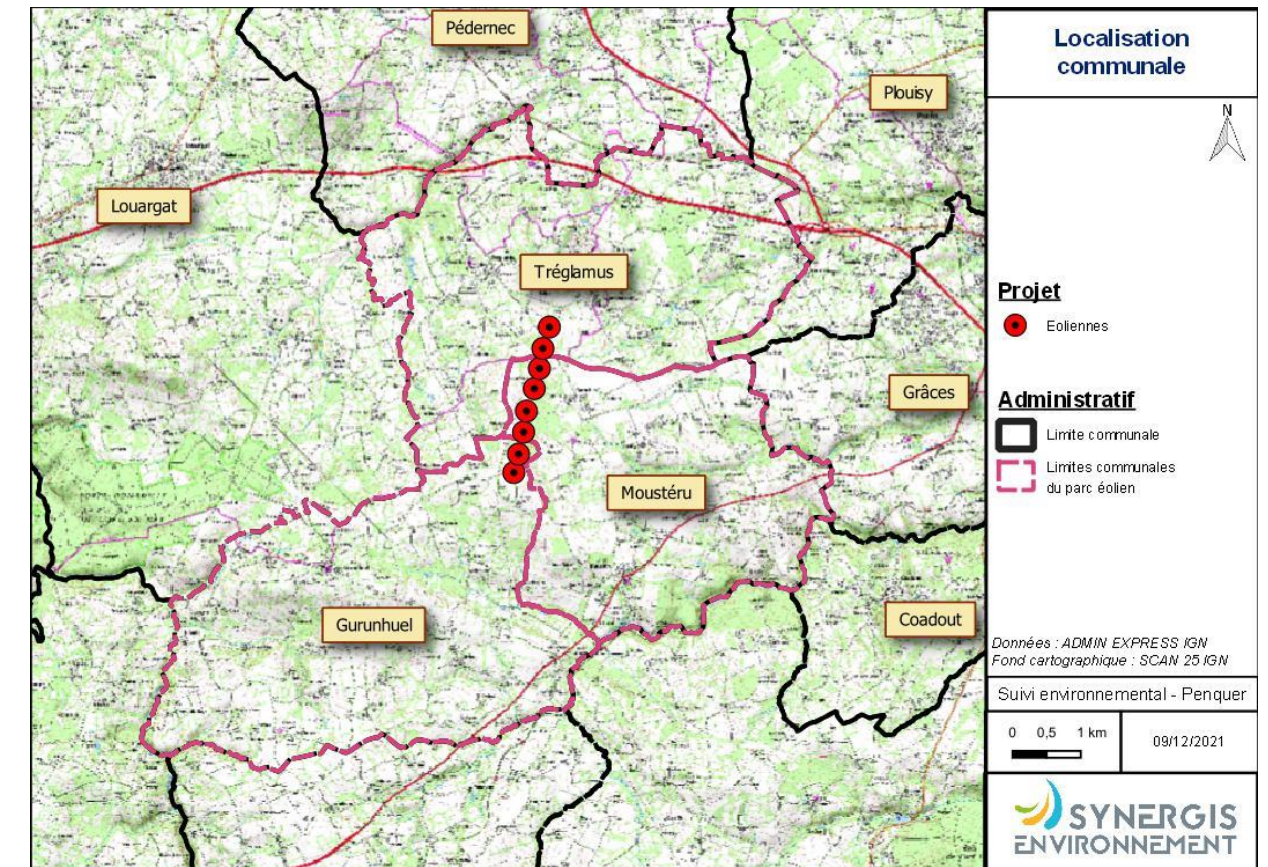


Figure 2 : Localisation à l'échelle communale du projet

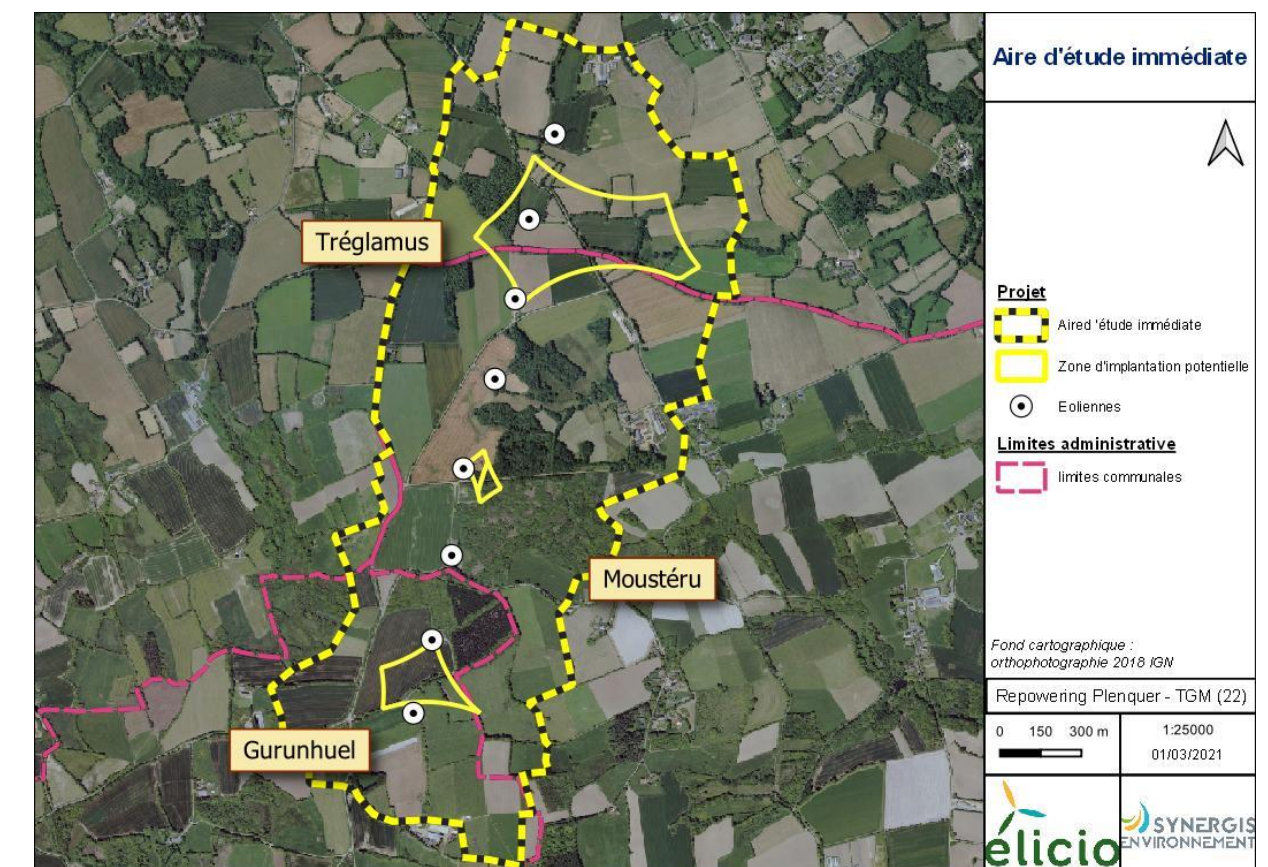


Figure 3 : Localisation locale des éoliennes

III. METHODOLOGIE

III.1 Définition des aires d'études

Dans le but de mener à bien les inventaires naturalistes et de définir finement les niveaux d'enjeu et d'impact du projet, une 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 éloignée permet également la connaissance des continuités écologiques locales.

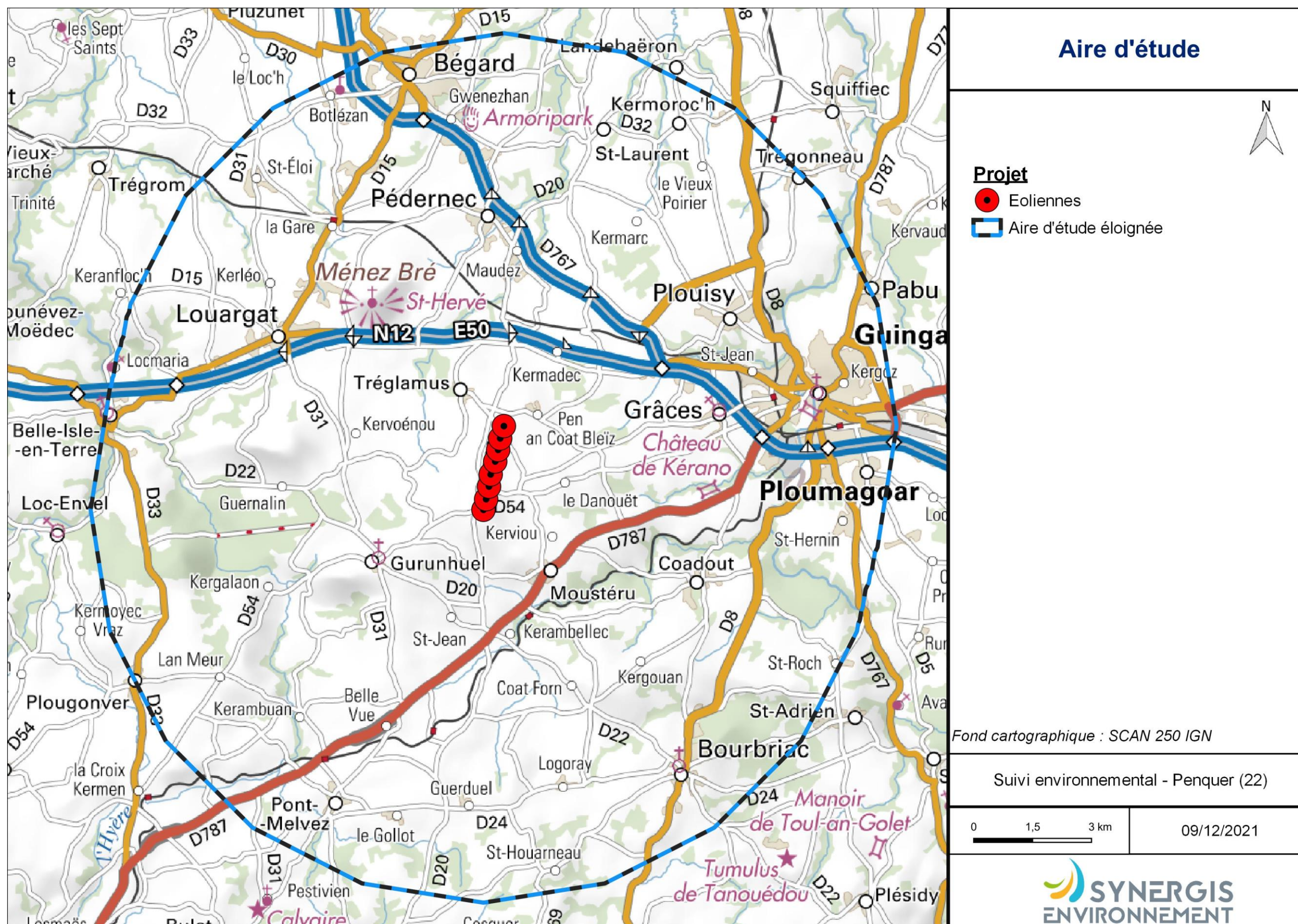


Figure 4 : Localisation de l'aire d'étude éloignée

III.2 Cadrage des suivis

Les cadres méthodologie des deux volets de l'étude (« suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune » et le « suivi en nacelle de l'activité des chiroptères ») 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) et le cahier des clauses techniques particulières fourni par ELICIO.

III.2.1 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), ELICIO a commandé en 2021 au BE Synergis Environnement, un suivi environnemental comprenant un suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune ainsi qu'un suivi de l'activité des chiroptères en nacelles.

III.3 Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères

III.3.1 Rappel de la commande

Il s'agit d'un suivi à hauteur de nacelle. Un enregistrement de l'activité des chiroptères doit être réalisé en continu (sans échantillonnage) entre les semaines 13 à 43 (début avril à fin octobre). Le suivi concerne l'éolienne E5 de Penquer 1 (P1 E5) et l'éolienne E1 de Penquer 2 (P2 E1). À noter que l'accès aux nacelles ne peut se faire seul. Ainsi, la mise en place du Batcorder sur le parc de Penquer s'est fait en présence d'un collaborateur de Synergis-Environnement habilité à monter en nacelle et du personnel de la société Elicio.

III.3.2 Protocole mis en œuvre

III.3.2.1 Principe d'écholocation chez les chauves-souris et suivis par acoustique

Les chauves-souris européennes utilisent le principe du sonar, appelé écholocation, 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 vespertilions.

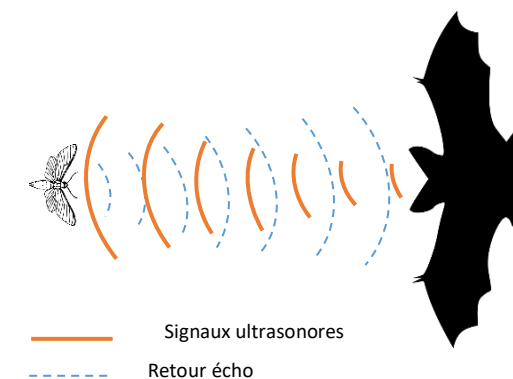


Figure 5 : Principe de l'écholocation des chiroptères

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.

III.3.2.2 Écoute en nacelle

III.3.2.2.1

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.

Il a ainsi été choisi d'utiliser le BATLOGGER WE X1 développé par Elekon, qui répond à tous les critères précédents. Ce dispositif est conçu spécialement pour l'écoute prolongée des chauves-souris à hauteur de nacelle.

Il est composé de :

1. 1 boîtier d'interface de contrôle, dimensions (L x H x P) : 10 cm X 20 cm x 30 cm (debout avec support)
2. 1 microphone BATLOGGER X
3. 1 capteur pour la pression et l'humidité de l'air
4. 1 câble de 5 m avec un disque support permettant l'installation du microphone et du capteur
5. 1 antenne LTE 4G
6. 1 câble de 3 m pour brancher le boîtier à une prise secteur (le Batlogger doit disposer d'un raccordement via une prise terre en cas de problème électrique)



Figure 6 : Ensemble du matériel d'enregistrement

III.3.2.2.2 Installation

Le BATLOGGER WE X1 se place donc dans la nacelle de l'éolienne. Généralement, le dispositif est placé au sol afin de capter les chiroptères sous et autour de la nacelle (voir figure ci-dessous).



Figure 7 : Enregistreur placé en nacelle (source : Synergis Environnement)

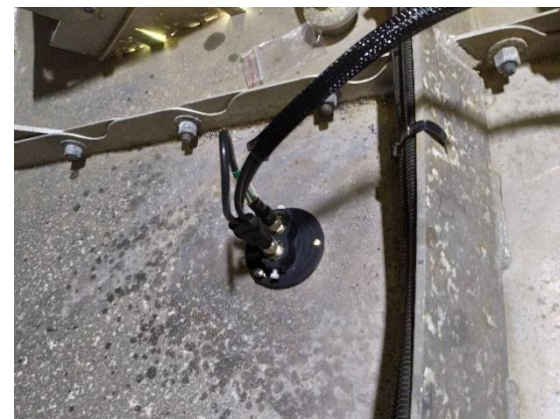


Figure 8 : Micro du Batlogger placé en nacelle (source : Synergis Environnement)

Pour fixer le disque maintenant le microphone ainsi que le capteur il faut réaliser un trou en utilisant une scie cloche (diamètre min 50 mm, max 54 mm). L'étanchéité du dispositif sera assurée grâce à des vis complémentaires. Du silicone d'étanchéité non corrosif pourra éventuellement être utilisé au besoin. Il est nécessaire de bien positionner le disque à l'horizontale, ainsi le microphone à la tête en bas, ce qui évite l'accumulation d'humidité à l'intérieur. Afin d'éviter d'obtenir des bruits parasites sur les enregistrements, il est conseillé de placer le micro loin du rotor.

Pour la dépose du matériel, l'ensemble des éléments sont retirés (câbles, interface, microphone, vis). Le trou du micro est rebouché à l'aide d'un bouchon en PVC, d'une rondelle en caoutchouc au besoin et de silicone.

Le module Batlogger WE X1 a donc été placé dans la nacelle de l'éolienne 5 de Penquer 1 (P1 E5) et l'éolienne 1 de Penquer 2 (P2 E1). Le boîtier est fixé au sol de la nacelle, à l'aide de collier de serrage en plastique. Dans le cas du microphone en disque, un trou de 5 cm de diamètre doit être percé dans le sol de la nacelle. Le micro ressort ainsi sous la nacelle et le disque de plus grand diamètre vient fermer le trou. Celui-ci est fixé dans la tôle grâce à trois vis.

Fonctionnement

L'enregistreur est paramétré en amont de l'installation. Une fois installé, branché et allumé, il est autonome. En effet, il se déclenche lui-même aux horaires programmés pour enregistrer. Ensuite, il envoie des informations à distance, sur les serveurs d'Elekon, consultables depuis un ordinateur via l'appli Batlogger Connect.

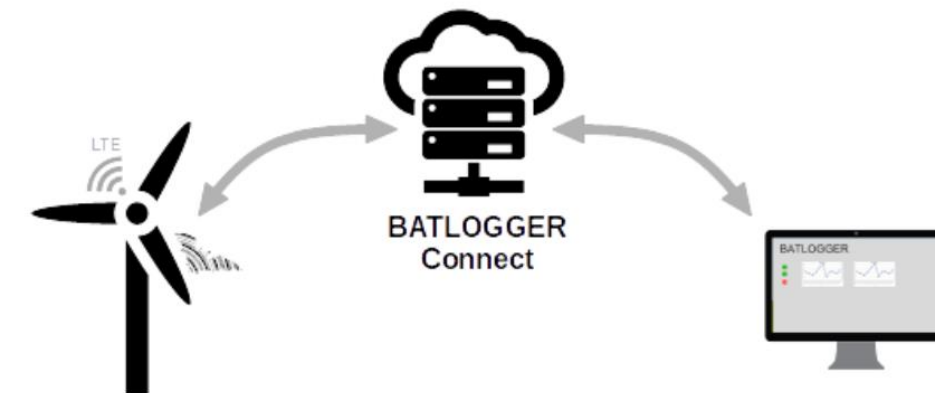


Figure 9 : Interconnexion entre le Batlogger et une interface à distance (Source : Elekon)

L'appli Batlogger Connect indique notamment le nombre de contacts de chiroptères obtenus lors des dernières nuits d'enregistrement, la température du microphone, la pression de l'air, le niveau d'humidité, etc. De plus, il affiche l'état du micro (marche/arrêt) ainsi que les différents paramètres choisis pour l'enregistrement (voir figure ci-dessous) :

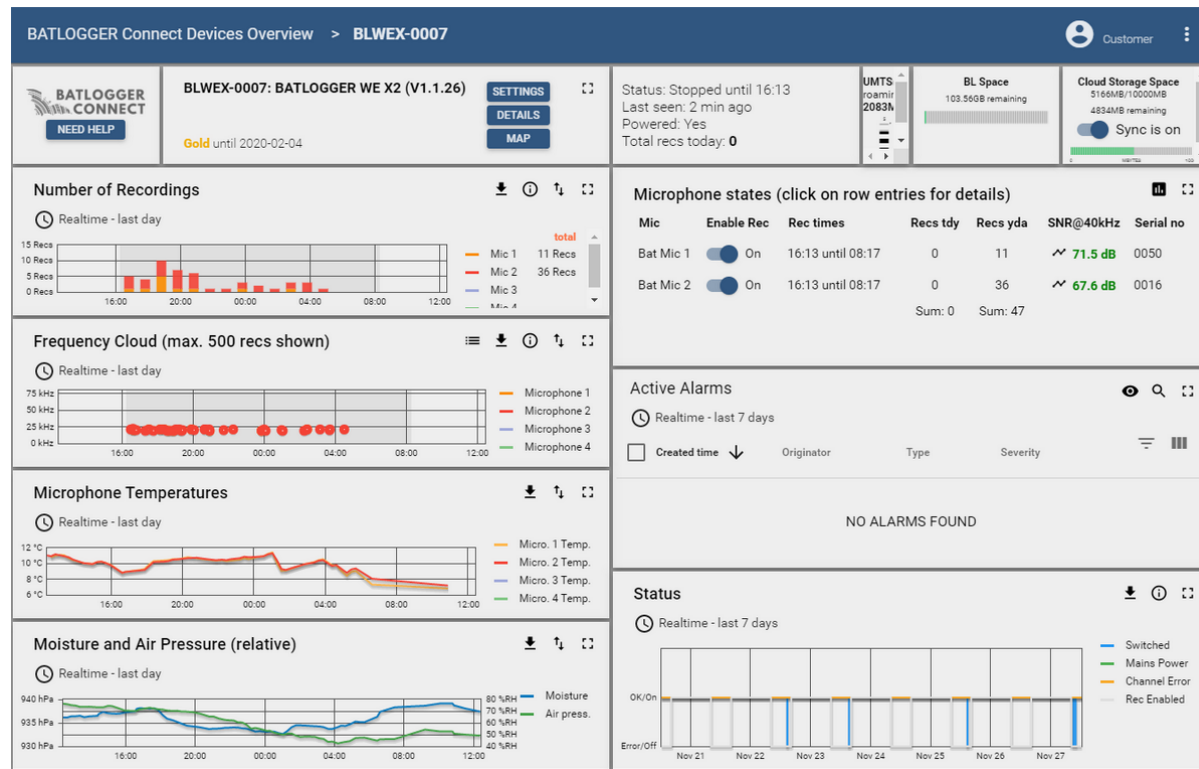


Figure 10 : Présentation des différentes informations disponibles sur l'interface Batlogger Connect (Source : Elekon)

L'enregistrement des données s'effectue en branchant sur l'interface de contrôle, un disque dur externe, une clé USB ou bien via une connexion en Ethernet local. Une copie des données peut être programmée quotidiennement via l'appliquatif Batlogger Connect.

Cet appareil donne la possibilité de visualiser, selon un certain volume de données et selon une certaine périodicité, les sons enregistrés. Cela permet donc de prévenir les problèmes matériels et d'intervenir rapidement au besoin.

Il est possible de régler l'appareil pour définir la période d'enregistrement la plus favorable aux chiroptères. Cette dernière est généralement comprise entre 30 min avant le coucher du soleil jusqu'à 30 min après le lever du soleil. Aussi, l'appareil offre la possibilité d'effectuer des réglages au niveau de la sensibilité de l'appareil : fréquence d'échantillonnage, durée d'enregistrement, niveau de fréquence enregistré (réduction des sons parasites).

III.3.2.3 Analyse des signaux et identification des espèces

Plusieurs centaines de séquences sont obtenues à la fin de l'étude. Cependant, toutes ne correspondent pas à des contacts de chauves-souris. En effet, une majorité de ces fichiers sont liés à l'enregistrement de bruits « parasites » tels que des chants d'orthoptères. Au vu du volume considérable de fichiers à traiter, une détermination automatique à l'aide du logiciel Kaléidoscope Pro est réalisée afin de permettre un pré-tri. Celui-ci permet notamment d'identifier les séquences correspondant à des chiroptères. Une fois l'analyse par le logiciel terminée, il en ressort un tableau comprenant entre autres le nom du fichier, l'espèce identifiée sur celui-ci, un indice de confiance de l'identification automatique, la date réelle de l'enregistrement, la date de la nuit d'enregistrement, l'heure de celui-ci.

Le logiciel est conçu pour donner un indice de confiance pertinent, allant de 0 (très incertain) à 1 (absolument certain) pour chacune de ses déterminations. On considère alors qu'avec un indice de 0,7 à 1, l'identification est

bonne et qu'entre 0,6 et 0, il est nécessaire de contrôler manuellement. À noter que dans les deux cas, le groupe des Myotis fait l'objet d'une vérification.

Les fichiers considérés comme « parasites » font également l'objet d'une visualisation rapide afin d'être sûrs qu'ils ne contiennent pas de contacts de chiroptères.

La détermination manuelle, à l'aide du logiciel Batsound ou Kaléidoscope Pro, permet d'obtenir des informations plus précises telles que les fréquences initiales et terminales, les fréquences du maximum d'énergie, les intervalles entre les signaux..., afin d'identifier l'espèce dont il est question sur l'enregistrement. Cependant, il n'est pas toujours possible d'aboutir à une espèce sur certains fichiers dus à une mauvaise qualité de l'enregistrement, à des signaux de trop faible intensité ou encore à l'absence de critères discriminants. 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 ci-dessous.

Tableau 3 : Regroupement d'espèces possibles

Groupes d'espèces	Espèces comprises
P35	Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>) Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)
P40	Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>) Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)
P50	Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)
Plecotus sp	Oreillard gris (<i>Plecotus auritus</i>) Oreillard roux (<i>Plecotus austriacus</i>)
Myotis sp	Tous les Murins
Sérotule	Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>) Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>) Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)

Lors de l'analyse des risques, c'est l'espèce la plus sensible du groupe qui sera alors retenue.

Une fois l'ensemble identifié, les résultats sont convertis en nombre de contact par heure afin de lisser les biais liés au temps d'écoute. De plus, afin de lisser les biais liés à la distance de détection des espèces, il est choisi d'appliquer un coefficient de correction par espèce. En effet, la distance de détection s'avère différente en fonction des espèces. Un petit rhinolophe ne sera pas capté au-delà de 5m du micro tandis qu'une noctule commune sera enregistrée jusqu'à 150m. La probabilité de contacter une noctule commune sera donc beaucoup plus élevée que celle de rencontrer un petit rhinolophe. Les coefficients appliqués seront ceux préconisés par Michel Barataud dans son livre « Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe » (2015).

Il est également important de noter qu'une absence de contact ne signifie pas forcément une absence de l'espèce sur le site étudié (MOTTE & LIBOIS, 2002), mais peut-être lié à de la non-détection.

Tableau 4 : Tableau des distances de détection des chauves-souris en fonction des espèces et leur coefficient de détectabilité en fonction du milieu

milieu ouvert ou semi-ouvert				sous-bois			
Intensité d'émission	Espèces	distance détection (m)	coefficient détectabilité	Intensité d'émission	Espèces	distance détection (m)	coefficient détectabilité
très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Rhinolophus ferr./eur./meh.</i>	10	2,50		<i>Plecotus spp.</i>	5	5,00
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50		<i>Myotis emarginatus</i>	8	3,13
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50		<i>Myotis nattereri</i>	8	3,13
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50		<i>Rhinolophus ferr./eur./meh.</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50		<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,67		<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,67		<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,67		<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,50
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67		<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2,50
moyenne	<i>Myotis oxygnathus</i>	20	1,25	moyenne	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67
	<i>Myotis myotis</i>	20	1,25		<i>Myotis oxygnathus</i>	15	1,67
	<i>Plecotus spp.</i>	20	1,25		<i>Myotis myotis</i>	15	1,67
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00		<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00		<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00		<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00		<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00
forte	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83	forte	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00
	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,63		<i>Hypsugo savii</i>	30	0,83
très forte	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,63	très forte	<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
	<i>Eptesicus nilsonii</i>	50	0,50		<i>Eptesicus nilsonii</i>	50	0,50
	<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50		<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50
	<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50		<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31		<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25		<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17		<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17		<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17

Source : Barataud, 2015

Le but de ces analyses est de quantifier la richesse spécifique et l'activité des espèces sur le site. Ces informations sont également cartographiées et représentées graphiquement.

Le niveau d'activité des chauves-souris ainsi que le niveau de richesse spécifique en altitude sont définis selon les tableaux suivants :

Tableau 5 : Calcul du niveau d'activité en altitude

Niveau d'activité	Nb de contacts / h
Nul à très faible	<0,4
Faible	0,4≤<1
Moyen	1≤<2
Fort	2≤<3
Très fort	≥3

Tableau 6 : Calcul du niveau de richesse spécifique

Richesse spécifique	Nombre d'espèces
Nulle à très faible	0 à 2
Faible	3 à 4
Moyenne	5 à 7
Forte	8 à 10
Très forte	>10

Pour chaque espèce, le seuil d'activité sera toutefois hiérarchisé selon les niveaux établis pour la région Bretagne. Le seuil d'activité est calculé en multipliant le nombre de contacts par le coefficient de détectabilité.

Tableau 7 : Évaluation du seuil d'activité en altitude pour chaque espèce de chauves-souris en Bretagne

Espèce	Indice de détectabilité	Niveau d'abondance en Bretagne	Seuil d'activité en altitude (n = nb contacts / h)				
			Nul à très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Pipistrelle commune	Moyen	Commune à très commune	n < 0,16	0,16 ≤ n < 0,64	0,64 ≤ n < 1,2	1,2 ≤ n < 2,4	2,4 ≤ n
Pipistrelle de Kuhl	Moyen	Commune	n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,32	0,32 ≤ n < 0,6	0,6 ≤ n < 1,2	1,2 ≤ n
Pipistrelle de Nathusius	Moyen	Peu commune	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Pipistrelle pygmée	Moyen	Rare	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Barbastelle d'Europe	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Sérotine commune	Fort	Commune	n < 0,12	0,12 ≤ n < 0,48	0,48 ≤ n < 0,9	0,9 ≤ n < 1,8	1,8 ≤ n
Noctule commune	Très fort	Rare	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Noctule de Leisler	Très fort	Rare	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Sérotine bicolore	Très fort	Anecdotique	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Grande Noctule	Très fort	Anecdotique	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Oreillard roux	Fort (milieu ouvert)	Assez commune	n < 0,06	0,06 ≤ n < 0,24	0,24 ≤ n < 0,45	0,45 ≤ n < 0,9	0,9 ≤ n
Oreillard roux	Moyen (milieu semi-ouvert)	Assez commune	n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,16	0,16 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n < 0,6	0,6 ≤ n
Oreillard roux	Faible (milieu fermé)	Assez commune	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Oreillard gris	Fort (milieu ouvert)	Assez commune	n < 0,06	0,06 ≤ n < 0,24	0,24 ≤ n < 0,45	0,45 ≤ n < 0,9	0,9 ≤ n
Oreillard gris	Moyen (milieu semi-ouvert)	Assez commune	n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,16	0,16 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n < 0,6	0,6 ≤ n
Oreillard gris	Faible (milieu fermé)	Assez commune	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Grand Rhinolophe	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Petit Rhinolophe	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Murin d'Alcathoe	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Murin de Bechstein	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Murin à Orelles échancrées	Faible	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Murin de Natterer	Faible	Assez commune	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Murin à moustaches	Faible	Assez commune	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n
Murin de Daubenton	Faible	Commune	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Grand Murin	Moyen (milieu ouvert et semi-ouvert)	Peu commune	n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,08	0,08 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n < 0,3	0,3 ≤ n
Grand Murin	Faible (milieu fermé)	Peu commune	n < 0,004	0,004 ≤ n < 0,02	0,02 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,06	0,06 ≤ n
Minioptère de Schreibers	Moyen	Rare	n < 0,01	0,01 ≤ n < 0,04	0,04 ≤ n < 0,075	0,075 ≤ n < 0,15	0,15 ≤ n

III.4 Méthodologie pour le suivi de mortalité

Le principe de départ est simple, il consiste à parcourir une surface-échantillon adaptée autour de chaque éolienne afin de détecter les cadavres associés à la mortalité éolienne.

L'échantillonnage peut se faire en carré ou en cercle, de longueur ou diamètre de 100 m ou du diamètre du rotor pour les éoliennes à pales de plus de 50 m. Seules les zones avec une végétation suffisamment ouverte sont prises en compte.

La surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection), espacés de 5 à 10 m pour couvrir la totalité de celle-ci. Le temps de prospection attendu est de 30 à 45 minutes pour une surface-échantillon de base.

Cependant trois facteurs principaux mènent à une sous-estimation de la mortalité, en se contentant de compter les oiseaux et les chiroptères trouvés morts au pied des éoliennes (Dulac, 2008) :

- ✓ La disparition des cadavres entre le moment où l'oiseau ou la chauve-souris tombe et le moment de la recherche sur le terrain (prédation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages, dégradation rapide par les fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours)
- ✓ La difficulté à repérer les animaux, en particulier pour les animaux de petite taille et pendant les périodes où la végétation est la plus haute
- ✓ La réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales

On peut aussi évoquer la mortalité différée (animal blessé se déplaçant largement hors de l'aire de recherche avant de décéder), qui n'est actuellement pas évaluée

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

La prédation se produit essentiellement au cours du jour (prédateurs et charognards nocturnes ou crépusculaires en début et fin de journée, et des aurores à la tombée de la nuit pour les prédateurs et charognards diurnes). En pleine nuit, la prédation est limitée aux espèces réellement nocturnes.

La prospection doit se faire le plus tôt possible afin de limiter cette prédation.

La détectabilité diminue si la luminosité est trop faible, il n'est donc pas possible de commencer aux aurores. La prospection doit donc 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, 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.

III.4.1 Prise en compte des biais

Pour compléter la prise en compte des facteurs évoqués précédemment, sources de biais, des coefficients correcteurs sont appliqués aux résultats obtenus sur le terrain.

Winkelman a le premier intégré (1989, 1992) ces coefficients correcteurs (in Dulac, 2008). Le principe a été repris et amélioré par la suite. Une formule résume la prise en compte de ces coefficients par Winkelman :

$$N_{\text{estimé}} = C / (p \cdot d) \cdot A$$

N_{estimé} : = nombre de cadavres total

C = nombre de cadavres comptabilisés

d = taux de détection

p = taux de persistance durant l'intervalle de suivi

A = coefficient correcteur de surface = S_{ap} / S_p

S_p : Surface prospectée

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

III.4.1.1 Mortalité détectée et attribuable à l'éolienne

Afin de prendre en compte la mortalité uniquement imputable au fonctionnement du parc éolien, les éventuels cadavres liés à d'autres causes de mortalité que l'éolien (**N_b**) ne sont pas intégrés.

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**

Trois coefficients pondérateurs sont appliqués afin de corriger les biais de la méthodologie.

III.4.1.2 Coefficient de détectabilité (**d**)

Ce coefficient correspond à l'efficacité de l'observateur à retrouver des cadavres sur une surface donnée, avec un couvert identifié.

Il est déterminé à partir d'un test mené en parallèle au suivi en tant que tel. Il est compris entre 0 (aucun cadavre détecté) à 1 (tous les cadavres sont retrouvés).

III.4.1.3 Durée de persistance (**t̄**)

Il remplace **p**, proportion de cadavres restant à la fin de l'intervalle de suivi, auquel il est lié, dans les calculs plus développés des estimateurs retenus.

Ce coefficient correspond à la durée moyenne de persistance d'un cadavre avant sa disparition (tout en considérant qu'au-delà de plus de 2 semaines, la prédation d'un cadavre par un charognard devient presque nulle).

III.4.1.4 Pondération de surface de prospection

En théorie la surface prospectée est minimum de 1 ha (100m*100m) pour un carré et de 0,78 ha pour un cercle. En pratique, des éléments comme une végétation trop haute, un traitement par biocide au mauvais moment, etc., empêchent l'observateur d'accéder à certaines parcelles.

Afin de prendre en compte les surfaces pour lesquelles aucune prospection n'est effectuée, un coefficient **A** est calculé en divisant la surface réellement prospectée (**S_p**) par la surface théorique de prospection (**S_{ap}** = 100m*100m). Cette pondération est actualisée chaque prospection et pour chaque éolienne.

L'évolution des cultures est souvent le facteur principal de modification des surfaces prospectées. Une parcelle ayant un couvert végétal supérieur à 30 cm de haut est systématiquement non prospectée, la détection diminuant alors très fortement.

III.4.1.5 Estimateurs de mortalité utilisés

Formule d'Erickson

Dans la méthode d'Erickson, le taux de persistance des cadavres, de la formule initiale de Winkelman, est remplacé par la durée moyenne de persistance. L'avantage de cette méthode est de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi vaut 0 (intervalle de suivi long).

La formule d'Erickson (ERICKSON & al., 2000 in DULAC, 2008) est la suivante :

$$N = \frac{I \times C}{\bar{t} \times d} \times A$$

I est la fréquence de passage en jour. **C** est le nombre de cadavres trouvés. **A** est le coefficient de correction de surface. **d** est le coefficient de détectabilité. **t̄** est la durée moyenne de persistance des cadavres.

Formule de Jones

Pour son estimation de la mortalité, Jones et al. (in DULAC 2008) propose une méthode de calcul en retravaillant la valeur du paramètre de la persistance des cadavres. Il considère que la mortalité est constante dans le temps et que la persistance des cadavres suit une loi exponentielle négative. Cette méthode suppose que la probabilité moyenne de disparition d'un cadavre sur l'intervalle est égale à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé au milieu de l'intervalle de temps. Ainsi, la valeur de p est définie par l'équation suivante :

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

$$N = \frac{C}{d \times \exp(-0.5 \times I/\bar{t}) \times \hat{e}} \times A$$

Avec coefficient correcteur d'intervalle effectif : $\hat{e} = \frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$

Jones et al. ajoutent la notion d'intervalle effectif en considérant que plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. Ainsi, un cadavre retrouvé à la fin d'un intervalle de suivi long n'est pas tombé au début de l'intervalle, mais plus probablement au cours de cet intervalle. Il convient donc de redéfinir l'intervalle réellement suivi appelé intervalle effectif \hat{I} qui correspond à la période pendant laquelle le taux de persistance est supérieur à 1%.

Sa valeur vaut donc : $\hat{I} = \log(-0,01 \times \bar{t})$

Pour les calculs, la valeur de I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} (CORNUT & VINCENT, 2010 in DULAC 2008).

Formule de Huso

Huso part de la formule de Jones (HUSO, 2010 in DULAC 2008), mais elle considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Elle considère également que la mortalité est constante.

$$p = \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I}$$

$$\text{D'où : } N = \frac{C}{d \times \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I} \times \hat{e}} \times A$$

De même, dans les calculs, I prend la valeur minimale entre I et \hat{I} .

III.4.2 Rappels théoriques

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec le traitement statistique et probabiliste, les résultats donnés par les estimateurs peuvent paraître étonnants, voire incohérents. En premier lieu, les calculs donnent des résultats décimaux (qui sont arrondis dans le texte), pour des nombres de cas de mortalité.

De plus, les estimateurs fonctionnent sur un certain nombre de probabilités estimées à partir des données de terrain. Afin de rendre compte de la variabilité potentielle des situations initiales, de nombreux cas théoriques sont simulés.

Par exemple, si 10 cadavres sont retrouvés, ça peut correspondre à 10 cas effectifs de mortalité, comme à 100 cas effectifs.

En simulant à de nombreuses reprises les possibilités correspondant à un ensemble de données, par tirage aléatoire d'une mortalité théorique, il est possible d'établir 3 éléments :

- ✓ La médiane, cas théorique le moins extrême. Il y a autant de cas théoriques avec une mortalité moindre qu'avec une mortalité supérieure.
- ✓ L'intervalle de confiance (IC) de 80%, borné par 2 valeurs (IC 10 et IC 90), qui indique que 80% des cas théoriques testés sont situés entre les 2 bornes. Dans la plupart des cas, la situation réelle est dans cet intervalle. Plus cet intervalle est grand, moins les résultats sont certains. Cet intervalle, dans ce contexte, joue le rôle de définir le minimum et le maximum.
- ✓ L'intervalle de confiance de 95%, borné par les 2 valeurs (IC 2,5 et IC 97,5). Il indique donc que 95% des cas théoriques testés sont situés entre ces 2 bornes.

Comme il s'agit de cas théoriques, il est toujours possible de proposer des cas extrêmes ayant d'infimes probabilités de convenir à la situation réelle. En cela, les cas ne peuvent être bordés par un minimum ou un maximum calculé absolu (quoique la mortalité ne pouvant être négative, la borne inférieure peut mathématiquement atteindre 0, minimum absolu).

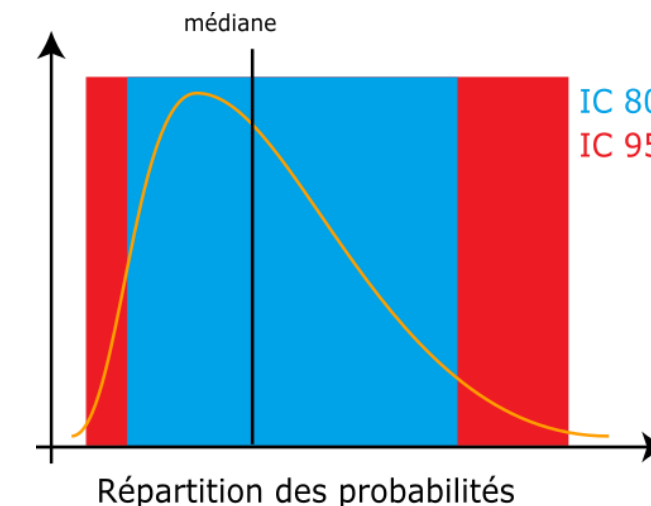


Figure 11 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

Les estimateurs travaillant avec des séries aléatoires de cas théoriques pour tester les possibilités, la même estimation faite 2 fois conduira à des résultats légèrement différents.

Les estimateurs ne calquent pas les bornes inférieures des intervalles sur le nombre de cas réellement enregistrés. Il est donc possible que le calcul indique une borne inférieure au nombre de cas. Quand il est fait état de l'intervalle, ce sont les limites calculées qui sont indiquées. Quand il est évoqué le chiffre réel, la borne inférieure est ajustée au nombre de cas réellement enregistrés.

III.4.3 Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement

Le protocole de terrain reprend la méthodologie employée lors du suivi de 2020.

III.4.3.1 Protocole de terrain retenu

Le suivi se fait sur un carré de 100 m de côté centré sur chaque éolienne.

La surface-échantillon est parcourue à pied en suivant des transects (lignes de prospection), espacés de 10 m pour couvrir celle-ci. Toutes les zones avec une végétation de plus de 30 cm de haut sont écartées.

Le suivi court de mi-mai 2021 à fin octobre 2021 (semaine 20 à semaine 43) et a lieu une fois par semaine le mercredi.

A part le transect qui est resté identique, le premier suivi chiroptères réalisé en 2011 ne concernait que 6 interventions (sur 24 aujourd'hui) qui se déroulaient une semaine sur deux.

III.4.3.2 Prise en compte du type de surface

Comme chacun peut se l'imaginer, il n'est pas aussi facile de chercher un objet sur une surface goudronnée que dans 30 cm d'herbe. Partant de ce constat, il est apparu logique de traiter de façon différenciée les différents types de surface dans les processus de suivi, de test et d'analyse.

Pour ceci, 5 types de surface sont définis :

- ✓ Surfaces planes (voiries, certaines plateformes, champs labourés nivelés)
- ✓ Végétation basse (moins de 15 cm, moins de 25 cm avec un port dressé et un recouvrement inférieur à 20%, sol nu très irrégulier)
- ✓ Végétation moyenne (plus de 15 cm ou plus de 25 avec port dressé, mais moins de 30 cm de hauteur moyenne)
- ✓ Végétation haute (plus de 30 cm, mais pouvant être parcouru)
- ✓ Inaccessible (fourré dense, zone clôturée...)

Seules les 3 premières sont prises en compte en pratique dans le suivi, la quatrième pouvant néanmoins révéler des espèces de grande taille.

Ce type de surface varie au fil du temps. Chaque quadrat prospecté peut donc être divisé, à chaque prospection, en plusieurs polygones avec des types de surface différents. Ceci est relevé à chaque fois, afin de pouvoir suivre l'évolution des types de couverts.

Tableau 8 : Exemple de notation des types de couverts pour une éolienne

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

III.4.3.3 Test de détection

Le test de détection permet d'établir le coefficient de détectabilité. Celui-ci est personnel, associé à un intervenant. Il varie aussi selon l'occupation du sol (couvert végétal).

Limites du test de détection du protocole

Le test originel est prévu pour chaque intervenant, au moins 2 fois, pour et sur chaque site, dans des conditions réelles, sans que l'intervenant soit prévenu, avec un nombre suffisant de leurres posés.

Dans les faits, deux aspects importants se conjuguent, qui limitent la portée :

- ✓ L'aspect surprise est vite éventé ; dès qu'un intervenant observe un leurre, il intègre 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 de tester avec de faibles quantités.
- ✓ Le développement de la végétation au fil des semaines est 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 (maximum 2-3 semaines 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). Avec en outre la distance, l'organisation devient complexe, et les contraintes techniques et financières peuvent amener à ne pas se conformer strictement au protocole, surtout quand plusieurs parcs différents sont pris en charge.

Il paraît également raisonnable de penser que la capacité de détection d'un observateur est globalement la même entre deux jeunes champs de maïs de même développement ou entre deux plateformes gravillonnées.

III.4.3.3.2

Adaptation du test de détection

Synergis Environnement a mis en place une méthodologie de test alternatif, qui permet d'optimiser la définition du coefficient de détectabilité tout comme l'organisation des tests.

Hormis le constat de départ sur le test de détection, il a été choisi de prendre en compte la variation du coefficient de détectabilité selon le type de surface (III.4.3.2).

Le test de détection adapté est calqué sur le test originel, avec pour différences :

- ✓ La surface totale est généralement inférieure à 1 ha, elle comprend un ou plusieurs types de surface.
- ✓ La disposition des leurres est tirée au sort sous SIG (disposition aléatoire avec distance minimale de 4m) afin de limiter le biais testeur. Elles sont lâchées en l'air au point prévu.
- ✓ Le test est chronométré, avec des temps minimal et maximal définis selon la surface du test en proportion des surfaces réelles (base 1h/ha). Ceci limite le biais observateur averti, puisque celui-ci, au courant par principe du test en cours, ne peut augmenter sensiblement son temps de recherche et ainsi intensifier celle-ci.
- ✓ Le nombre de leurres cumulés sur plusieurs tests augmente la fiabilité du coefficient de détectabilité (en principe 20 à 30 leurres par test).

Trois types de leurres sont utilisés : tissu (forme en tissu marron), fibre (forme en fibres brunes non tissées) et réaliste (confectionné avec des plumes de ramier ou de corneille). Les résultats des tests permettent de comparer les différents leurres en vue de l'amélioration de ceux-ci.

Le nombre de tests adaptés n'est pas limité (modalités pratiques de mise en place moins lourdes). Un cumul des tests sur plusieurs années est aussi prévu. Un test sur site est généralement réalisé (pour un intervenant régulier), afin de contrôler la cohérence des résultats (avec séparation des types de surfaces). Des corrections peuvent être appliquées en compensation.

Chaque intervenant du suivi de mortalité participe à des tests de détection. Ces tests permettent de définir le coefficient de détectabilité pour chaque intervenant. On obtient donc, pour chaque intervenant un coefficient de détectabilité pour chaque type de surface, selon le modèle ci-dessous.



Figure 12 : Leurre fabriqué en tissu
(Source : photo ALTHIS)

Tableau 9 : 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

À chaque éolienne et à chaque passage est associée une surface par type de couvert.

Il est donc possible de définir pour chaque journée un coefficient moyenné journalier de détectabilité et la surface prospectée journalière. Sur la période de suivi, on peut prendre en compte les moyennes pour le suivi, ce qui donne la surface prospectée moyenne, donc le coefficient correcteur de surface, et le coefficient composite de détectabilité qui sont nécessaires pour la mise en œuvre des calculs.

$$A = \frac{\sum_{i=0}^n \left(\frac{Sp+ Sb+ Sh}{Sap} \right)}{n}$$

$$d = \frac{\sum_{i=0}^n (dp \times Sp + db \times Sb + dh \times Sm)}{n}$$

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 10 : Exemple de calculs de A et d

Eolienne A	Intervenant	Surface plane			Végétation basse			Non prospectable	Détectabilité moyenné d	Correction de surface prospectée A
		S _p	d _p	S _p * d _p	S _b	d _b	S _b * d _b			
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

III.4.4 Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert

III.4.4.1 Principe

À chaque type de couvert, et à chaque intervenant est associé un taux de détectabilité spécifique.

III.4.4.2 Mise en œuvre

Les 3 estimateurs retenus pour les calculs sont disponibles, pour une mise en œuvre, de façon simple et fiable, sur le site du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE) : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/>

Les données sont à fournir sous une forme précise :

- ✓ Le nombre de cas de mortalité est saisi par passage dans un fichier,
- ✓ La durée de persistance par carcasse du test est saisie dans un fichier,
- ✓ 4 autres données sont fournies : l'intervalle entre passages, les nombres de leurres posés et retrouvés pour la détection, et le pourcentage de surface prospectée.

Avec ces éléments, le programme fournit l'estimation médiane et les intervalles de confiance à 95% et 80% pour chaque estimateur. Les 3 modèles utilisés ne sont pas comparés, mais moyennés pour définir la médiane et l'intervalle de confiance à 80%.

III.4.4.3 Utilisation des coefficients de détectabilité composites

L'utilisation du programme du CEFE pour les calculs 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 permet pas d'utiliser directement le programme. On recrée donc des chiffres utilisables avec les taux composites.

Le nombre de leurres 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 calculé. Ceci permet de fournir un chiffre au programme de calcul (nombre trouvé en détection).

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

Exemple pour 40 leurres aux tests de détection et chiffres du Tableau 5 :

Détection théorique sur l'éolienne E = 40 x d = 40 x 0,573 = 22,92.

Sur l'éolienne E, avec un couvert à 53% plat et 33% bas en moyenne, qui correspond à un taux de détection composite de 57,3%, le test de détection pour 40 leurres aurait théoriquement permis de retrouver 23 leurres.

III.4.5 Utilisation des données météorologiques et de fonctionnement

III.4.5.1 Moments de la journée

Le maximum d'activité des chauves-souris intervient dans la demi-heure précédant et les 3 heures suivant le coucher du soleil. En vue de faciliter les analyses, la journée a été découpée en 5 périodes :

- ✓ Le crépuscule (½ heure avant le coucher du soleil)
- ✓ Le début de nuit (du coucher jusqu'à 3 h après le coucher de soleil)
- ✓ Le milieu de nuit (entre le début et la fin)
- ✓ La fin de nuit (à partir de 2 h avant le lever du soleil)
- ✓ La période « journée » (du lever à 9 h, puis de 19 h au crépuscule)

Le crépuscule et le début de nuit forment conjointement la première partie de nuit.

III.4.5.2 Séquences

Les données disponibles issues de mesures (vitesse et orientation du vent, activité de l'éolienne, température de l'air) sont relevées par séquences de 10 minutes. Les séquences renseignent des changements sur un pas de temps beaucoup plus fin que celui du suivi de mortalité, qui est de l'ordre de la semaine. Les moyennes et les extrêmes enregistrés au cours de cet intervalle long ne sont pas très pertinents. Cependant, la séquence n'est pas une échelle de restitution adaptée.

Chaque variable étudiée (vent...) est traduite en données discrètes par séquence. Il est recherché des indicateurs, qui définissent le caractère favorable (pour l'activité des chiroptères) ou non d'une mesure, ou qui simplifient la lecture de la donnée (orientation du vent).

A l'échelle des pas de temps restitués (nuit, semaine, mois), il est possible alors de calculer une fréquence des résultats sur le pas de temps considéré (X % de séquences favorables). Ces indicateurs par pas de temps permettent de les analyser et les comparer.

Une variable mesurée (niveau de vent, de température, d'activité éolienne) est transformée en fréquence de séquence favorable ou non à l'activité des chiroptères ou présentant un danger.

Trois indicateurs sont retenus, pour être utilisés dans l'analyse.

III.4.5.2.1

Vent favorable à l'activité des chiroptères

La limite de vent favorable de référence, pour les chiroptères, est de 7 m/s. Cette limite théorique est issue d'observation chez les pipistrelles (espèces principalement contactées sur le site). Le suivi en nacelle met en évidence que 99 % des contacts de chiroptères se font sous un vent de 6 m/s ce qui sera la limite de base, mais pouvant être ajusté selon d'autres critères.

Les 3 mesures de vent (minimal, moyen et maximal) sont intégrées dans un même indicateur selon le Tableau 11 suivant.

Tableau 11 : Période de vent favorable à l'activité des chiroptères

Mesures du vent		Conditions de vol	Forme simplifiée
Vent moyen (< 6 m/s)	Vent max. (< 6 m/s)	Très favorable	Favorable
	Vent max. (> 6 m/s)	Favorable	
Vent moyen (> 6 m/s)	Vent min. (< 6 m/s)	Peu favorable	Défavorable
	Vent min. (> 6 m/s)	Défavorable	

La fréquence ou le nombre pour chaque catégorie peut ainsi être évalué, donnant une indication générale du potentiel d'activité sur la période considérée.

Cette indication paraît plus fiable, comme le montre l'exemple suivant. Soit une série de 10 séquences où le vent moyen a été mesuré successivement à 2 - 4 - 4 - 3 - 6 - 6 - 8 - 11 - 17 - 19 m/s.

Le minimum est à 2 m/s, le maximum à 19 m/s, la moyenne à 8 m/s et la médiane à 6 m/s.

Retenir la moyenne aboutit à considérer la série comme défavorable, tout comme le maximum. À l’inverse, le minimum donne la série comme extrêmement favorable. La médiane est à 6 m/s, ce qui est déjà plus intéressant, mais ne dit pas si les séquences à plus de 6 sont ou non favorables.

L’application de l’indicateur montre que 60% des séquences sont favorables (sans intégrer les nuances liées aux vents minimaux et maximaux des séquences).

Danger associé au fonctionnement éolien

Les éoliennes modernes ont une utilisation optimale du vent. Dès que celui-ci est suffisant, elles tournent à un régime assez soutenu (plus de 6 tours par minute), qui donne une vitesse linéaire en extrémité de pale vite supérieure à 80 km/h. Les seuls mouvements peu dangereux sont donc ceux en roue libre à faible vitesse. Il n’y a pas vraiment d’activité intermédiaire (voir Figure 59). Il est cependant possible de graduer le dépassement d’un seuil, selon s’il concerne les activités maximales, moyennes ou minimales.

Un seuil de 7 tr/min peut être retenu en première instance. La représentation graphique des vitesses de rotation en distribution par classes permet de mettre en évidence la rupture de répartition qui correspond au début de la plage de fonctionnement. Un ajustement du seuil peut être réalisé en conséquence.

Tableau 12 : Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes

Vitesse de rotation		Danger	Forme simplifiée
Moyenne (< 7 tr/min)	Maximale (< 7tr/min)	Très faible	Très faible
	Maximale (> 7tr/min)	Peu élevé	Elevé
Moyenne (> 7 tr/min)	Minimale (< 7tr/min)	Elevé	
	Minimale (> 7tr/min)	Très élevé	

La proportion ou le nombre de chaque catégorie peut ainsi être évalué, donnant une indication générale du danger sur la période considérée.

III.4.5.2.3

Vents et activité des éoliennes

Les données fournies par l’exploitant sont utilisées, avec un relevé de vent (vitesses et orientation) et d’activité de l’éolienne toutes les dix minutes du 01/05/2020 au 30/10/2020.

Étant donné également que le vent est un élément important pour l’activité des chauves-souris, dont le maximum d’activité intervient dans la demi-heure précédente et les 3 heures suivant le coucher du soleil, l’analyse porte principalement sur le vent durant cette période. Elle s’appuie sur la division de la journée en 5 périodes (III.4.5.1).

On peut ainsi établir une répartition d’orientation par période, avec des orientations cardinales (NE, E, SE, S, SO, O, NO, N).

IV. CONTEXTE ECOLOGIQUE ET REGLEMENTAIRE

IV.1 Zones naturelles proches

L'étude des zones naturelles aux alentours d'un site éolien peut permettre la mise en évidence de potentiels facteurs influençant les enjeux environnementaux. Une aire d'étude éloignée (AEE) de 10km autour du parc est désignée. La distance de 10km est prise arbitrairement, mais prend en compte la facile capacité de déplacement des espèces volantes étudiées dans ce rapport.

La zone naturelle la plus proche se situe dans le parc éolien (ZNIEFF de type 1). Plus éloignée, dans le rayon de 10 km, cinq autres ZNIEFF de type 1 et deux de type 2 sont présentes, ainsi que deux sites NATURA 2000.

IV.1.1 Le réseau Natura 2000

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.



En ce qui concerne le projet éolien de Penquer, 2 sites Natura 2000 (en ZSC) sont recensés dans un rayon de 10 km autour de l'aire d'étude éloignée.

Tableau 13 : Liste des sites Natura 2000 localisés dans un rayon de 10 km

Type	Code	Nom	Superficie	Distance au site	Opérateur
ZSC	FR5300007	Tête de bassin versant du Blavet et de l'Hyères	3569 ha	5,2 km	DREAL Bretagne
ZSC	FR5300008	Rivière Léguer, forêts de Beffou, Coat an Noz et Coat en Hay	3204 ha	9,3 km	DREAL Bretagne

IV.1.1.1 Zone Spéciale de Conservation

FR5300007 – Tête de bassin versant du Blavet et de l'Hyères

Le site est désigné comme Zone Spéciale de Conservation (ZSC) par un arrêté du 17/02/2014.

Il s'agit du cours supérieur du Blavet et de ses affluents et têtes de bassin des affluents de l'Hyères également en contact avec les sources du Léguer (étang de Saint Norgant). Cet ensemble de landes, tourbières, prairies humides oligotrophes, boisements et bocage à maillage dense est implanté en grande partie sur un important massif granitique du Centre-Ouest Bretagne (massif de Quintin-Duault).

Le site est constitué d'un très important ensemble de milieux naturels de qualités caractéristiques du centre de la Bretagne : vallées boisées, landes (Locarn), landes tourbeuses (Crec'h an Bars), tourbières (Corong), bas-marais rocheux, étang (Saint Norgant), chaos granitique à hyménophylles.

Tableau 14 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300007 »

Code habitat N2000	Désignation de l'habitat	Surface concernée (ha)
3110	Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (<i>Littorelletalia uniflorae</i>)	0,7
3260	Rivières des étages planitaire à montagnard avec végétation du <i>Ranuncion fluitantis</i> et du <i>Calotricho-Batrachion</i>	0,44
4020*	Landes humides atlantiques tempérées à <i>Erica ciliaris</i> et <i>Erica tetralix</i>	175,4
4030	Landes sèches européennes	124,73
6230*	Formations herbeuses à <i>Nardus</i> , riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes (et des zones submontagnardes de l'Europe continentale)	1,02
6410	Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>)	229,3
6430	Mégaphorbaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnards à alpins	63,3
7110*	Tourbières hautes actives	21,2
7140	Tourbières de transition et tremblantes	15,7
7150	Dépressions sur substrat tourbeux de <i>Rynchosporion</i>	3,8
8220	Pentes rocheuses siliceuses avec végétation chasmophytique	9,5
8230	Roches siliceuses avec végétation pionnière du <i>Sedo-Scleranthion</i> ou du <i>Sedo albi-Vernicion dillenii</i>	1,18
91A0	Vieilles chênaies des îles britanniques à <i>Ilex</i> et <i>Blechnum</i>	3,6
91D0*	Tourbières boisées	1,9
91E0*	Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incarnae</i> , <i>Salicion albae</i>)	16,2
9120	Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à <i>Ilex</i> et parfois à <i>Taxus</i> (<i>Quercion robori-petraeae</i> ou <i>Illici-Fagenion</i>)	203,5
9130	Hêtraies de l' <i>Asperulo-Fagetum</i>	42,7

* : Habitat d'intérêt communautaire prioritaire

Tableau 15 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300007 »

Type	Code espèce N2000	Nom vernaculaire	Nom scientifique
Invertébré	1007	Escargot de Quimper	<i>Elona quimperiana</i>
Invertébré	1029	Mulette perlière	<i>Margaritifera margaritifera</i>
Invertébré	1065	Damier de la succise	<i>Euphydrias aurinia</i>
Invertébré	1092	Écrevisse à pattes blanches	<i>Austropotamobius pallipes</i>
Poisson	1096	Lamproie de Planer	<i>Lampetra planeri</i>
Poisson	1163	Chabot commun	<i>Cottus gobio</i>
Mammifère	1304	Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
Mammifère	1308	Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>
Mammifère	1323	Murin de bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>
Mammifère	1355	Loutre d'Europe	<i>Lutra lutra</i>
Plante	1421	Trichomanes remarquable	<i>Vandenboschia speciosa</i>
Plante	1831	Flûteau nageant	<i>Luronium natans</i>

Rivière Léguer, forêts de Beffou, Coat an Noz et Coat an Hay

Le site est désigné comme Zone Spéciale de Conservation (ZSC) par un arrêté du 04/05/2007.

Il s'agit de la Forêt de Beffou, des secteurs ouest et est de la forêt de Coat An Noz et des vallées boisées encaissées du cours moyen et de l'embouchure du Léguer avec présence localisée de chaos granitiques (secteur Ploubezre/Tonquédec), de végétation chasmophytique (coteaux) et de landes sur affleurements et plateaux granitiques.

Présence, juste en amont de l'estuaire, d'un habitat forestier thermophile rare : la chênaie sessiflore à alisier torminal localement pénétrée de fourrés d'arbusier (espèce méditerranéenne atlantique) en situation apparemment spontanée. Les fonds de vallées, sur le cours moyen du Léguer, abritent des banquettes alluvionnaires riches en plantes neutrophiles encadrées par des mosaïques de landes et de végétations chasmophytiques sur affleurements granitiques. Les vallées boisées et les cours d'eau présentent un intérêt majeur pour la faune ichtyologique (saumon atlantique) et mammalogique (loutre d'Europe et chiroptères). Parmi les habitats d'intérêt communautaire, on note en particulier la végétation flottante de renoncules des rivières planitiaires, les hêtraies neutrophiles de l'Asperulo-Fagetum et les forêts alluviales résiduelles des domaines médio-européens et Atlantique (habitat prioritaire).

Tableau 16 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300008 »

Code habitat N2000	Désignation de l'habitat	Surface concernée (ha)
1130	Estuaires	36,82
1140	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	55,23
1150*	Lagunes côtières	0,3
1170	Récifs	18,41
1210	Végétation annuelle des laisses de mer	0,2
1220	Végétation vivace des rivages de galets	0,6
1230	Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques	1,4
1310	Végétations pionnières à <i>Salicornia</i> et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	0,2
1330	Prés-salés atlantiques (<i>Glauco-Puccinellietalia maritima</i>)	2,8
3260	Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du <i>Ranuncion fluitantis</i> et du <i>Calotricho-Batrachion</i>	25,5
4020*	Landes humides atlantiques tempérées à <i>Erica ciliaris</i> et <i>Erica tetralix</i>	2,54
4030	Landes sèches européennes	7,2
6410	Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>)	1,68
6430	Mégaphorbaies hygrophiles d'ourlets planitiaux et des étages montagnards à alpins	15,4
7110*	Tourbières hautes actives	2,6
7140	Tourbières de transitions et tremblantes	0,07
8230	Roches siliceuses avec végétation pionnière du <i>Sedo-Scleranthion</i> ou du <i>Sedo albi-Veronicion dilenii</i>	1,54
91D0*	Tourbières boisées	33,8
91E0*	Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incarnae</i> , <i>Sallion albae</i>)	28
9120	Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à <i>Ilex</i> et parfois à <i>Taxus</i> (<i>Quercion robori-petraeae</i> ou <i>Ilici-Fagenion</i>)	540
9130	Hêtraies de l' <i>Asperulo-Fagetum</i>	111,2

* : Habitat d'intérêt communautaire prioritaire

Tableau 17 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300008 »

Type	Code espèce N2000	Nom vernaculaire	Nom scientifique
Invertébré	1007	Escargot de Quimper	<i>Elona quimperiana</i>
Invertébré	1065	Damier de la succise	<i>Euphydryas aurinia</i>
Invertébré	1083	Lucane cerf-volant	<i>Lucanus cervus</i>
Poisson	1095	Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>
Poisson	1096	Lamproie de Planer	<i>Lampetra planeri</i>
Poisson	1102	Grande alose	<i>Alosa alosa</i>
Poisson	1103	Alose feinte	<i>Alosa fallax</i>
Poisson	1106	Saumon atlantique	<i>Salmo salar</i>
Poisson	1163	Chabot commun	<i>Cottus gobio</i>
Mammifère	1303	Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>
Mammifère	1304	Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
Mammifère	1308	Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>
Mammifère	1323	Murin de bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>
Mammifère	1324	Grand murin	<i>Myotis myotis</i>
Mammifère	1355	Loutre d'Europe	<i>Lutra lutra</i>
Plante	1421	Trichomanes remarquable	<i>Vandenboschia speciosa</i>
Plante	1831	Flûteau nageant	<i>Luronium natans</i>

Bilan

Les deux sites NATURA 2000 sont des zones spéciales de conservation aux milieux divers, composés : de bassins versants et de cours d'eau, de landes et de forêts, ainsi que de prairies. Refuge pour la faune et la flore ils accueillent tout deux des espèces de chauves-souris d'intérêts communautaires.

IV.1.2 Les Arrêtés de Protection de Biotope (APPB)

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'UICN 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 APPB n'est recensé dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.

IV.1.1 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 régionale ou nationale n'est répertoriée dans un rayon de 10 km autour de l'AEE.

IV.1.1 Les parcs nationaux et les parcs naturels régionaux (PNR)

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 constituant 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 parc naturel régional ou national n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour de l'AEE.

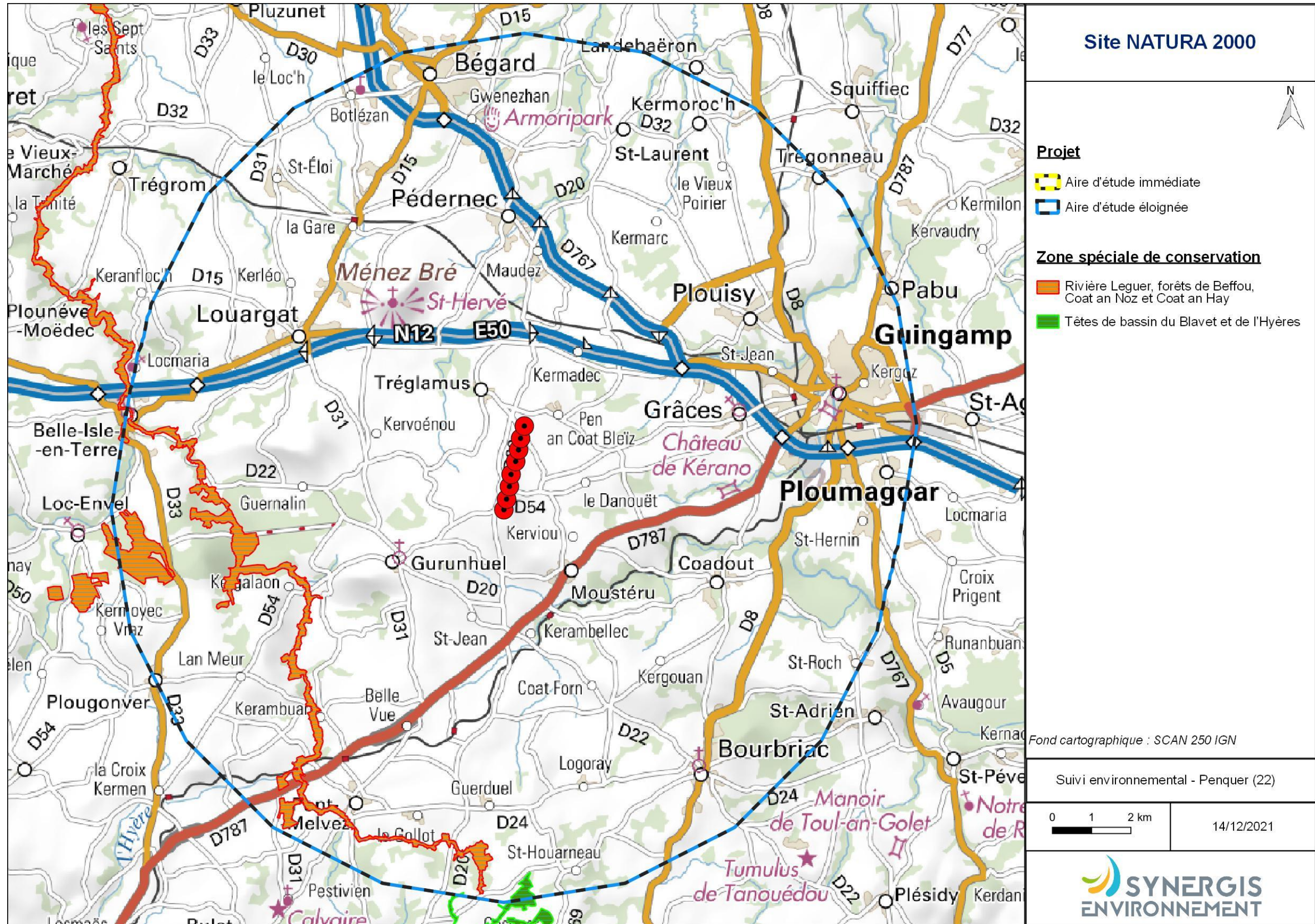


Figure 13 : Carte du réseau Natura 2000 dans un rayon de 10 km

IV.1.2 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.

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

Type	Identifiant	NOM	Distance moyenne aux éoliennes
ZNIEFF I	53002021	LANDES DE GUERN HERVE	7 m
ZNIEFF I	530020032	BOIS DE CREC'H CAN	3 km
ZNIEFF I	530120018	FORÊT DE COAT AN HAY - LEGUER AMONT	3,7 km
ZNIEFF II	530002104	FORÊT DE COAT-AN-NOZ ET COAT-AN-HAY	3,7 km
ZNIEFF I	530015671	LANDE SUPPLICE	5 km
ZNIEFF II	530006463	BOIS DE COAT-LIOU	8 km
ZNIEFF I	530030013	ROC'H AR BOC'H ET VALLON TOURBEUX DU SULLE A COAT-LIOU	8,1 km
ZNIEFF I	530006464	LANDES TOURBEUSES AU SUD DU BOIS DE COAT-LIOU	9,4 km

Les caractéristiques principales ainsi que les informations de distance relatives de chaque ZNIEFF sont synthétisées dans le Tableau 18.

Bilan

L'ensemble de ces ZNIEFF, très concentrées dans la zone, ont comme principaux enjeux de conservation les habitats rivulaires, les landes et les tourbières ainsi que les boisements.

Les landes et les tourbières sont des zones de reproduction, d'hivernage et de halte migratoire pour de nombreux oiseaux et notamment les rapaces. Les forêts sont essentielles pour certaines espèces d'oiseaux et de chiroptères qui les utilisent comme zone de chasse ou de reproduction.

Tableau 18 : Description des ZNIEFF dans l'AEF

Type	Identifiant	NOM	Habitats déterminants	Espèces déterminantes	Description	Distance au site
ZNIEFF I	530020032	BOIS DE CREC'H CAN	24.4 - Végétations immergées des rivières 37.3 - Prairies humides oligotrophes 41.5 - Chênaies acidiphiles 44.3 - Forêts de frênes et d'aulnes des fleuves médio-européens	8 espèces : 1 gastéropode 7 phanérogames	Petit massif boisé de feuillus faisant partie du bassin versant du Trieux (Ruisseau du Bois de la Roche) - Ensemble dominé par la Chênaie-hêtraie acidiphile, avec localement des faciès à Myrtille et Grande Luzule - Grand intérêt botanique des clairières à prairies humides oligotrophes (en voie d'abandon), et surtout de la banquette alluviale, dominée par le bois ripicole de Frênes et d'Aulnes, qui possède un grand nombre d'espèces rares ou très rares dans la région est caractéristiques de sols riches en éléments nutritifs (Ancolie, Renouée bistorte, Ail des ours, Euphorbe douce, etc....) - Abondance de l'Escargot de Quimper (Elona quimperiana) espèce protégée, d'intérêt européen.	3 km
ZNIEFF I	530120018	FORÊT DE COAT AN HAY - LEGUER AMONT	24.12 - Zones à truites 37.7 - Lisières humides à grandes herbes 41.1 - Hêtraies 41.5 - Chênaies acidiphiles 44.3 - Forêts de frênes, d'aulnes des fleuves médio-européens	32 espèces : 1 gastéropode 1 insecte 6 mammifères 5 poissons 19 plantes	La partie allant du moulin de Trobodec à la lisière de la forêt de Coat an Hay est intéressante par sa diversité d'habitats sur une petite distance, avec notamment plusieurs mégaphorbiaies riches en libellules et une petite station de l'alnion-glutinosa. La chênaie-hêtraie acidiphile à myrtille (Betulaie à Sphaignes dans les secteurs mal drainés). La Hêtraie neutrophile à Aspérule, largement pénétrée d'Ifs, présentant un grand intérêt floristique (nombreux taxons à tendance neutro-calcicole). Ce groupement est relayé par la chênaie frênaie dans les secteurs humides des vallons.	3,7 km
ZNIEFF II	530002104	FORÊT DE COAT-AN-NOZ ET COAT-AN-HAY	24.12 - Zone à truites 37.7 - Lisières humides à grandes herbes 41.1 - Hêtraies 41.12 - Hêtraies atlantiques acidiphiles 41.13 - Hêtraies neutrophiles 41.5 - Chênaies acidiphiles 44. A - Forêts marécageuses de bouleaux et de conifères 44.3 - Forêts de frênes et d'aulnes des fleuves médio-européens 51.141 - Tourbières à Narthecium 62.2 - Végétation des falaises continentales siliceuses	92 espèces : 5 amphibiens 1 gastéropode 3 insectes 11 mammifères, dont 8 chiroptères 9 oiseaux 5 poissons 1 reptile 9 champignons 48 plantes	Le principal milieu déterminant de la zone est la hêtraie-chênaie acidiphile à acidiline à houx et plus particulièrement à if, assez abondant dans ce massif ; c'est un habitat forestier d'intérêt communautaire, représenté en futaie ou taillis. La hêtraie de l'Asperulo-Fagetum est plus localisée et surtout présente au nord du Château de Coat-an-Noz sous sa variante neutrophile à mélisse, if et houx. Deux autres habitats forestiers d'intérêt communautaire (prioritaires) tourbeux ou alluviaux surtout présents au niveau du couloir du Léguer et dans quelques fonds de vallons, sont aussi importants à conserver dans le site : l'aulnaie - frênaie à laîche espacée (Carex remota) des petits ruisseaux, présentant également 2 autres variantes marquées par l'abondance de la laîche penchée (Carex pendula), ou bien du noisetier en sous-strate ; et la boulaie pubescente tourbeuse à sphaignes surtout représentée dans sa variante acidiline accompagnée de saules et de laîche paniculée en situation alluviale, la race atlantique à Sphagnum fimbriatum est aussi présente sur Coat-an-Hay.	3,7 km
ZNIEFF I	530015671	LANDE SUPPLICE	31.2 Landes sèches	6 espèces : 2 Lépidoptères 4 Phanérogames	Landes interpénétrées de parcelles agricoles et partiellement enrésinées. Fructicees et chênaies paraclimaciques, prairies mésophiles et humides. Intérêt botanique : la nature du sous-sol (roches volcaniques basiques) détermine localement la présence d'espèces neutrophiles : Daphné lauréole, Lin purgatif, l'orchidée <i>Platanthera chlorantha</i> dont la présence en dehors du littoral est exceptionnelle en Bretagne. L'intérêt majeur du site réside dans la présence de plusieurs stations de la centauree fausse-scille, espèce menacée à l'échelle nationale et protégée par arrêté du 20/01/1982.	5 km
ZNIEFF I	53002021	LANDES DE GUERN HERVE	31.12 - Landes humides atlantiques méridionales 31.23 - Landes atlantiques à Erica et Ulex	5 espèces de phanérogames	Landes mésophiles et landes humides à fractions tourbeuses, présentant un grand intérêt botanique : présence de plusieurs espèces végétales protégées et / ou menacées. Pâturage occasionnel (taurillons) permettant de lutter contre la fermeture du milieu et assurant une diversification des formations.	7 km
ZNIEFF II	530006463	BOIS DE COAT-LIOU	31.2 - Landes sèche 31.12 - Landes humides atlantiques méridionales 41.12 - Hêtraies atlantiques acidiphiles 41.52 - Chênaies acidiphiles atlantiques à Hêtres 44.3 - Forêts de frênes et d'aulnes des fleuves médio-européens 82.31 - Plantations de conifères	32 espèces : 4 bryophytes 1 mammifères 1 gastéropode 2 oiseaux 3 phanérogames 3 ptéridophytes 1 reptile	À la base porteuse d'une chênaie-hêtraie acidiphile et de landes, l'espace du Bois de Coat-Liou a été enrésiné sur plus d'un tiers de sa surface. Les îlots d'écicéas, ou de peupliers dans le vallon Nord sont plus localisés. Quelques belles unités de futaie de la chênaie-hêtraie atlantique à houx (habitat forestier d'intérêt communautaire) sont toutefois conservées sur le versant nord du bois. D'autres espaces boisés traités en taillis favorisent le châtaignier, le bouleau peut être très présent dans les parcelles jeunes et les recrûs.	8 km
ZNIEFF I	530030013	ROC'H AR BOC'H ET VALLON TOURBEUX DU SULLE A COAT-LIOU	31.2 - Landes sèche 41.52 - Chênaies acidiphiles atlantiques à Hêtres 44. A - Forêts marécageuses de bouleaux et de conifères 51.1 - Tourbières hautes à peu près naturelles 62.2 - Végétation des falaises continentales siliceuses 83.3112 - Plantations de Pins européens	13 espèces : 1 gastéropode 1 mammifère 1 reptile 10 plantes dont 4 bryophytes, 3 phanérogames et 3 ptéridophytes	Roc'h ar Boc'h (le rocher du bouc), situé dans un rentrant du haut de versant nord (proche du point culminant du bois) en contexte forestier feuillu, bénéficie d'une forte humidité atmosphérique une grande partie de l'année. Signalée anciennement par le naturaliste E. Lebeurier, l'hyménophylle de Tonbridge (<i>Hymenophyllum tunbrigense</i>) petite fougère protégée sur le plan national y possède toujours une station. Deux autres fougères protégées sont également présentes, l'une dans une encoignure du rocher seulement sous sa forme de prothalle : le trichomanes remarquable (<i>Trichomanes speciosum</i>), l'autre dans les environs du rocher, mais aussi bien plus à l'Est dans la zone, le long du sentier longeant le vallon : le dryopteris atlantique (<i>Dryopteris aemula</i>). Le cortège bryophytique est aussi très intéressant et comporte des espèces peu communes, dont une hépatique rare en Bretagne et en France : <i>Lepidozia cupressina</i> (= <i>L. pinnata</i>) dont c'est peut-être la première mention costarmoricaine	8,1 km
ZNIEFF I	530015686	LANDES TOURBEUSES AU SUD DU BOIS DE COAT-LIOU	31.1 - Landes humides 44.A - Forêts marécageuses de bouleaux et de conifères 44.92 - Saussaies marécageuses 51.1 - Tourbières hautes à peu près naturelles	6 espèces : 1 mammifère 5 plantes	Le secteur le plus grand est situé entre les villages de Cosquer-Lanniou et le Lézard, et porte une lande tourbeuse à bruyères et molinie encore assez ouverte malgré les tentatives de drainage et de boisements résineux dont elle a fait l'objet (cyprés, et sans doute plus anciennement pins, qui se ressèment). D'autres clairières plus nettement en tourbière de pente à narthécies, localement diversifiées, sont aussi présentes dans la zone, ainsi que des habitats boisés tourbeux dominés par des saules ou des bouleaux. Un étang à caractère oligo-mésotrophe ainsi qu'une grande mare oligotrophe sont également présents dans la partie aval. Une petite fontaine en milieu tourbeux est présente sur l'amont, au Nord.	9 km

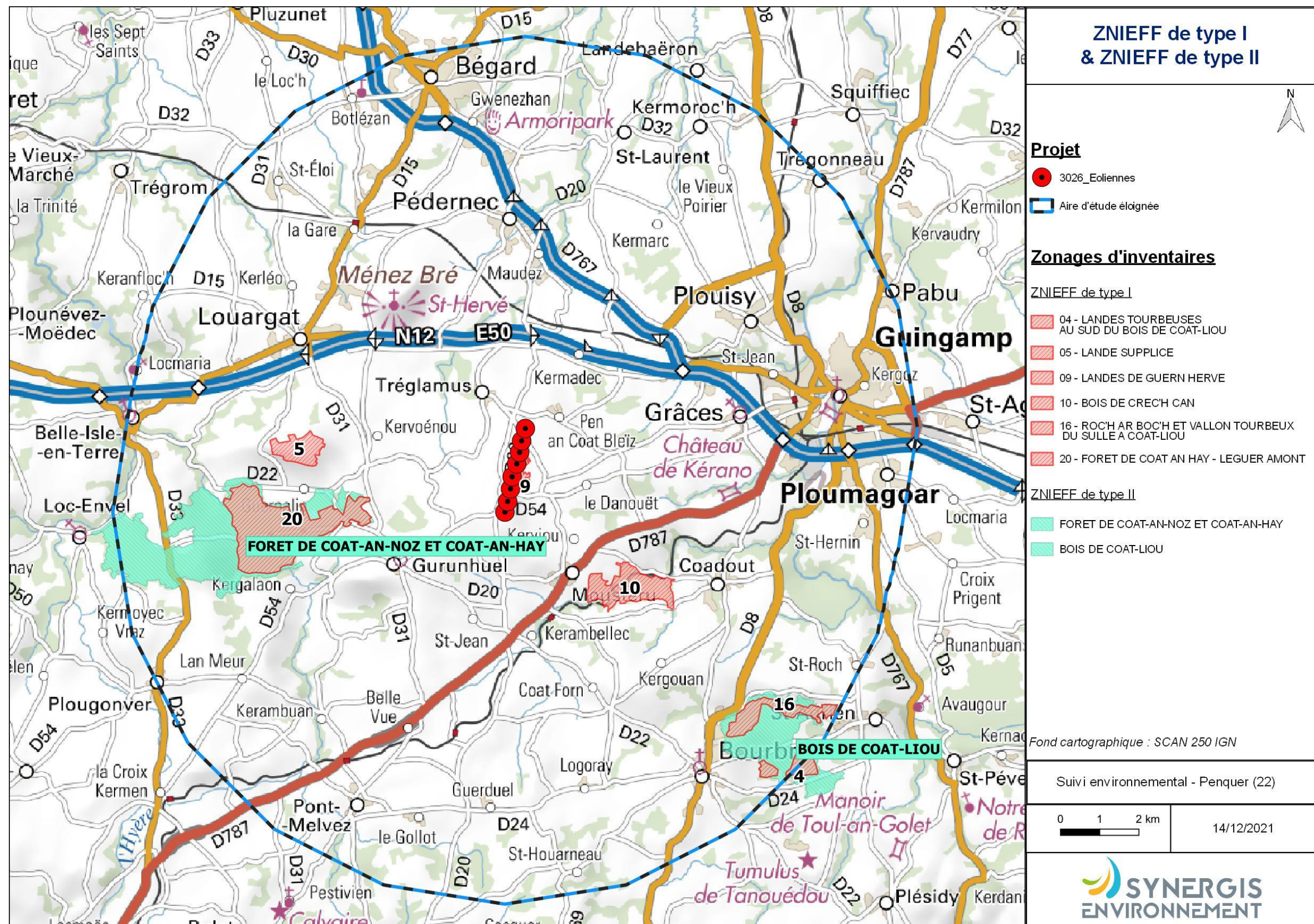


Figure 14 : Localisation des ZNIEFF de type I et II dans un rayon de 10 km

IV.2 Schéma Régional Eolien de la région Bretagne

Le schéma régional éolien breton a été arrêté par le préfet de région le 28 septembre 2012, puis annulé par un jugement du Tribunal Administratif de Rennes du 23 octobre 2015.

Toutefois, il reste un guide pour l'élaboration des projets de zones de développement de l'éolien et des parcs terrestres.

Ce rapport rappelle l'importance de la prise en compte des zones naturelles classées, des données des atlas et des suivis complémentaires sur sites pour mettre en évidence les potentiels enjeux écologiques en présence sur et autour de la zone du projet.

IV.3 Continuités écologiques

IV.3.1 Définition

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...

IV.3.2 Aspects légaux

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 par 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 identifiés par les SDAGE comme réservoirs biologiques ou d'intérêt pour le maintien, l'atteinte du bon état écologique/la migration des poissons-amphihalins (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.

IV.3.3 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.

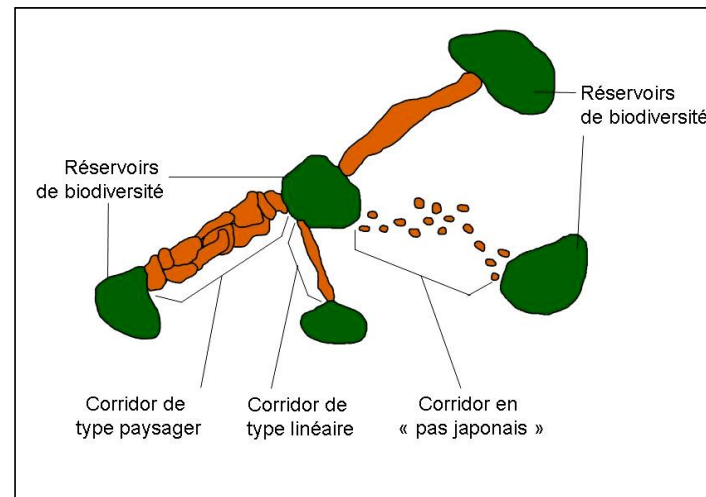


Figure 15 : Éléments de la Trame Verte et Bleue

Source : CEMAGREF, d'après Bennett 1991

IV.3.4 Le SRCE de la région Bretagne

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 en partie dans le grand ensemble de perméabilité n°7 : Les Monts d'Arrée et le massif de Quintin et le grand ensemble de perméabilité n°4 : Le Trégor-Goëlo intérieur, de la rivière du Léguer à la forêt de Lorge.

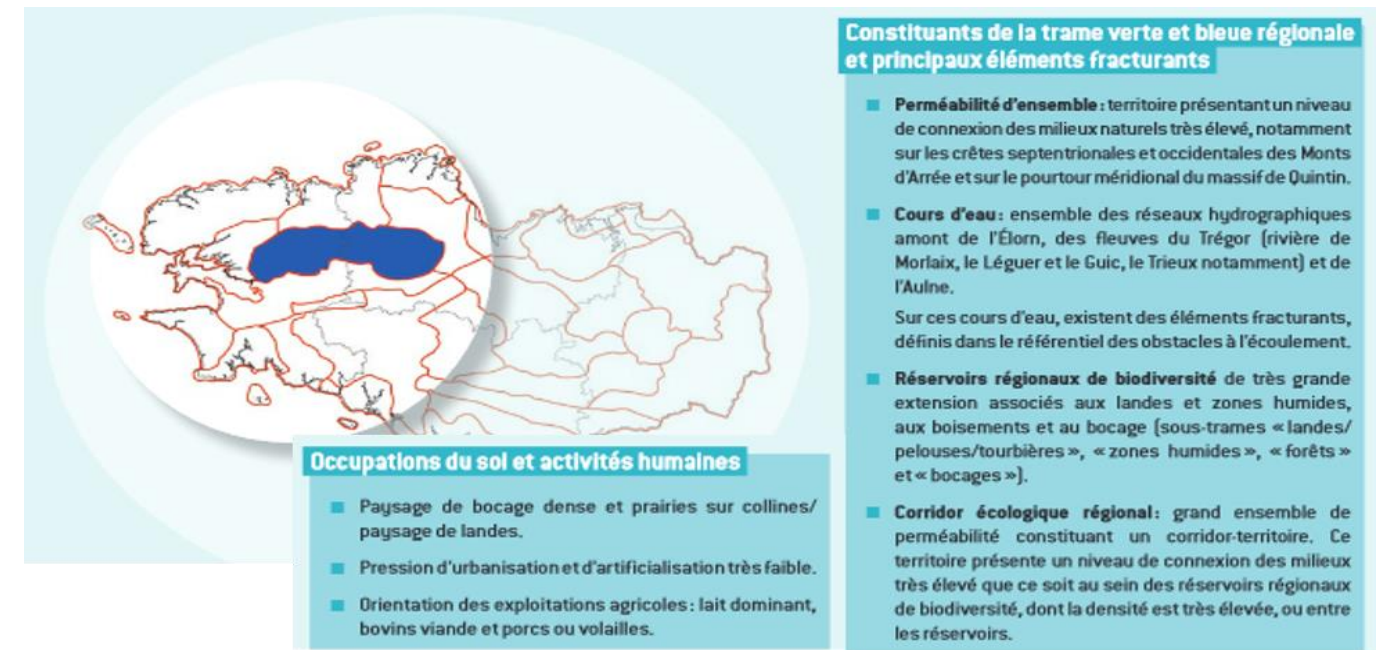


Figure 16 : Présentation du Grand Ensemble de Perméabilité n°7 Les Monts d'Arrée et le massif de Quintin

Source : SRCE Bretagne 2015

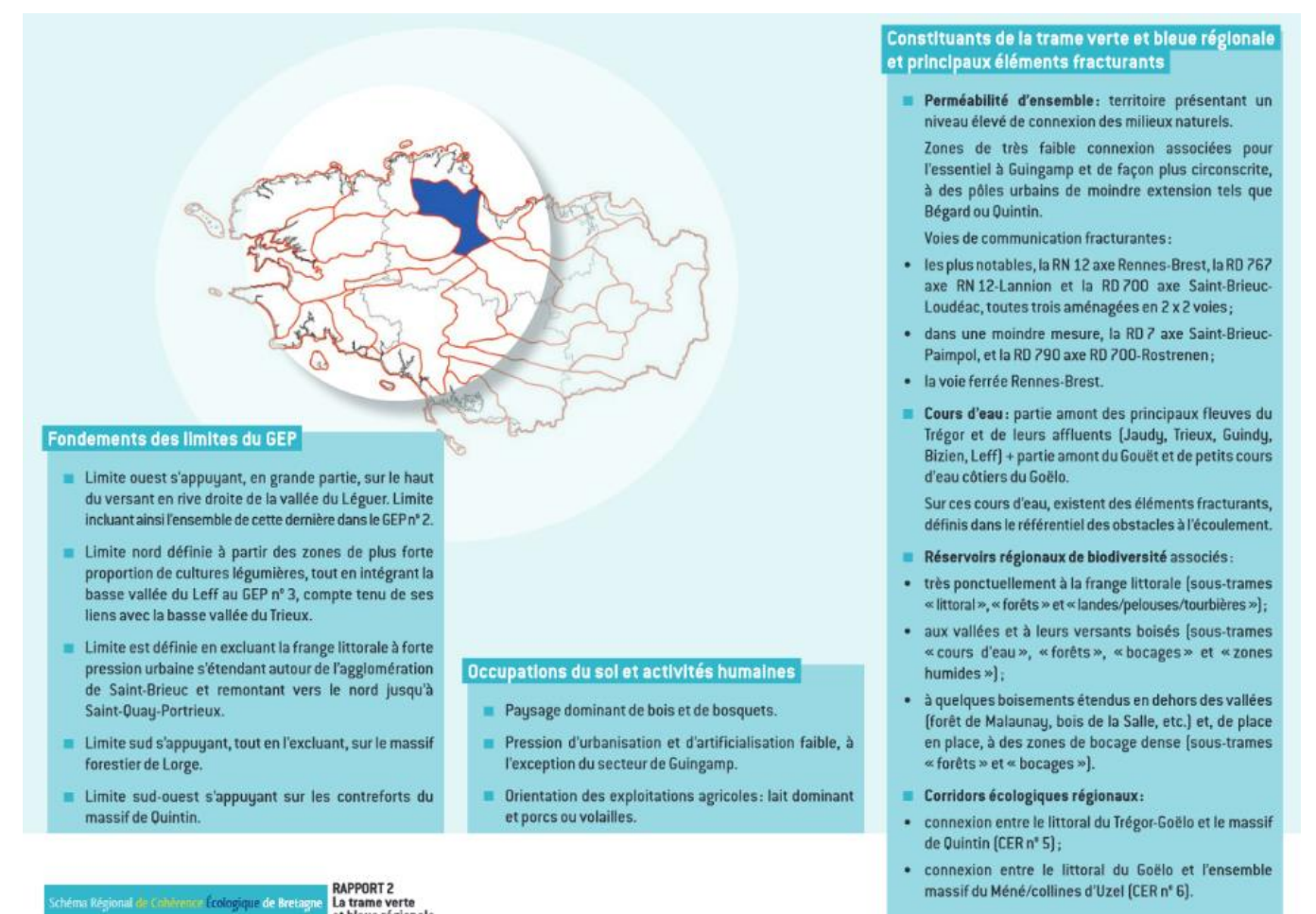


Figure 17 : Présentation du Grand Ensemble de Perméabilité n°4 : Le Trégor-Goëlo intérieur, de la rivière du Léguer à la forêt de Lorge

Source : SRCE Bretagne 2015 Source : SRCE Bretagne 2015

Les informations disponibles actuellement permettent d'avoir d'ores et déjà des éléments concernant les continuités écologiques au niveau du projet.

L'aire d'étude se situe à la frontière entre deux grands ensembles de perméabilité : « Le Trégor-Goëlo intérieur, de la rivière du Léguer à la forêt de Lorge » et « Les Monts d'Arrée et le massif du Quintin ». Le Massif du Quintin au sud de l'aire d'étude présente une forte connectivité des milieux naturels aussi bien aux niveaux de la trame bleue que verte. Le Massif du Quintin est composé de nombreux milieux naturels connectés entre eux est pouvant accueillir un grand nombre d'espèces. Le Trégor-Goëlo intérieur présente aussi un niveau élevé de connexion des milieux naturels. Comme indiqué dans le SRCE, la frontière entre les deux grands ensembles de perméabilité est peu tranchée au regard des niveaux de connexions des milieux naturels respectifs des deux ensembles.

Bilan

Les éoliennes sont situées entre deux grands ensembles de perméabilité présentant des réservoirs de biodiversité et des connexions entre milieux naturels très élevés.

Bilan des zones naturelles

L'air d'étude éloignée comprend quelques sites naturels (Natura 2000 et ZNIEFF) répartis de l'ouest jusqu'au sud-est et intègre une ZNIEFF accolée à un parc éolien. Les sites sont assez bien connectés les uns aux autres.

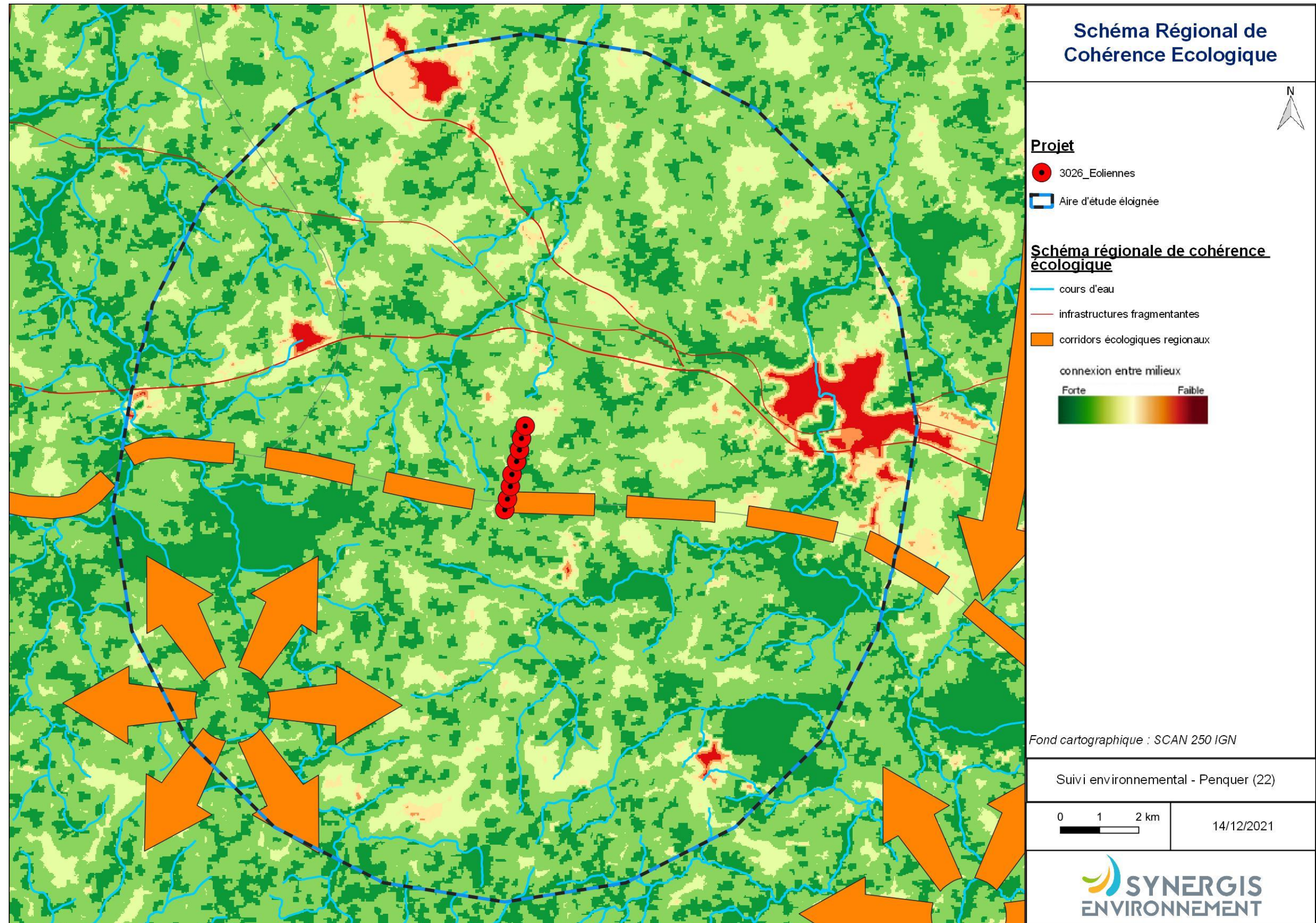


Figure 18 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne (2015)

IV.4 Contexte paysager

Le site de Penquer se trouve dans un contexte agricole comportant autant de parcelles de prairies que de parcelle mise en cultures. Le maillage de haies est relativement connecté et homogène avec une structure et une composition variée (Figure 21). Les habitats ont été identifiés via le VNEI.

Les éoliennes sont principalement entourées de milieux diversifiés. Il y a des prairies pâturées et/ou fauchées, certaines sont également humides ainsi que des haies souvent bien développées (strates : herbacée, arbustive et arborée) interconnectées avec des boisements et les landes de Guern Hervé (Figure 14 et Figure 21).

Les réseaux de boisements, de landes et de haies forment des corridors écologiques que les espèces de mammifères et insectes terrestres et volants, ainsi que les oiseaux peuvent emprunter. De plus, cette diversification de milieu apporte une biodiversité faune et flore intéressante.



Figure 19 : Vue depuis l'éolienne P1 E2



Figure 20 : Vue depuis l'éolienne P1 E6

Le Groupe Mammalogique Breton a identifié une trame des continuités pour les chauves-souris en Bretagne. Cette trame à l'échelle de l'aire d'étude éloignée met en évidence un ensemble de zones très favorables autour du parc éolien ainsi qu'à l'ouest.

Les habitats connexes (zone humide, boisements, haies...) et les quelques réseaux hydrographiques peuvent être perçus comme des corridors écologiques reliant ces trames (Montgomery *et al.*, 2020).

Bilan contexte paysager

La densité de bocage, de boisements et de prairies permanentes et semi-permanentes ainsi que la grande proximité aux zones naturelles permet d'avoir une trame favorable pour la biodiversité et induit un potentiel d'accueil de l'avifaune et des chiroptères fort.

Bilan des zones naturelles et du contexte paysager

L'aire d'étude éloignée est une zone de « corridor-territoire » principalement due à la présence de nombreux milieux naturels préservés connectés entre eux. La zone d'étude est favorable aux déplacements des chiroptères et des oiseaux.

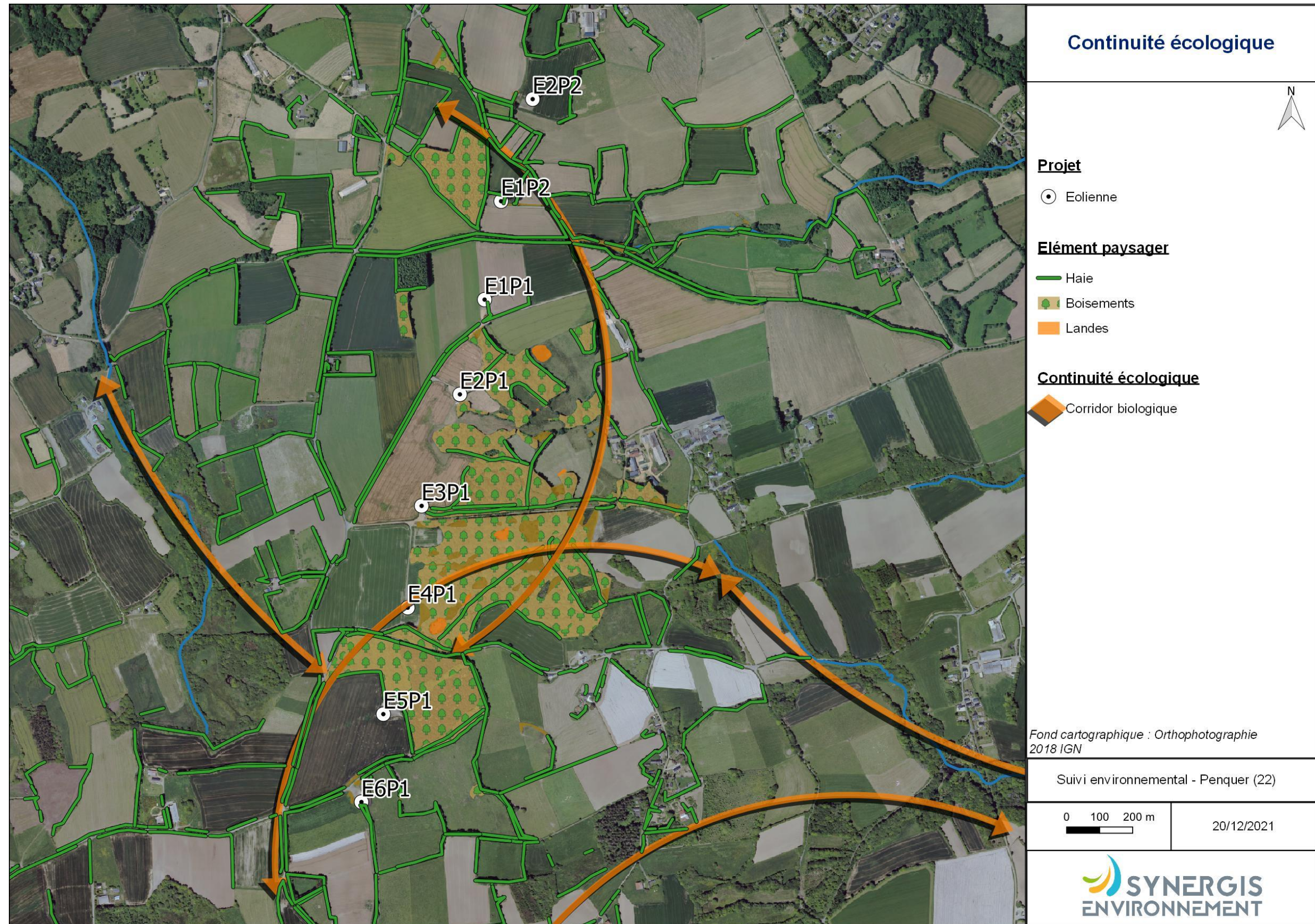


Figure 21 : Continuité écologique autour du parc de Penquer

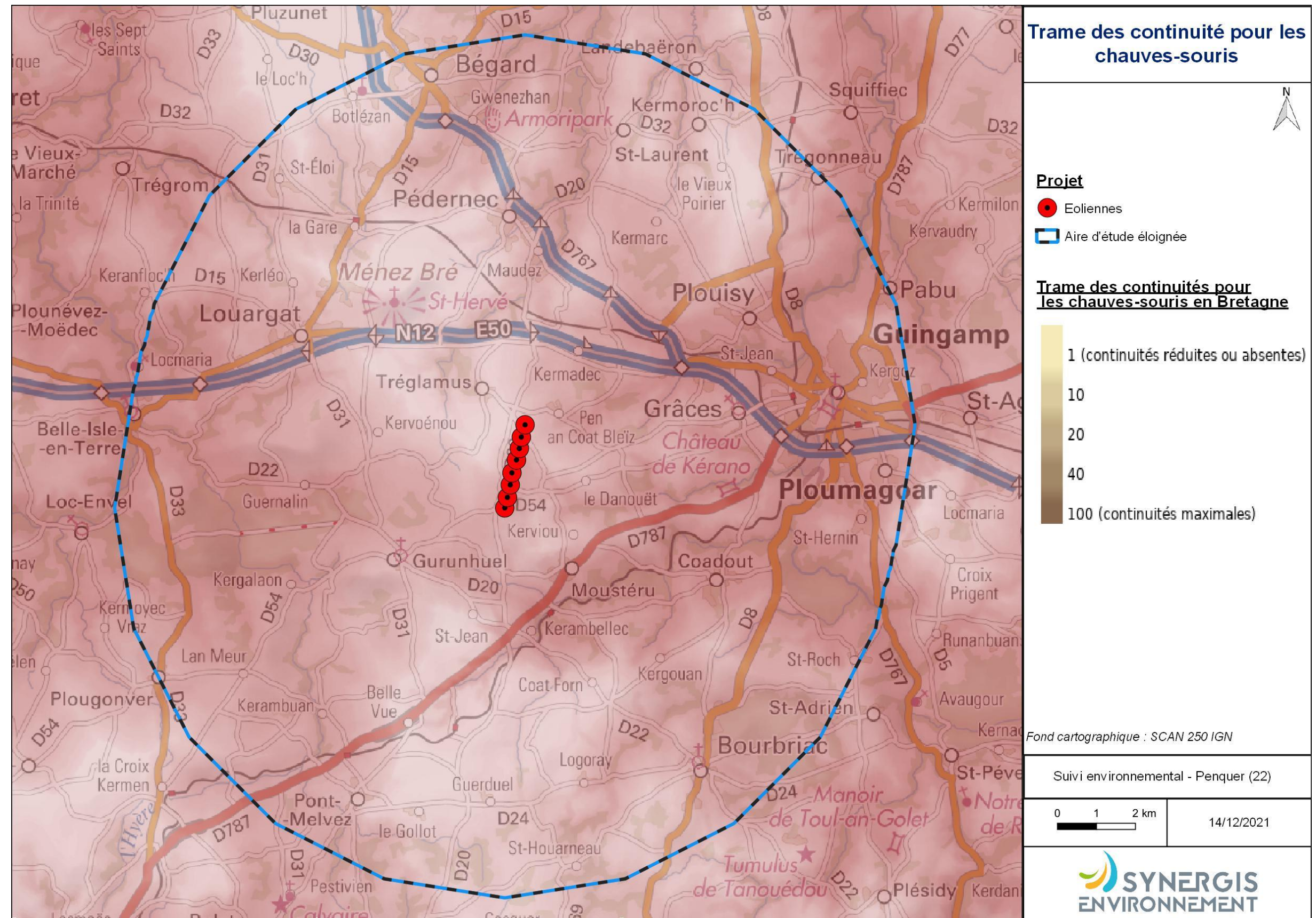


Figure 22 : Valeur moyenne des continuités écologiques de 6 espèces de chauves-souris en Bretagne continentales. Ces valeurs, distribuées de 1 à 100 dans cette trame diffuse, synthétisent la qualité et la quantité des connexions possibles entre les cœurs d'habitats de différentes espèces sensibles de chiroptères (grand et petit rhinolophes, murins de Bechstein et de Daubenton, barbastelle d'Europe et sérotine commune). Source : Groupe Mammalogique Breton 2020.

V. ECOUTES EN NACELLES

V.1 Historique du parc

Une expertise a été réalisée en 2004 par le Groupe Mammologique Breton (GMB), seulement 3 espèces sur les 21 présentes en Bretagne ont été contactées. Il s'agit de la sérotine commune, la pipistrelle commune et d'un Oreillard indéterminé. La zone d'implantation des éoliennes a été jugée comme **extrêmement pauvre**.

Un premier suivi en 2011 est réalisé par un expert naturaliste indépendant appartenant à la société AD'MISSIONS. Six sorties ont été réalisées entre le 23 août et le 3 novembre. Une pipistrelle commune a été recensée le **10 août, hors période de prospection**.

Les enregistrements en altitude ont permis de noter des passages de chauves-souris très localisés dans le temps (août et octobre), sur 90 contacts, un seul fut de la sérotine commune et les autres étaient de la pipistrelle commune sur 5 jours.

Les enregistrements au sol n'ont eu que de faibles résultats : une seule espèce (Pipistrelle commune) et peu de contacts, limités aux haies.

Le chiroptérologue P. Lustrat a conclu que le parc éolien était faiblement mortifère.

V.2 Résultats des écoutes en nacelle

Pour rappel, les écoutes en nacelle se sont déroulées du 1er avril 2021 au 31 octobre 2021, sur P2 E1 (au nord du site) et P1 E5 (sud du site). Les résultats bruts enregistrés pour chaque batlogger lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Les résultats enregistrés lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 19 : Nombre de contacts bruts par espèce de chauves-souris – P2 E1

Date de pose	Durée d'enregistrement (H)	Période	Espèces						Groupe			Nombre de contacts brut total
			Pp	Pk	Pn	Es	Nn	NI	P35	Stl	Sérotule	
01/04/2021 au 30/04/2021	308,93	Avril										0
01/05/2021 au 31/05/2021	272,53	Mai	7									7
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin	119	4	6							129
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	21		7	5	1	8				42
01/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août	131	33	15	12	11	15		4	9	230
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre	703	104	55	2	26	5	1	1		897
01/10/2021 au 31/10/2021	408,38	Octobre	3									3

Tableau 20 : Nombre de contacts bruts par espèce de chauves-souris – P1 E5

Date de pose	Durée d'enregistrement (H)	Période	Espèces						Groupe	Nombre de contacts brut total
			Pp	Pk	Pn	Es	Nn	NI	Sérotule	
01/04/2021 au 30/04/2021	308,93	Avril								0
01/05/2021 au 31/05/2021	272,53	Mai								0
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin	217	41	47	2	12	4		323,00
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	10		1			5		16
01/08/2021 au 15/08/2021 au 15/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août	161	17	46	1	9	19	3	256
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre	491	147	82	5	332	17	45	1119
01/10/2021 au 30/10/2021	408,38	Octobre	153	10	19					182

Pp : Pipistrelle commune ; Pk : Pipistrelle de Kuhl ; Pn : Pipistrelle de Nathusius ; Es : Sérotine commune ; NI : Noctule de Leisler ; Nn : Noctule commune ; P35 : Groupe des pipistrelles de kuhl/nathusius ; Sérotule : Groupe des noctules et sérotines ; Plsp : Groupe des oreillards

V.2.1 Observations globales

Sur P2 E1, ce sont au total 1 308 contacts qui ont été enregistrés au cours de la saison, pour une moyenne de 0,61 ct/h. **L'activité chiroptérologique globale est donc considérée comme faible**, selon l'échelle définie dans la partie méthodologique. On note un niveau d'activité faible au cours des mois de juin et août **puis fort au cours du mois de septembre**. Aucun contact n'a été enregistré en hauteur durant le mois d'avril.

Sur le deuxième enregistreur, P1 E5, le nombre de contacts est plus élevé avec 1 896 contacts enregistrés au cours de la période, pour une moyenne de 0,89 ct/h. Toutefois, à l'image de P2 E1, **l'activité chiroptérologique globale est considérée comme faible sur ce secteur**. Sur cette zone, on note **un niveau d'activité modéré au mois de juin**, puis faible au mois d'août et d'octobre et de **nouveau très fort au mois de septembre**, comme pour P2 E1. Sur cet enregistreur, aucune activité n'a été recensée à la saison printanière.

V.2.2 Diversité spécifique

La richesse spécifique est considérée comme moyenne puisque 6 espèces de chauves-souris ont été recensées lors de l'écoute en nacelle sur les deux enregistreurs. Ainsi que trois groupes d'espèces, il s'agit du groupe P35, du groupe Sérotules et du groupe des Oreillards.

Sur P2 E1, la pipistrelle commune est présente sur 6 des 7 mois. Contre 5 mois pour P1 E5. De manière générale, la majeure partie des espèces sont présentes au moins sur 3 à 4 mois de la saison d'écoute. Parmi les espèces recensées, on ne retrouve que des espèces à forte sensibilité éolienne. Exception faite de la sérotine commune qui a une sensibilité moyenne.

Tableau 21 : Espèces inventoriées en nacelle

Groupe ou espèce		Nom scientifique	Nombre de mois de présence d'espèces inventoriées sur le P2 E1	Nombre de mois de présence d'espèces inventoriées sur le P1 E5
Pp	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	6	5
Pk	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	3	4
Pn	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	4	5
Nl	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leislerii</i>	3	4
Nn	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	3	3
Es	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	3	3
	Sérotules	<i>Sérotules</i>	2	2
	P35	<i>Pipistrellus kuhlii</i> <i>Pipistrellus nathusii</i>	1	0
	Oreillard sp	<i>Plecotus sp</i>	1	0

v.2.3 Activité

Les espèces inventoriées ne présentent pas toutes la même activité ni le même niveau de détectabilité. L'évaluation de leur activité est donc calculée après application du coefficient de détectabilité, ainsi qu'en fonction de leur niveau d'abondance en Bretagne comme expliqué dans la méthodologie.

Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	Activité (Cts Ajustés /H)	Niveau d'activité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0,44	Faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0,06	Très faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	0,04	Faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	0,01	Très faible
Oreillards sp	<i>Plecotus sp</i>	0,01	Très faible
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leislerii</i>	0,00	Très faible
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	0,004	Très faible
Sérotules	<i>Sérotules</i>	0,001	Très faible
P35	<i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>Pipistrellus nathusii</i>	0,00	Très faible

Tableau 22 : Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle sur P2 E1

Tableau 23 : Évaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute sur P1 E5

Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	Activité (Cts Ajustés /H)	Niveau d'activité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0,47	Faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0,10	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	0,09	Moyen
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	0,04	Faible
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leislerii</i>	0,01	Très faible
Sérotules	<i>Sérotules</i>	0,01	Très faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	0,002	Très faible

Sur P2 E1, la pipistrelle commune et la pipistrelle de Nathusius ressortent avec un niveau d'activité globalement faible. Les autres espèces présentent toutes un niveau d'activité très faible au cours de la période.

Sur P1 E5, **la pipistrelle de Nathusius ressort avec un niveau d'activité modéré** au cours de la saison d'écoute. La pipistrelle commune, la pipistrelle de Kuhl et la noctule commune enregistrent de faibles niveaux d'activité. De manière générale, mise à part la pipistrelle commune et la sérotine commune, l'ensemble des espèces ont une activité plus élevée que sur le batlogger précédent.

L'espèce ayant l'activité la plus « élevée » est la pipistrelle commune avec 0,53 contact/heure sur P2 E1 et 0,55 contact/heure sur P1 E5. Il s'agit de l'espèce la plus impactée par les éoliennes en Europe.

Par ailleurs, il faut tenir compte que la répartition des espèces n'est pas homogène, il existe des variations d'activité en fonction des mois et des saisons (cf. tableau suivant)

Tableau 24 - Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h)

Date d'enregistrement	Durée d'enregistrement (H)	Mois	Espèces						Groupes			Nombre total de Contacts Ajustés / Heure	Niveau d'activité
			Pp	Pk	Pn	Es	Nn	NI	P35	Sérotule	Plsp		
01/04/2021 au 30/04/2021	308,93	Avril											Très faible
01/05/2021 au 31/05/2021	272,53	Mai	0,03									0,03	Très faible
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin	0,49	0,02	0,02							0,54	Faible
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	0,08		0,03	0,01	0,001	0,01				0,13	Très faible
01/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août	0,43	0,11	0,05	0,03	0,01	0,02		0,004	0,04	0,68	Faible
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre	2,05	0,30	0,16	0,004	0,02	0,00	0,003	0,001		2,54	Fort
01/10/2021 au 30/10/2021	408,38	Octobre	0,01									0,01	Très faible

Tableau 25 : : Niveau d'activité ajusté par espèce observée sur P1 E5 par mois (en ct/h)

Date d'enregistrement	Durée d'enregistrement (H)	Mois	Espèces						Groupes	Nombre total de Contacts Ajustés / Heure	Niveau d'activité
			Pp	Pk	Pn	Es	Nn	NI	Sérotule		
01/04/2021 au 30/04/2021	308,93	Avril									Très faible
01/05/2021 au 31/05/2021	272,53	Mai									Très faible
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin	0,90	0,17	0,20	0,01	0,01	0,01		1,29	Moyen
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	0,04		0,004			0,01		0,05	Très faible
01/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août	0,53	0,06	0,15	0,002	0,01	0,02	0,004	0,77	Faible
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre	1,43	0,43	0,24	0,01	0,24	0,02	0,05	2,42	Fort
01/10/2021 au 30/10/2021	408,38	Octobre	0,37	0,02	0,05					0,45	Faible

Il en ressort que :

- Sur les deux enregistreurs, la pipistrelle commune est présente de différente manière au cours de l'année. Lors de la saison printanière, elle semble très peu présente en altitude. Son activité devient plus élevée au mois de juin : période correspondant à l'installation des colonies de mise-bas. Notamment sur le batlogger situé au sud de la ZIP (P1 E5), **avec un niveau d'activité modéré**. Le nombre de contacts redevient très faible au mois de juillet sur les deux enregistreurs. Cela peut s'expliquer par le fait que les individus chassent essentiellement près sol et ne soient pas à captées à hauteur de nacelle. En effet, pour cette espèce de forts taux d'activité ont été relevés au cours du mois de juillet sur les écoutes au sol. Néanmoins, en altitude, **au cours du mois de septembre son niveau d'activité devient fort sur les deux enregistreurs**, il s'agit de la période de swarming et de transit automnal, souvent synonyme d'une activité importante. Cela fut également le cas au moment des écoutes au sol, essentiellement au nord du site non loin du P2 E1. Cette augmentation soudaine de l'activité de chasse peut s'expliquer par la dispersion des colonies de parturitions et la préparation à l'hibernation en phase automnale.

- De manière générale, la pipistrelle de Kuhl est présente sur 4 mois de l'année, elle n'a pas été contactée en altitude au cours du mois d'avril et de juillet. **Son niveau d'activité est modéré sur P1 E5 au cours du mois de septembre et faible sur P2 E1**. On notera également un niveau d'activité faible entre les mois de juin et d'août.
- Sur les deux enregistreurs, la pipistrelle de Nathusius n'a pas été contactée pendant la saison printanière. **Son niveau d'activité devient fort au mois de juin sur P1 E5** (sud du site), mais reste faible sur le nord du site. Ce fort niveau d'activité au mois de juin peut correspondre, comme pour la pipistrelle commune, à l'installation des colonies de mise-bas. Il s'agit en grande partie de signaux de chasse, pour rappel un boisement de feuillus et des lisières bocagères se situent à proximité, de plus, de forts niveaux d'activité ont également été relevés lors des écoutes au sol dans ce secteur. Au cours du mois de juillet, le niveau d'activité redevient faible à très faible en altitude). Mais au mois d'août jusqu'au mois de septembre, **son niveau d'activité est fort sur P1 E5**, notamment au mois de septembre où le niveau est proche de « très fort ». Sur P2 E1 **son niveau d'activité est également fort au mois de septembre**. Cette augmentation soudaine de l'activité de chasse peut s'expliquer par la dispersion des

colonies de parturitions et la préparation à l'hibernation en phase automnale. Aussi, il s'agit de la période de swarming et de transit automnal, pour rappel la pipistrelle de Nathusius est une espèce migratrice, des signaux de transit ont d'ailleurs été relevés. Il est possible qu'un couloir de transit ait été identifié sur le site.

- La sérotine commune fut contactée entre la saison estivale et au début de la période automnale. Son niveau d'activité est très faible.
- De manière générale, la noctule commune a été contactée au début et pendant la période de mise-bas et élevage des jeunes, au cours du mois de juin, juillet et août sur les deux enregistreurs. Sur ces trois mois, son niveau d'activité est considéré comme très faible. Puis, subitement, durant la période de swarming et de transit automnal en septembre, **son niveau d'activité devient fort sur le P1 E5 situé au sud du site**. Alors qu'il est faible sur celui situé à 1,5 km de celui-ci, au nord du site (P2 E1). **Les cris analysés faisaient essentiellement ressortir une activité de transit**, qui semble être intense sur cette zone. Il est probable qu'un couloir de migration pour cette espèce a été identifié sur cette zone. Il s'agit de la deuxième espèce la plus active sur le site au mois de septembre.
- La noctule de leisler ressort avec une activité globale moindre que la précédente noctule. Son niveau d'activité est faible au mois d'août sur P1 E5 puis très faible sur le reste de la saison et ceux sur les deux enregistreurs.

V.2.4 Répartition temporelle des contacts

L'activité la plus élevée est au mois de septembre, avec sur P2 E1 et P1 E5 respectivement 3,11 ct/h et 2,96 ct/h. Pour le premier, c'est notamment du fait de la pipistrelle commune et pour le second de la pipistrelle de Nathusius

et de la noctule commune. Le niveau d'activité le plus faible est entre les mois de mai et juillet, aucun contact n'a été enregistré au mois d'avril en altitude.

Sur P2 E1, la diversité spécifique est au maximum de 7 espèces au cours du mois d'août, dans une moindre mesure également au cours du mois de septembre, avec 6 espèces. Sur P1 E5, le nombre d'espèces est de 6 lors des mois de juin, août et septembre.

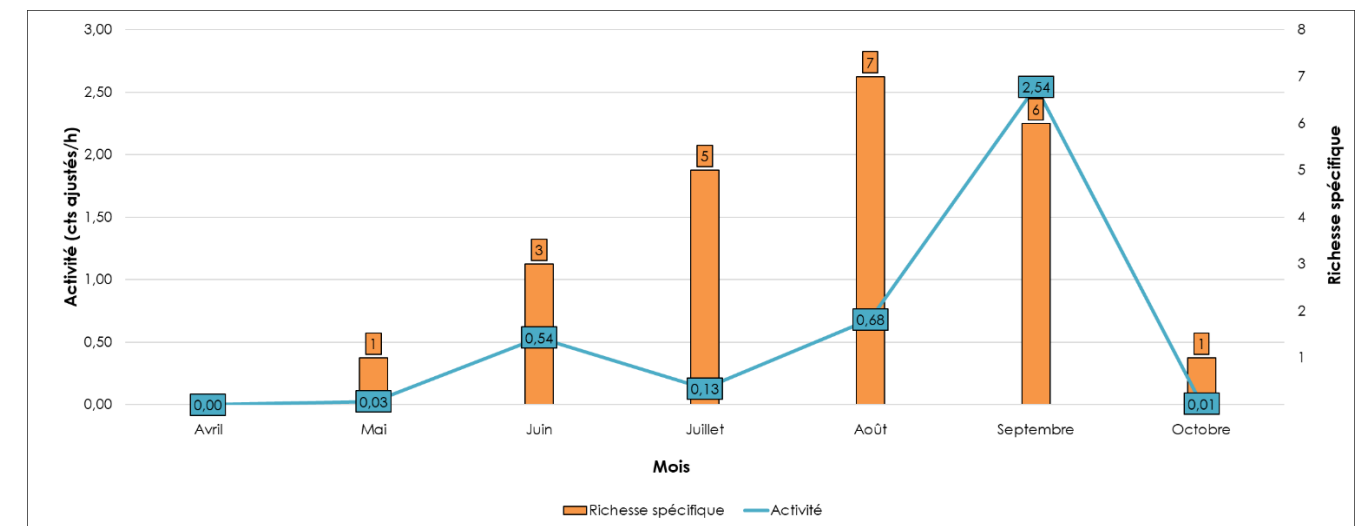


Figure 23 : Évolution de l'activité ajustée et de la diversité spécifique au cours de la saison sur P2 E1

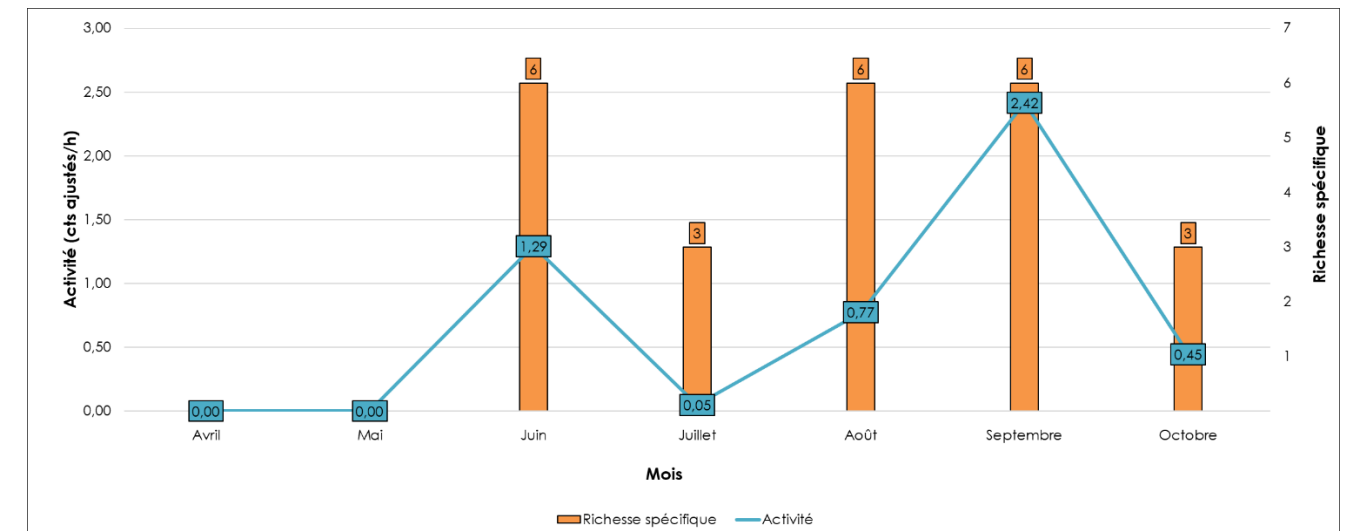


Figure 24 - Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison sur P1 E5

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

L'analyse de l'activité des chiroptères en fonction des conditions météorologiques permet de définir les plages temporelles les plus à risque. Il est ainsi possible de prévoir un éventuel bridage tout en l'adaptant au plus juste pour limiter l'impact sur les chiroptères.

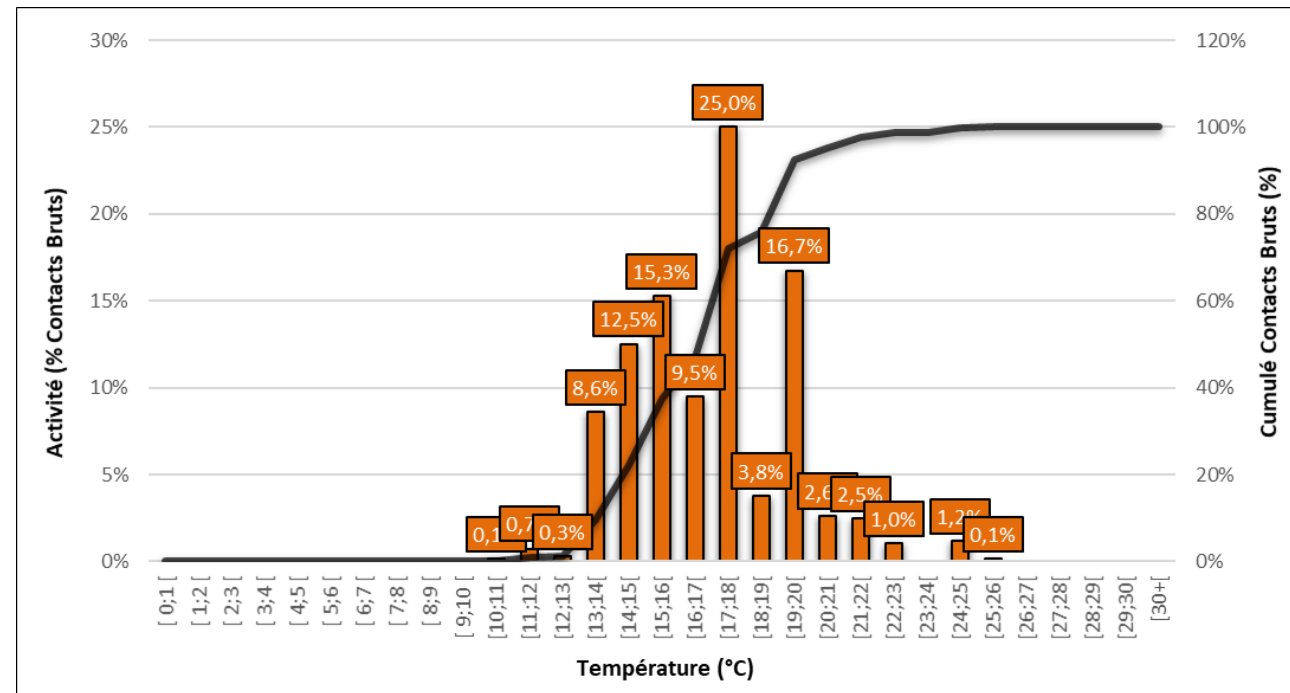


Figure 25 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C) sur P2 E1

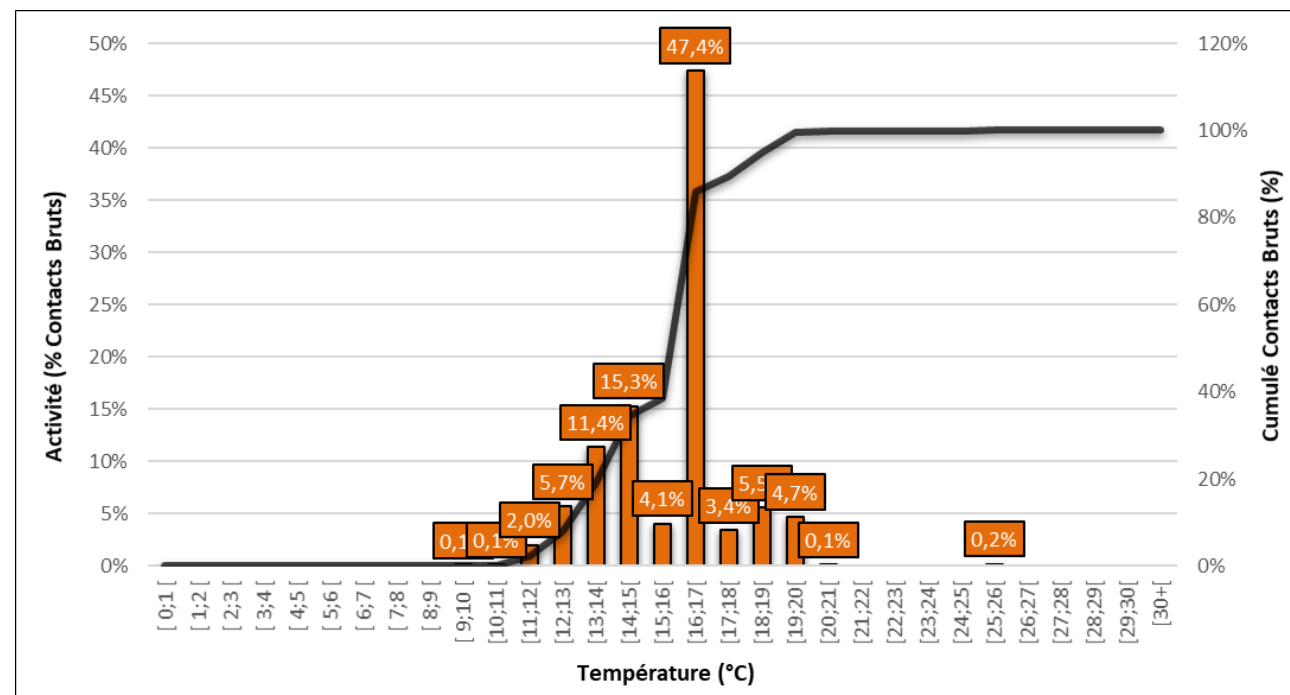


Figure 26 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C) sur P1 E5

Sur le premier batlogger (P2 E1), après croisement de l'activité chiroptérologique, en fonction de la température, on remarque que **91% de l'activité se concentre entre 13°C et 20°C inclus**, dont 63% comprise entre 14°C et 18 °C (voir graphique ci-dessus). En dessous de 13 °C, on note 1% de l'activité. Au-dessus de 20°C, l'activité décroît nettement, on retrouve seulement 7% de l'activité chiroptérologique. Toutefois que des contacts ont été notés jusqu'à une température de 24-25°C en altitude lors des nuits du mois de septembre.

Sur P1 E5, l'activité chiroptérologique en fonction de la température Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères est assez similaire. On constate que **92% de l'activité se concentre entre 13°C et 20°C inclus**, dont 67%

comprise entre 14°C et 17 °C (voir graphique ci-dessus). En dessous de 13 °C, on note 8% de l'activité. Au-dessus de 20°C, l'activité décroît nettement.

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

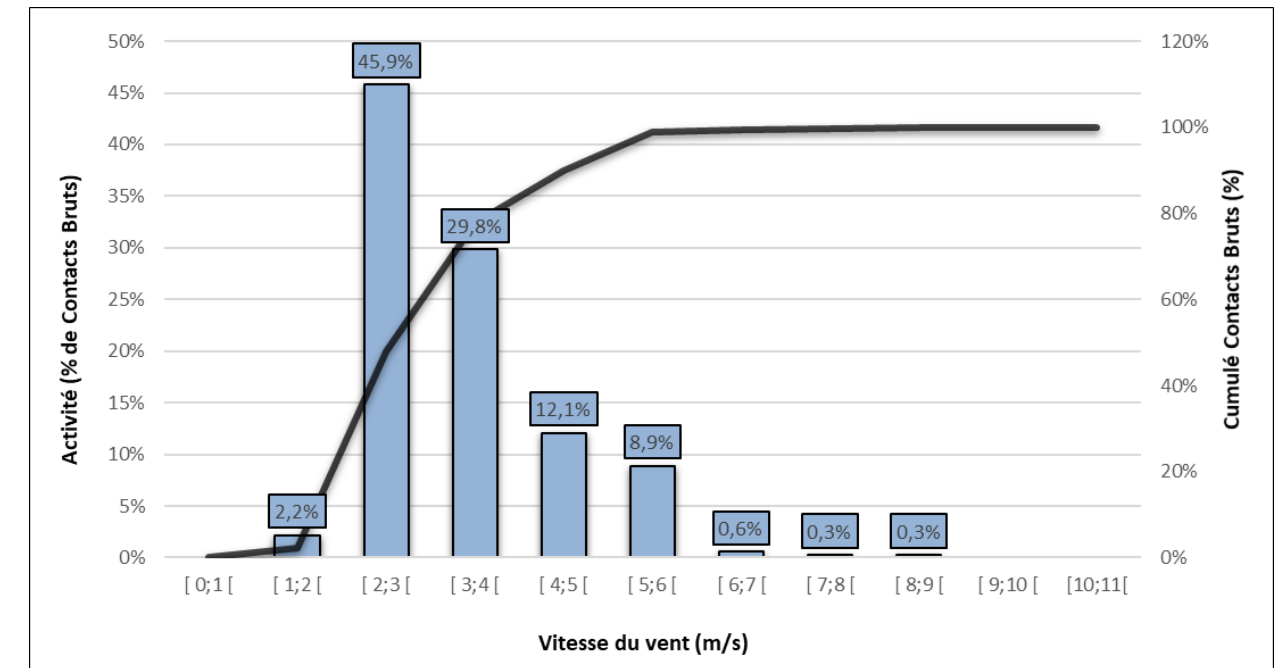


Figure 27 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent sur P2 E1

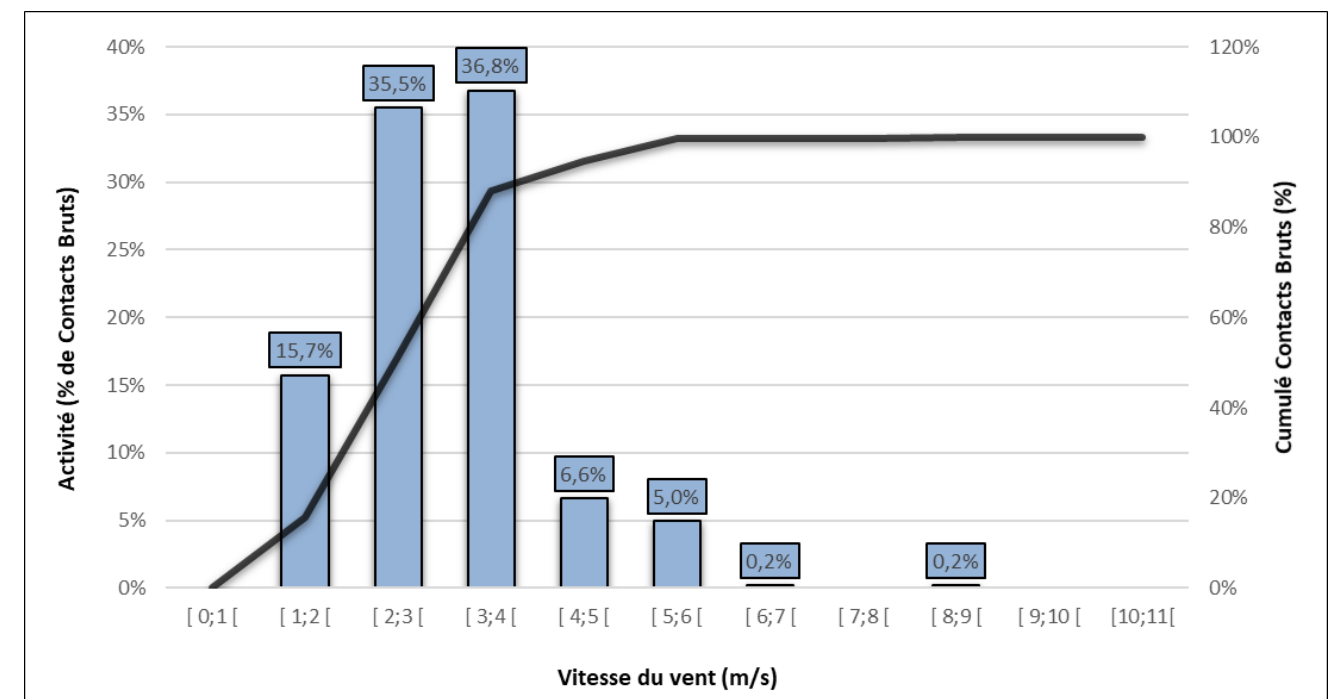


Figure 28 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent sur P1 E5

Sur P2 E1, les chauves-souris sont actives à hauteur de pale lorsque la **vitesse du vent est comprise entre 0 et 6 m/s, pas moins de 99% de l'activité est enregistré dans cet intervalle de vitesse sur ce batlogger**. L'optimum est atteint entre 2 et 3 m/s, avec 46% des contacts. Au-delà de ces valeurs, l'activité chiroptérologique diminue, mais on note tout de même **des contacts jusqu'à 9 m/s**.

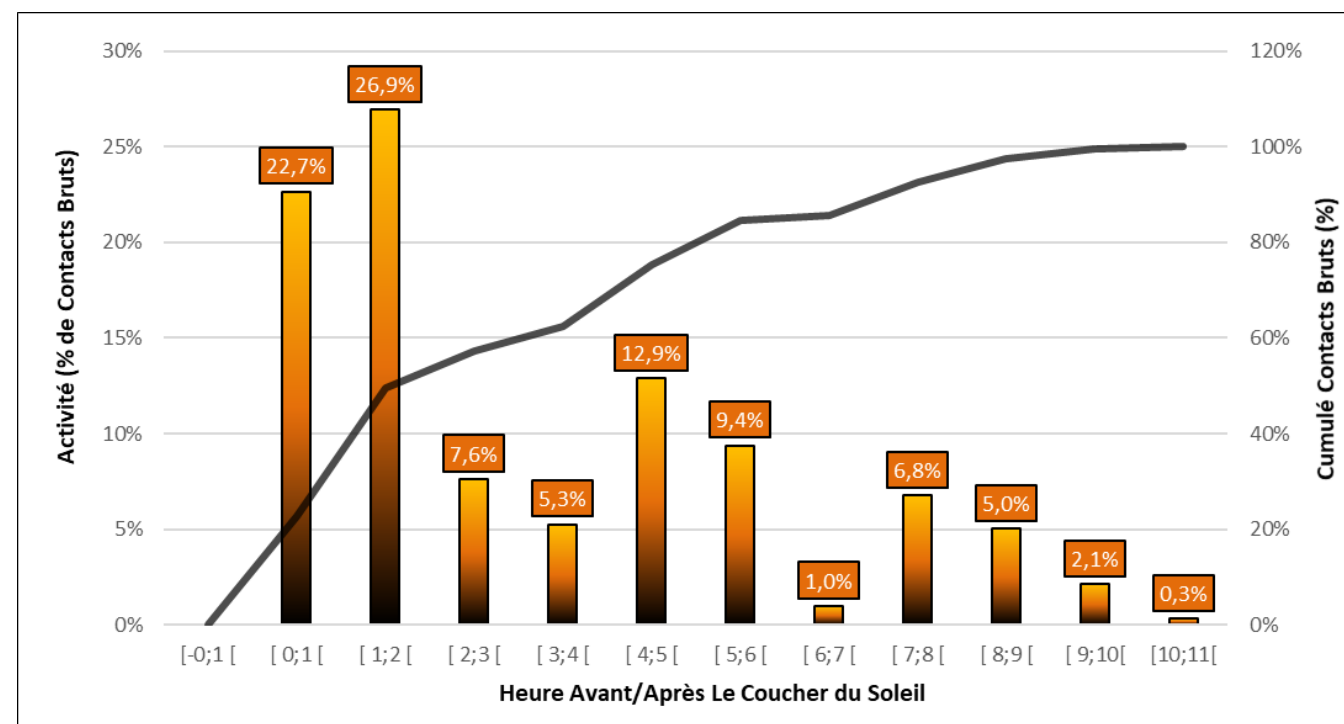
Sur P1 E5, l'activité se concentre notamment lorsque la vitesse de vent est **comprise entre 0 et 6 m/s comme sur le premier batlogger, pas moins de 99,6% de l'activité est enregistré dans cet intervalle de vitesse**. L'optimum est atteint entre 2 et 4 m/s, avec 72% des contacts. Au-delà de ces valeurs, l'activité chiroptérologique diminue nettement, mais comme sur P2 E1 des contacts sont enregistrés jusqu'à 9 m/s.

La vitesse du vent joue donc un rôle très important sur le parc éolien de Penquer.

V.2.1 Impact des précipitations sur l'activité des chiroptères

Il n'a pas été possible d'analyser le niveau de précipitations en fonction de l'activité chiroptérologique. En effet, ces données ne nous ont pas été transmises par le client.

V.2.1 Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil



Pour rappel, les enregistrements pour les suivis chiroptères s'effectuent 30 min avant le coucher du soleil et jusqu'à 30 min 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 sur P2 E1

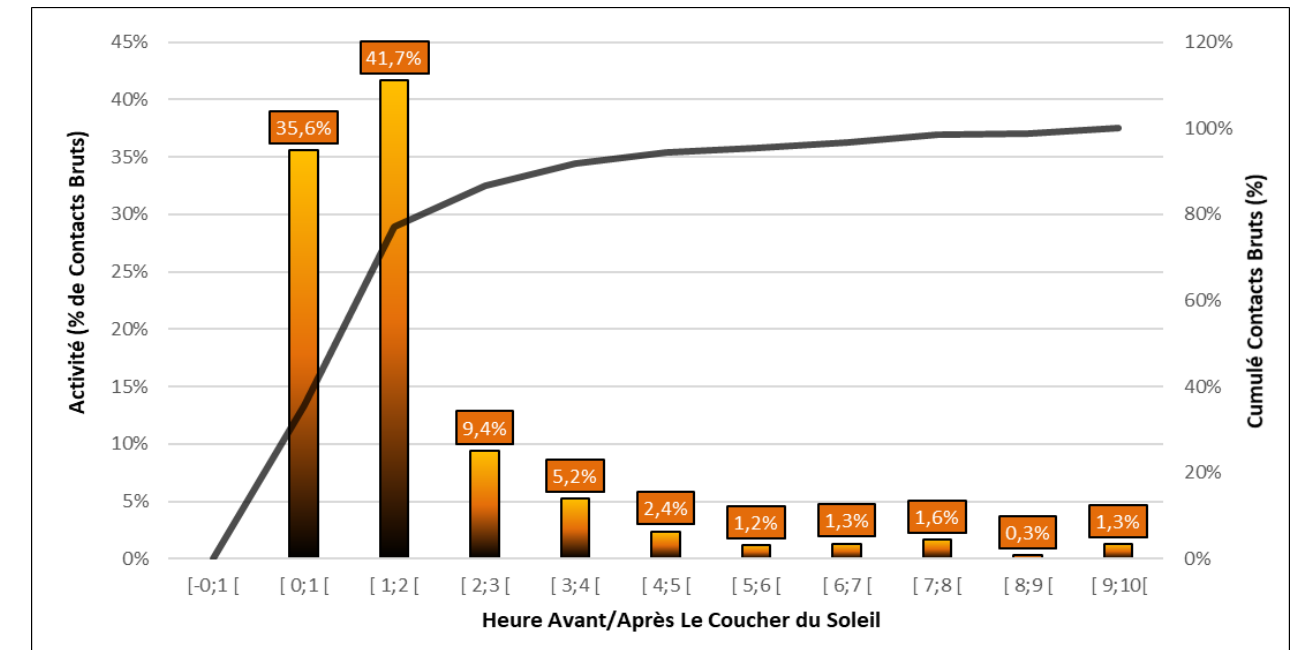


Figure 30 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil sur P1 E5

Si l'on s'intéresse à l'activité en fonction de l'heure du coucher du soleil, on constate que 50 % de l'activité est comprise entre 0 et 2 h après le coucher du soleil sur le premier batlogger (P2 E1) et pas moins de 77% pour le second batlogger (P1 E5). On aperçoit un pic d'activité entre 0 h et 2 h après le coucher du soleil, sur les deux enregistreurs. Au-delà de 3 h après le coucher de soleil, l'activité reste constante sur P2 E1 puisque 36% de l'activité se situe entre 2 et 7 h après le coucher du soleil et même 14% après 8 à 10 h. Cette dernière correspond à la seconde période d'activité des chiroptères, où l'activité est généralement plus faible. Sur P1 E5, l'activité diminue plus nettement, puisque 18% de l'activité se situe entre 2 et 7 h après le coucher du soleil et 3% après 8 à 10 h.

V.2.2 Évaluation du niveau de vulnérabilité face à l'éolien

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.



V.2.2.1 Détermination du niveau d'enjeu

Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées en France, mais les statuts de protection et de conservation varient en fonction des espèces. Trois statuts ont ainsi été choisis afin de déterminer le niveau d'enjeu :

- Les 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 26 : Échelle des enjeux patrimoniaux pour la faune et la flore

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

De plus, certains critères ou combinaisons de critères permettent de pondérer l'enjeu patrimonial d'une espèce.

Par exemple, les espèces de chiroptères inscrites en annexe II de la Directive Habitats se verront attribuer un enjeu a minima « Modéré », indépendamment des autres critères.

Tableau 27 : Critères de seuil des enjeux patrimoniaux

Enjeu patrimonial	Directives européennes	Listes rouges UICN	Responsabilité biologique régionale
Enjeu au minimum « Modéré »	Annexe II de la Directive Habitats	Statut défavorable (VU, EN ou CR) en France ou en Bretagne	Responsabilité biologique régionale « Elevée »
Enjeu au minimum « Fort »	-	Statut défavorable (VU, EN ou CR) en Europe et France ou en France et Bretagne	Responsabilité biologique régionale « Très élevée »
Enjeu au minimum « Très fort »	-	-	Responsabilité biologique régionale « Majeure »

V.2.2.2 Evaluation du niveau d'enjeu

Ce sont au total 6 espèces qui ont été inventoriées au niveau de l'éolienne 1. Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées en France, mais elles n'ont pas le même statut.

Tableau 28 : Statut de protection et de conservation des espèces inventoriées et leur niveau d'enjeu

Nom vernaculaire	Nom scientifique	LR France (2017)	LR Bretagne (2015)	Protection nationale	Directive habitat	Responsabilité biologique régionale	Niveau d'enjeu
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	VU	NT	Article 2	Annexe IV	Modérée	Fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	NT	NT	Article 2	Annexe IV	Modérée	Fort
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	NT	LC	Article 2	Annexe IV	Mineure	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	NT	NT	Article 2	Annexe IV	Modérée	Fort
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	NT	LC	Article 2	Annexe IV	Mineure	Faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	LC	Article 2	Annexe IV	Mineure	Faible

Trois espèces sont classées en enjeu patrimonial fort, il s'agit de la noctule commune, de la noctule de Leisler et de la pipistrelle de Nathusius, car classée comme quasi menacée sur les listes rouges nationales et régionales.

La sérotine commune, la pipistrelle commune et la pipistrelle de Kuhl affichent un enjeu faible, car elle est en préoccupation mineure sur les listes rouges régionales et nationales.

V.2.2.3 Détermination du niveau de sensibilité

La sensibilité des chiroptères recoupe deux aspects : la sensibilité à la perte d'habitats et la sensibilité aux collisions.

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 29 : Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les espèces

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

* = dans les zones riches en eau ** = exclusif Myotis dasycneme dans les zones riches en eau ; Source : EUROBATS, 2014

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

Tableau 30 : Calcul du niveau de sensibilité

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

V.2.2.4 Évaluation du niveau de sensibilité

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.

Tableau 31 : Comportement et sensibilité des espèces

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Hauteur de vol (Eurobats, 2015)	Migration ou déplacements sur de longues distances	Attirée par la lumière	Mortalité avérée avec les éoliennes (Eurobats, 2016)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Note de sensibilité	Niveau de sensibilité face à l'éolien
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	2	Fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	2	Fort
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Moyen	1	Moyen
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Vol haut et bas	Oui	Oui	Oui	Fort	2	Fort
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	2	Fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	2	Fort

Il ressort de ce tableau que cinq espèces ont une sensibilité forte à l'éolien, il s'agit des trois espèces de pipistrelles, de la noctule commune et la noctule de Leisler. La sérotine commune a une sensibilité moyenne.

V.2.2.5 Évaluation du niveau 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 32 : Vulnérabilité des espèces de chauve-souris

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu patrimonial	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Fort	Fort	Fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Fort	Fort	Fort
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Faible	Moyen	Modéré
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Fort	Fort	Fort

Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Faible	Fort	Assez fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Faible	Fort	Assez fort

La pipistrelle de Nathusius, la noctule commune et la noctule de Leisler présentent un niveau de vulnérabilité fort sur le site. La pipistrelle commune et la pipistrelle de Kuhl sont concernées par un niveau de vulnérabilité assez fort. La sérotine commune présente un niveau de vulnérabilité modéré.

Présentation des espèces classées vulnérables

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

Noctule commune – *Nyctalus noctula*

La Noctule commune fait partie des plus grandes espèces en Europe. Forestière à la base, elle 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. Sa densité tend toutefois à décliner fortement. En Bretagne, si elle 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.



Figure 31 - Noctule commune

Source : ALTHIS

Espèce de vulnérabilité forte



Figure 32 - Carte de répartition

Source : INPN

Noctule de Leisler – *Nyctalus leisleri*

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.

Espèce de vulnérabilité assez forte



Figure 33 - Noctule de Leisler

source : ONF

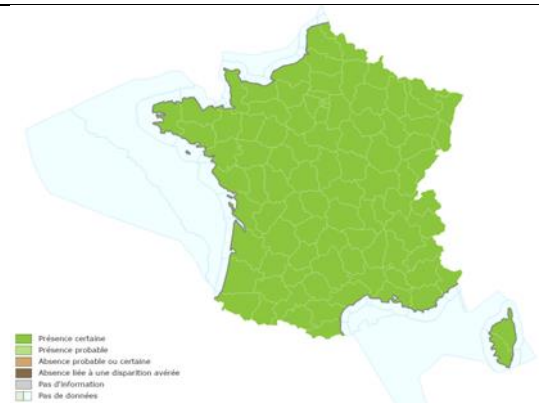


Figure 34 - Carte de répartition

Source : INPN

Pipistrelle commune – *Pipistrellus pipistrellus*

Espèce de vulnérabilité assez forte

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 de 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.



Photo 1 - Pipistrelle commune

Source : Photo ALTHIS

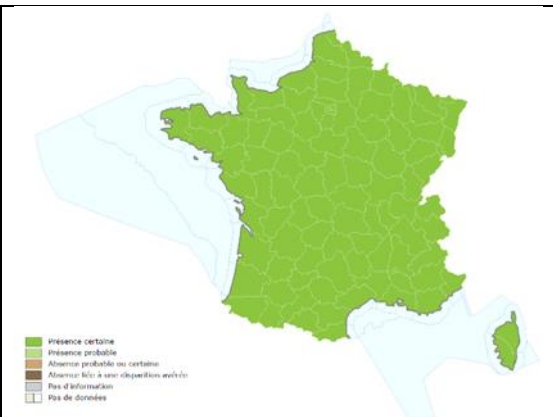


Figure 35 - Carte de répartition

Source : Carte INPN

Pipistrelle de Kuhl – *Pipistrellus kuhlii*

Espèce de vulnérabilité assez forte

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 dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.

En France, la pipistrelle de Kuhl est bien présente à l'exception de certains départements au nord où elle reste anecdotique.



Photo 2 - Pipistrelle de Kuhl

Source : Photo V. Verissimo

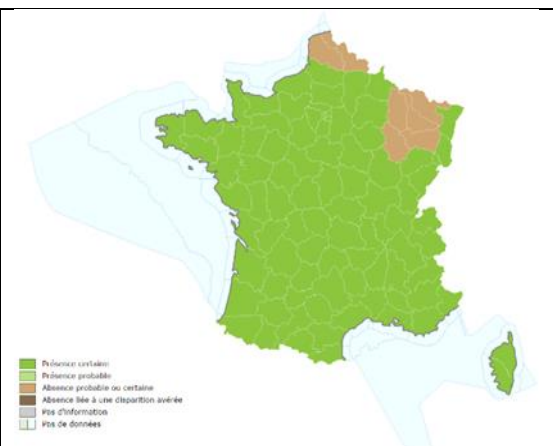

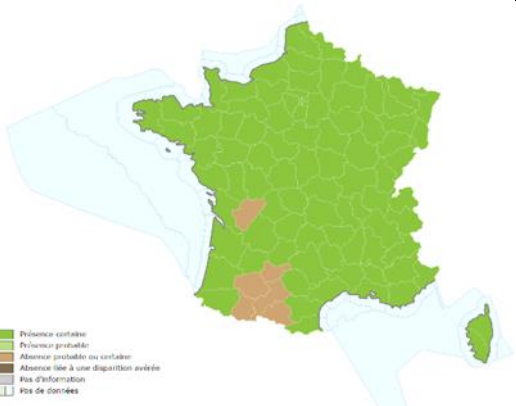


Figure 36 - Carte de répartition

Source : Carte INPN

Pipistrelle de Nathusius – <i>Pipistrellus nathusii</i>		Espèce de vulnérabilité forte
<p>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.</p> <p>En France, l'espèce est plus présente sur les zones littorales qu'au centre.</p> <p>En Bretagne, elle est considérée comme rare ou très localisée.</p>		
		
Photo 3 - Pipistrelle de Nathusius Source : Photo J.Wedd	Figure 37 - Carte de répartition Source : Carte INPN	

Sérotine commune – <i>Eptesicus serotinus</i>		Espèce de vulnérabilité modérée
<p>La sérotine commune est une chauve-souris robuste qui fréquente une grande variété de milieux, allant de la ville aux milieux forestiers, de culture... Pour ses gîtes d'été, la sérotine commune s'installe de préférence dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.</p> <p>En France, la sérotine commune est présente sur l'ensemble du territoire, mais est plutôt considérée comme une espèce de basse altitude.</p> <p>En Bretagne, elle est considérée comme commune.</p>		
		
Figure 38 : Sérotine commune Source : Photo Y. Ronchard	Figure 39 : Carte de répartition Source : Carte INPN	

Vulnérabilité sur le site des espèces concernées

Afin d'appréhender au mieux la sensibilité sur le parc, la vulnérabilité de chaque espèce est redéfinie en fonction de son activité en nacelle.

V.2.2.5.1

Pipistrelle de Nathusius

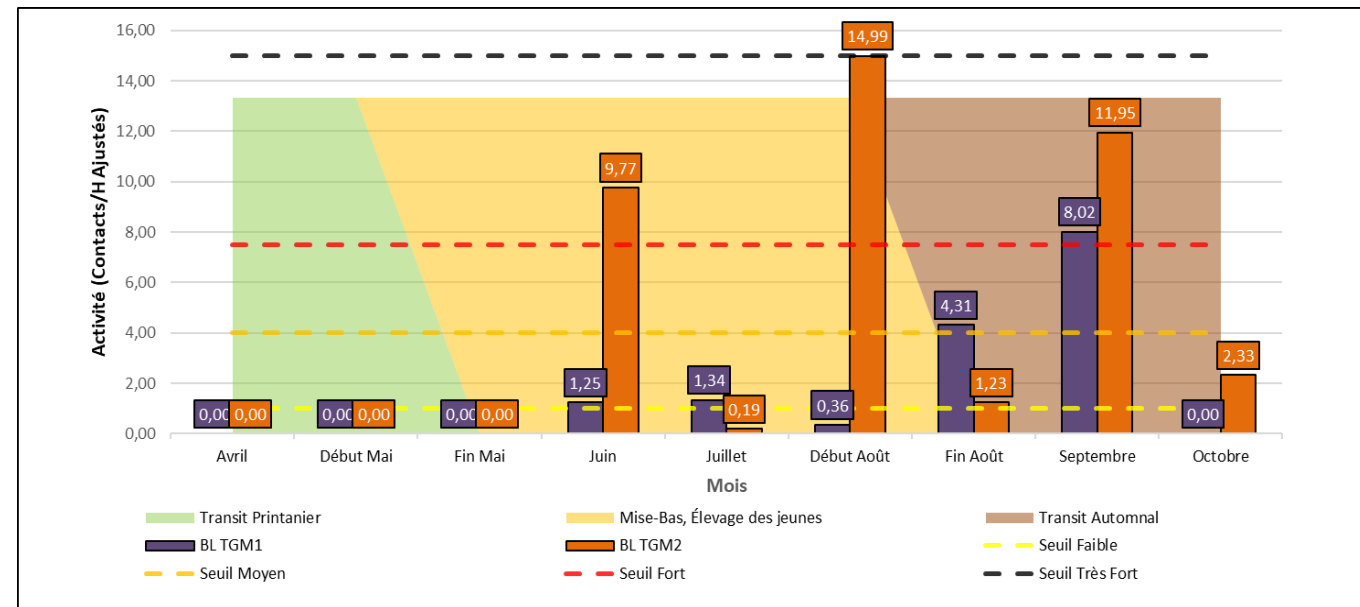


Figure 40 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Nathusius au cours de la saison en nacelle

Espèce migratrice, la pipistrelle de Nathusius fait partie des espèces les plus représentées en altitude sur le parc éolien de Penquer. Elle se montre particulièrement active au cours de la saison de mise-bas et élevage des jeunes ainsi qu'à la période de swarming et de transit automnal. Notamment sur le batlogger situé au sud du site (P1 E5), situé près d'un massif forestier, où son niveau d'activité est fort à très fort lors de ses deux périodes.

De fait, avec un intérêt accru pour le site pendant ses deux saisons et à la vue de son activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme très forte.**

V.2.2.5.1.2

Noctule commune

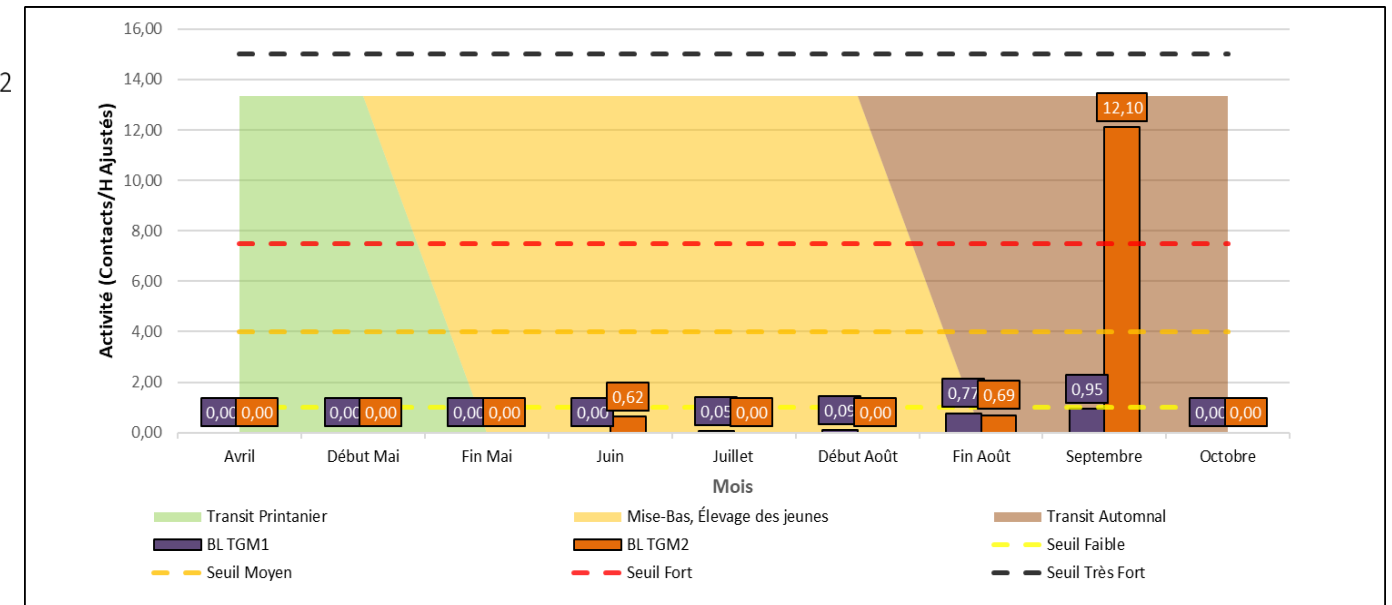


Figure 41 : Activité (en ct/h) de la noctule commune au cours de la saison en nacelle

L'activité de la noctule commune est faible en période de mise-bas et élevage des jeunes. Un fort pic du niveau d'activité est observé sur P1 E5 au cours du mois de septembre. Globalement, son niveau d'activité est donc faible à modéré.

À la vue de cette activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme modérée.**

Noctule de leisler

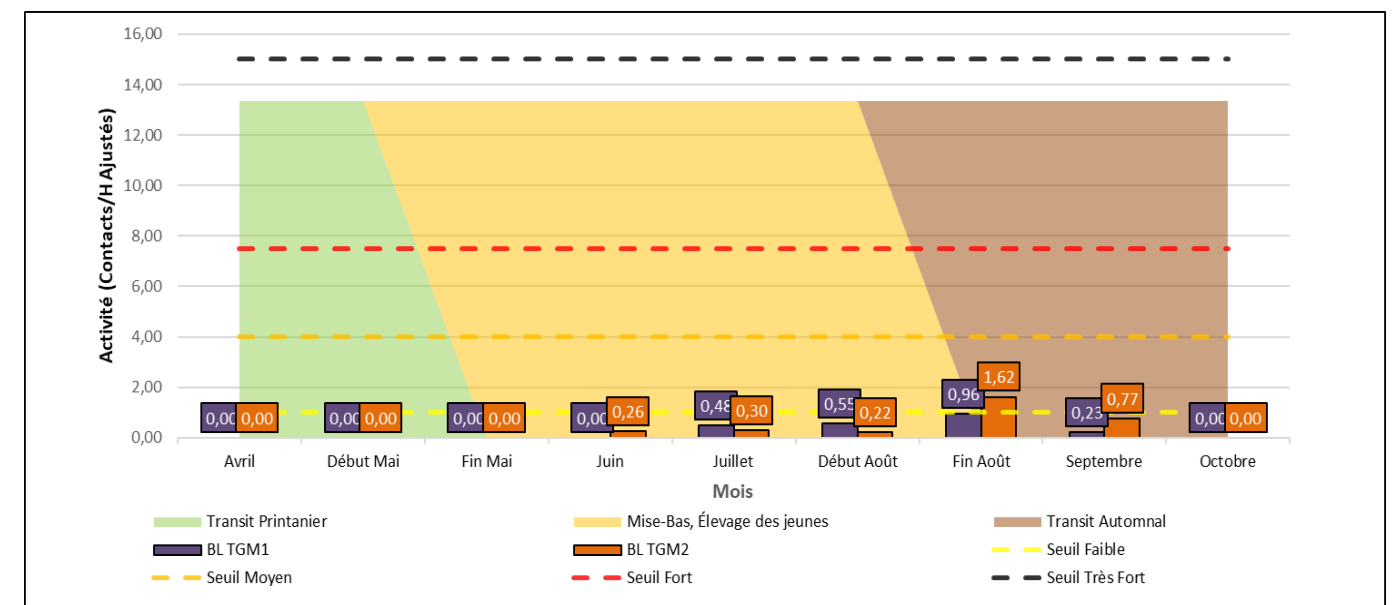


Figure 42 : Activité (en ct/h) de la noctule de Leisler au cours de la saison en nacelle

L'activité de la noctule de Leisler est généralement faible au cours de la saison, avec une légère hausse de son activité lors de la période de swarming et de transit automnal.

À la vue de cette activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme faible.**

Sérotine commune

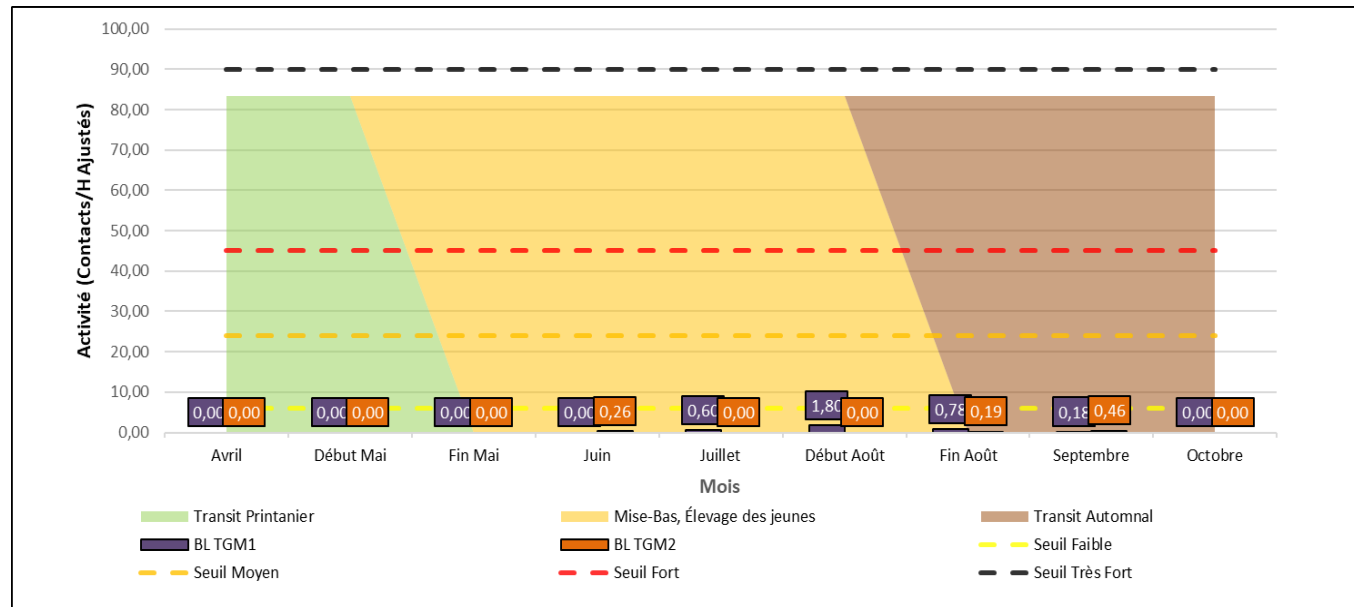


Figure 43 : Activité (en ct/h) de la sérotine commune au cours de la saison en nacelle

L'activité de la sérotine commune est généralement faible au cours de la saison en nacelle, aucun pic d'activité n'a été observé.

À la vue de cette activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme faible.**

V.2.2.5.1.5

Pipistrelle commune

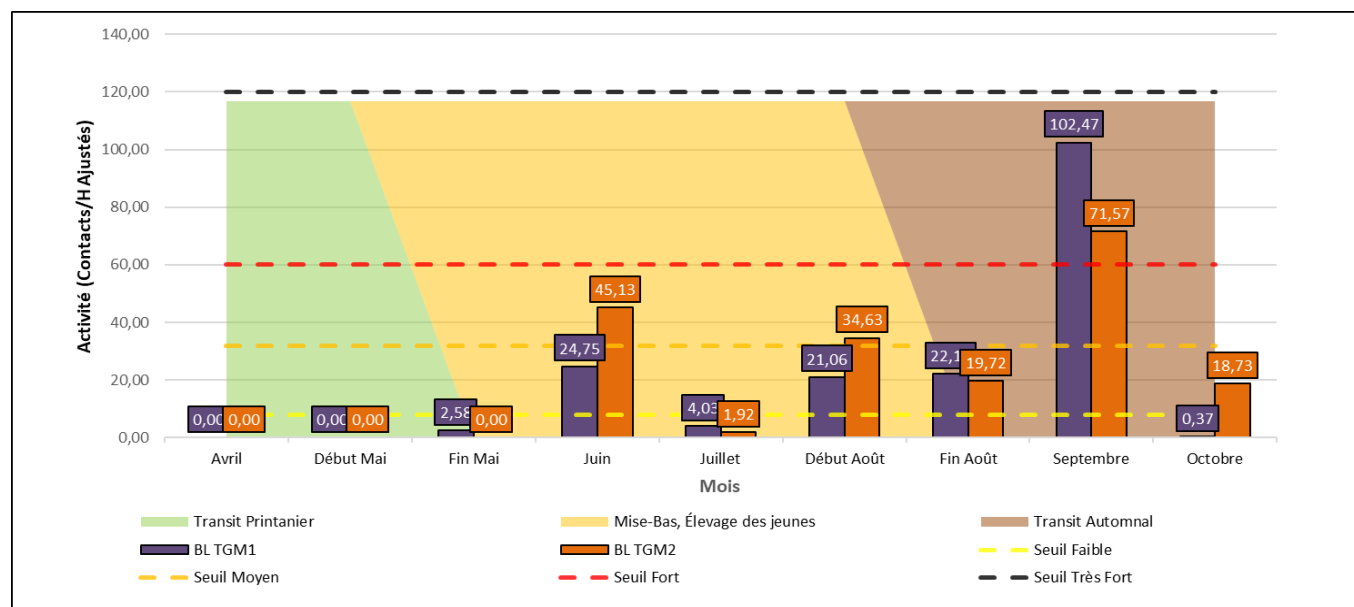


Figure 44 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle commune au cours de la saison en nacelle

Il s'agit de l'espèce la « plus active » et la plus présente sur le site, elle est contactée en altitude dès le mois de mai. De manière globale, elle possède un niveau d'activité modéré entre la période de mise-bas et élevage des jeunes, jusqu'à la période automnale. **Son niveau d'activité devient même fort au cours du mois de septembre,** au début de la période de swarming et élevage des jeunes.

À la vue de cette activité et en prenant en compte le risque de collision important pour cette espèce, **sa vulnérabilité est donc jugée forte sur le site.**

Pipistrelle de Kuhl

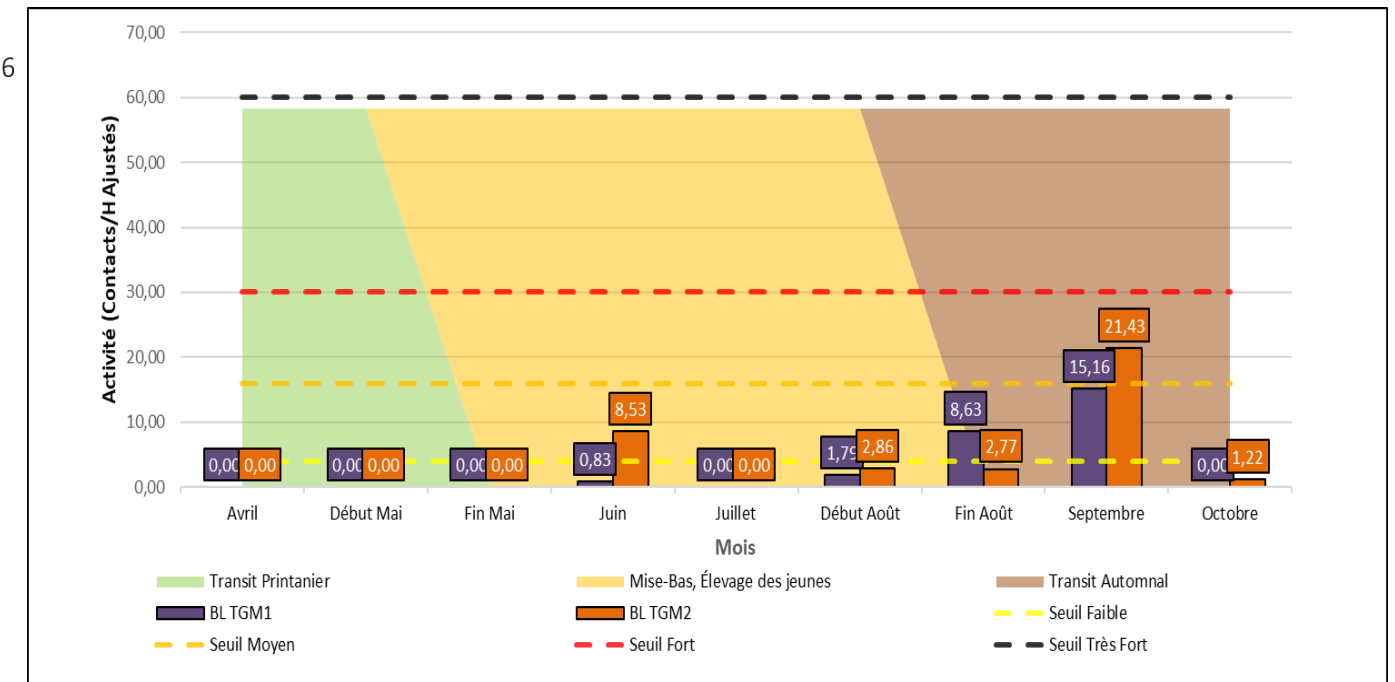


Figure 45 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Kuhl au cours de la saison en nacelle

L'activité de la pipistrelle de Kuhl est variable en fonction des saisons. Elle est globalement faible, avec un pic d'activité entre la fin août et le mois de septembre, période de swarming et de transit automnal.

À la vue de cette activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme faible.** Toutefois, l'enjeu devient modéré au cours du mois de septembre, un regain d'activité a été observé à cette période.

V.3 Synthèse des enjeux et vulnérabilités

Tableau 33 :- Niveau d'enjeu et de vulnérabilité des espèces sur le parc éolien de Penquer 1 et 2

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu patrimonial	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité	Vulnérabilité sur site
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Fort	Fort	Fort	Modérée
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Fort	Fort	Fort	Faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Faible	Moyen	Modéré	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Fort	Fort	Fort	Très forte
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Faible	Fort	Assez fort	Forte
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Faible	Fort	Assez fort	Faible*

*L'enjeu de cette espèce est globalement faible, toutefois, il devient modéré au cours de la période automnale. En cause, un regain d'activité observé pour cette espèce à cette période.

Conclusion du suivi en nacelle des chiroptères

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Penquer s'est déroulé entre les semaines 13 à 43 (début avril à fin octobre). Le suivi concerne l'éolienne 5 de Penquer 1 (P1 E5) et l'éolienne 1 de Penquer 2 (P2 E1).

Six espèces ont été enregistrées, trois du genre *Pipistrellus*, deux du genre *Nyctalus* et la sérotine commune. Celles-ci ont toutes un **niveau de sensibilité modéré ou fort à l'éolien**.

La vulnérabilité sur site de ces espèces est considérée comme « **très forte** » pour la **pipistrelle de Nathusius** du fait d'une activité importante entre la saison estivale et notamment automnale, ou un très fort pic d'activité a été observé pour cette espèce. La vulnérabilité est « **forte** » concernant la **pipistrelle commune** ; « modérée » pour la noctule commune et « faible », la noctule de Leisler, la sérotine commune et la pipistrelle de Kuhl (qui devient modéré au mois de septembre).

En moyenne, l'activité est faible au cours de la saison, avec une activité de 0,75 ct/h entre les deux enregistreurs. Toutefois, l'activité ressort particulièrement à la saison automnale, notamment au mois de septembre. Pour la pipistrelle de Nathusius, on note également une forte activité sur P1 E5 au cours du mois de juin et août.

Le pic d'activité a donc lieu au mois de septembre sur **les deux enregistreurs, avec 2,54 ct/h pour P2 E1 et 2,42 ct/h pour P1 E5, soit un niveau d'activité très fort**. Sur P1 E5 le niveau d'activité est modéré au mois de juin, avec 1,29 ct/h.

Aussi, sur P2 E1 99% des contacts ont été enregistrés avec un vent inférieur à 6 m/s. Dans le même temps, l'activité se concentre principalement dans un intervalle de **température compris entre 13°C et 20°C**. Enfin, on note une activité élevée lors des deux premières heures de la nuit après le coucher du soleil, par la suite l'activité reste assez constante jusqu'à 7h après le coucher du soleil.

Sur P1 E5, 99,6% des contacts ont été enregistrés avec un vent inférieur à 6 m/s. Simultanément, l'activité se concentre principalement dans un intervalle de **température compris entre 13°C et 20°C**. Enfin, comme pour le premier enregistreur, on note une activité élevée lors des deux premières heures de la nuit après le coucher du soleil, toutefois l'activité diminue plus nettement par la suite.

Le risque de collision pour les chiroptères est assez élevé pour la période automnale.

VI. SUIVI DE MORTALITE

VI.1 Historique

VI.1.1 2011 : AD'MISSIONS par LUSTRAT Philippe

En 2011, le premier suivi environnemental a été réalisé sur les chiroptères, par un indépendant qui se basait conformément aux normes réglementaires en vigueur à l'époque sur seulement six passages. Un unique cadavre de pipistrelle commune, *Pipistrellus pipistrellus* (10/08/2011), a été découvert, qui plus est en dehors de la période de prospection. Des calculs sont faits afin d'avoir une estimation de l'effectif des cas de mortalités et des facteurs de correction sur l'éolienne qui a été mortifère et un autre sur l'ensemble du parc. Ils ne reprennent pas le protocole **officiel actuel utilisé dans cette étude**.

VI.2 Résultats

VI.2.1 Protocole mis en œuvre

VI.2.1.1 Fréquence de suivis

Les interventions ont été réalisées de mi-mai à fin octobre (semaine 20 à 43), chaque mercredi de la semaine, soit 24 interventions au cours de l'année 2021 (Tableau 34).

Tableau 34 : Planning de réalisation du suivi de mortalité

Dates	Intervenants
19/05/2021	Mathilde Migault
26/05/2021	Mathilde Migault
02/06/2021	Bastien Blanc et Mathilde Migault
09/06/2021	Mathilde Migault
16/06/2021	Mathilde Migault et Margaux Feon
23/06/2021	Mathilde Migault
30/06/2021	Mathilde Migault
07/07/2021	Mathilde Migault
13/07/2021	Mathilde Migault
20/07/2021	Mathilde Migault
28/07/2021	Bastien Blanc
04/08/2021	Mathilde Migault
11/08/2021	Mathilde Migault
18/08/2021	Mathilde Migault
25/08/2021	Mathilde Migault
01/09/2021	Mathilde Migault
08/09/2021	Mathilde Migault
15/09/2021	Mathilde Migault
22/09/2021	Mathilde Migault
29/09/2021	Mathilde Migault
06/10/2021	Mathilde Migault
13/10/2021	Mathilde Migault
20/10/2021	Mathilde Migault
27/10/2021	Mathilde Migault

VI.2.1.2 Protocole de terrain

Le protocole de terrain est inspiré de celui mis au point par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO, 2004).

Les prospections s'effectuent à pied sous les 8 aérogénérateurs. La surface à prospecter correspond à un carré de 100m x 100m, soit une surface de 1ha autour de chaque éolienne (Figure 46). Il est considéré que cette surface est suffisante pour obtenir une valeur précise de la mortalité induite par les éoliennes.

Pour réaliser cette prospection, l'observateur utilise une tablette de terrain munie d'un logiciel de cartographie (QGIS) et d'un GPS. Chaque éolienne est entourée par un quadra (périmètre de la surface à prospecter). Celui-ci est ligné par des transects (Figure 47). L'observateur visualise sa position dans l'espace directement sur le logiciel. Il n'a plus qu'à suivre les transects pour rechercher efficacement les cadavres, tout en respectant leurs longueurs et leurs écartements. L'espacement entre transects est de 10m.

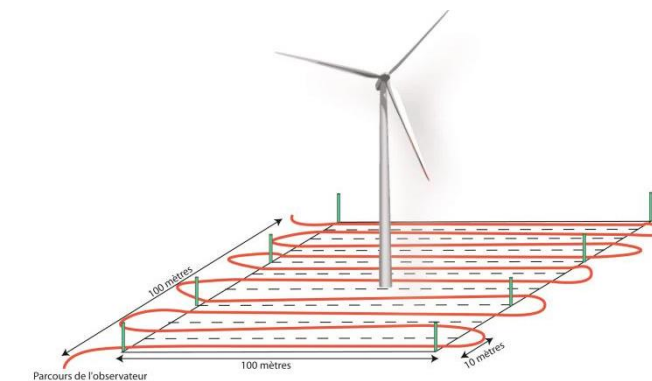


Figure 46 : Schéma de principe des recherches de terrain

Source : LPO, 2004

Pour toutes les journées de suivi et pour chaque aérogénérateur, une base de données est remplie, même en l'absence de cadavre. Elle contient entre autres : la date, le prospecteur, la hauteur des surfaces prospectées et au besoin, l'espèce localisée, une estimation de son âge, son état, etc.

De plus, chacun des quadras prospectés est pris en photo, ainsi que tous les cadavres trouvés.

.1.1.1 - Test de persistance

Pour déterminer ce coefficient, 10 cadavres de poussins et 10 de souris sont disséminés et répartis au pied des trois 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 :

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

Deux tests espacés dans le temps ont été menés.

Tableau 35 : Planning de réalisation des tests de persistance

Dates	Intervenants	Interventions
30/06/2021	Mathilde Migault	Mise en place du test 1
01/07/2021	Mathilde Migault	Contrôle test 1
02/07/2021	Mathilde Migault	Contrôle test 1
05/07/2021	Teddy Sauvee	Contrôle test 1
07/07/2021	Mathilde Migault	Contrôle test 1
12/07/2021	Teddy Sauvee	Contrôle test 1
29/09/2021	Mathilde Migault	Mise en place du test 2
30/09/2021	Mathilde Migault	Contrôle test 2
01/10/2021	Mathilde Migault	Contrôle test 2
04/10/2021	Maude Herman	Contrôle test 2
06/10/2021	Mathilde Migault	Contrôle test 2
11/10/2021	Guénolé Le Peutrec	Contrôle test 2
13/10/2021	Mathilde Migault	Contrôle test 2



Figure 47 : Localisation des transects du suivi de mortalité du parc 2

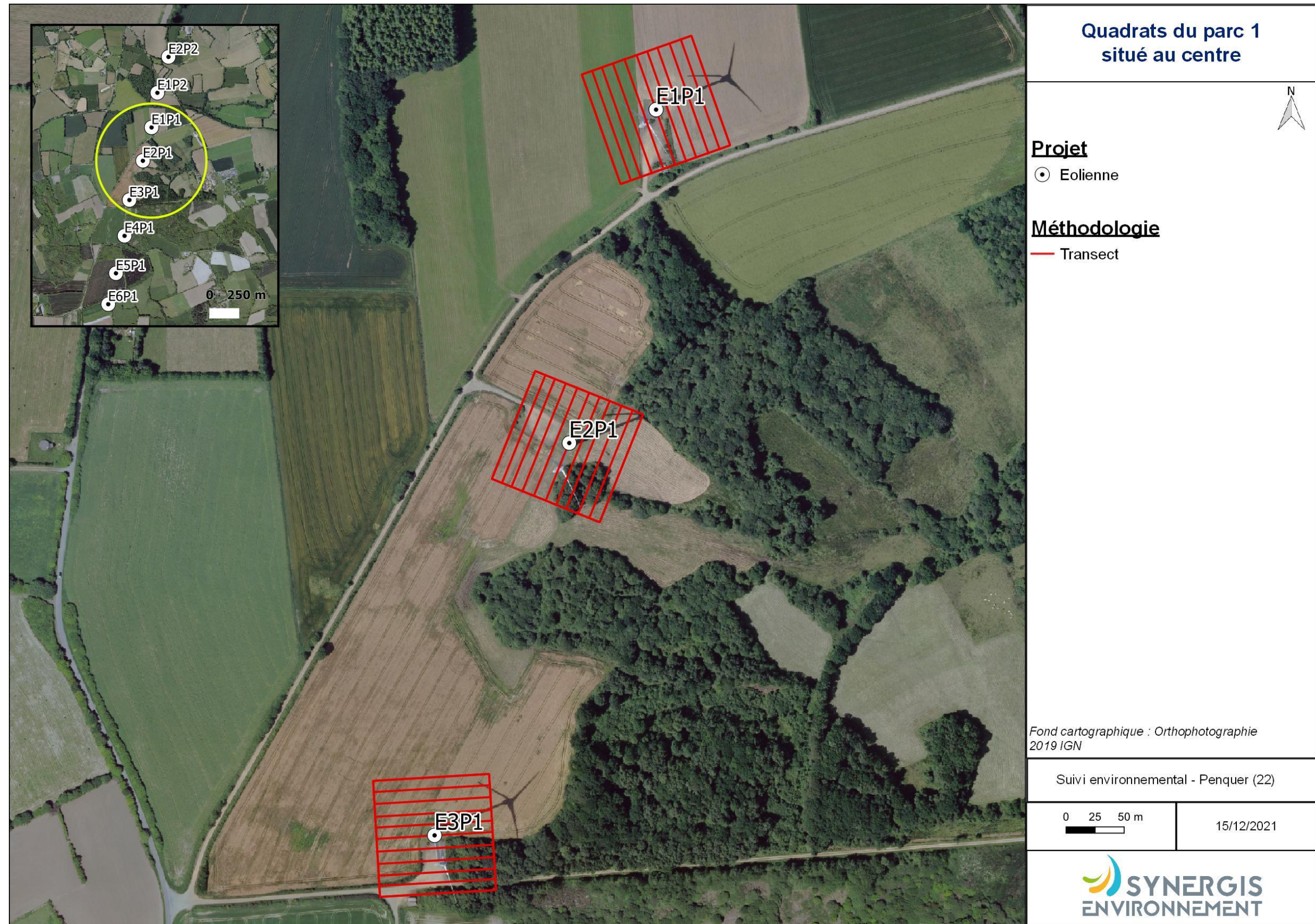


Figure 48 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites centre du parc 1



Figure 49 : Localisation des transects du suivi de mortalité des sites sud du parc1



Figure 50 : Habitats simplifiés dans les quadras des éoliennes nord du parc 2

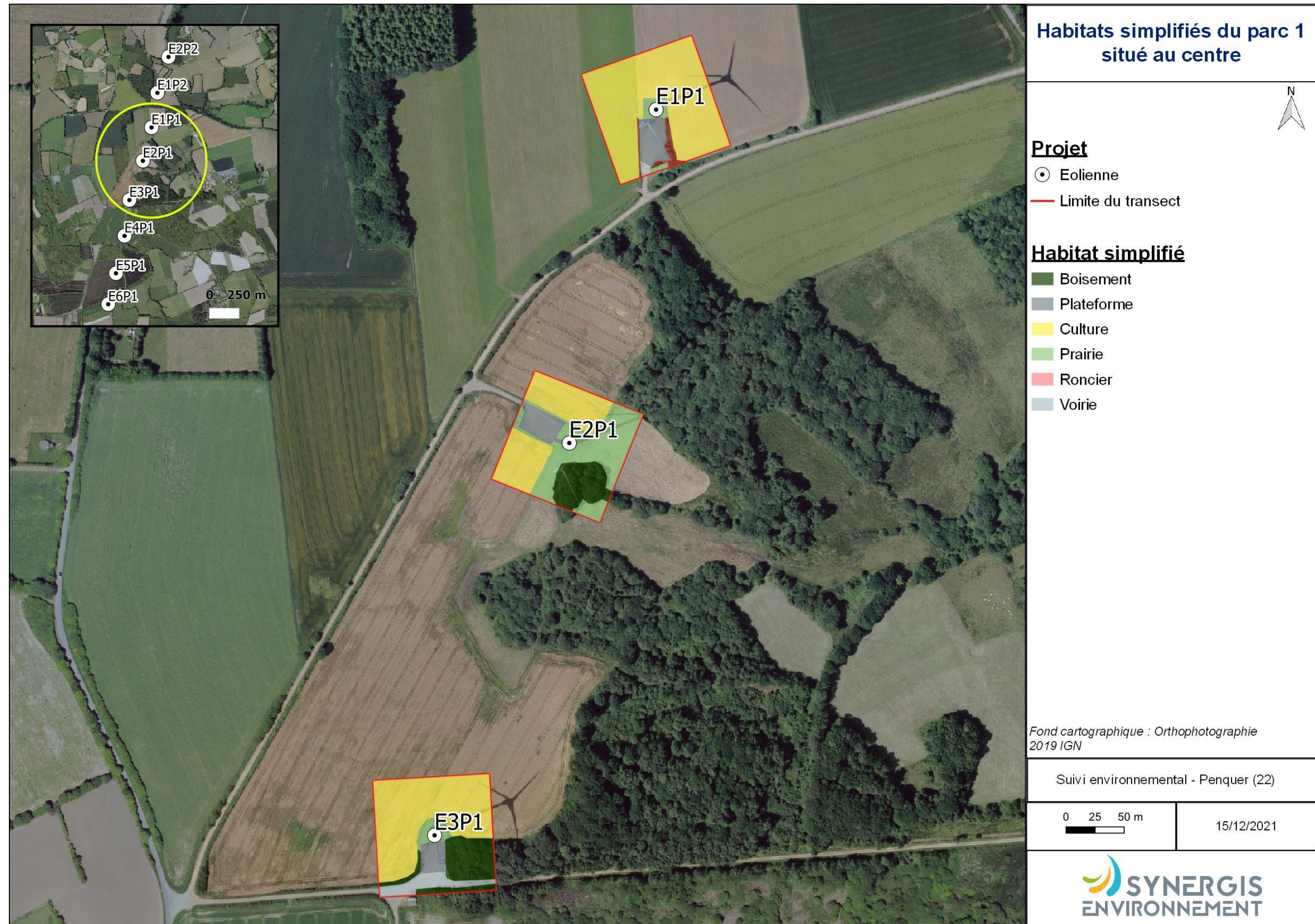


Figure 51 : Habitats simplifiés dans les quadras des éoliennes du centre du parc 1

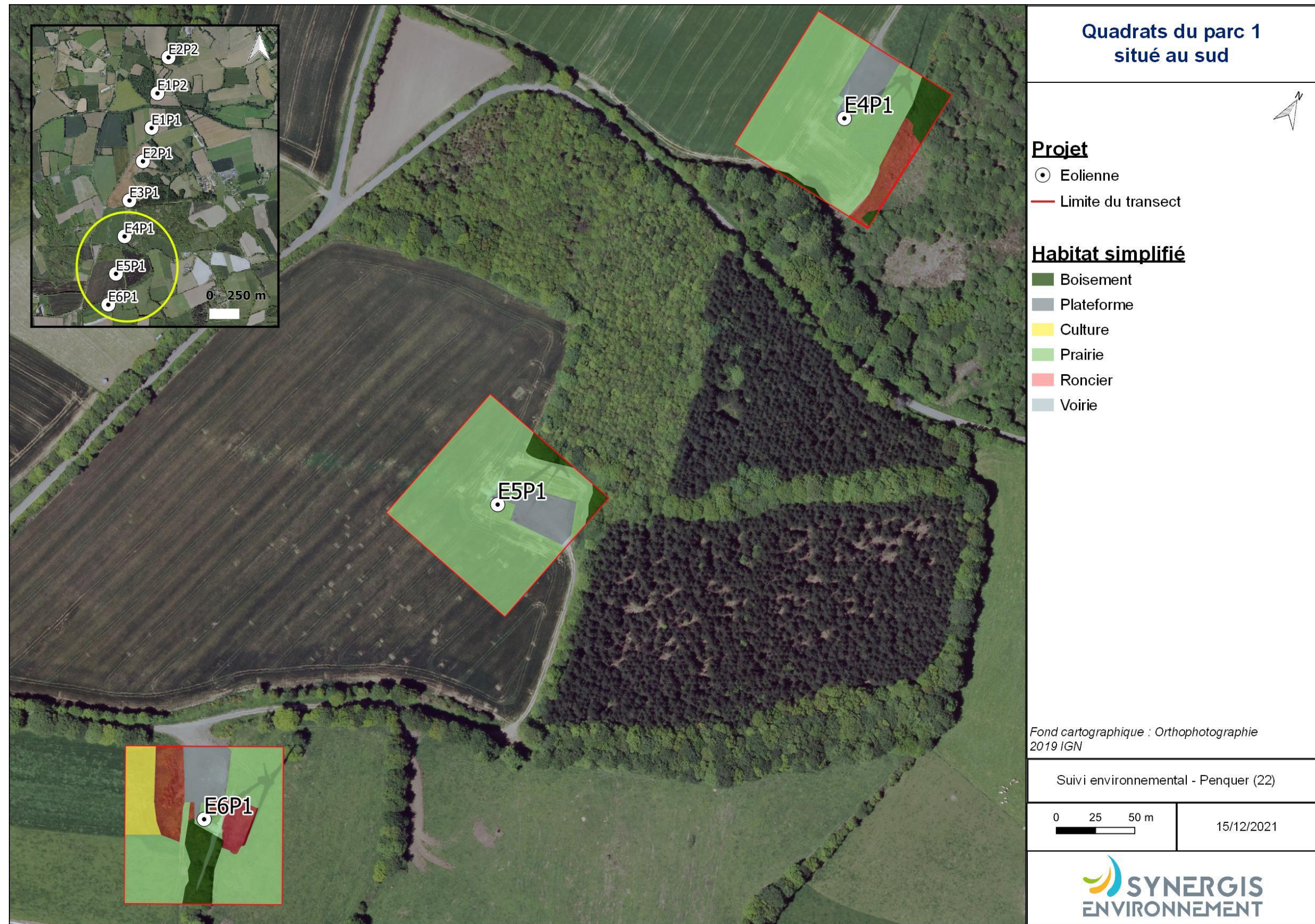


Figure 52 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes au sud du parc 1

VI.2.2 Occupation du sol au pied des éoliennes

Quatre types de couverts sont majoritairement présents : prairies, culture, boisements et voiries. Les cultures sont majoritaires avec 42 % de la surface totale des quadrats. Les prairies de fauches et/ou pâturages représentent 33% de la surface totale. Ces différents couverts fluctuent en hauteur au fil du suivi. Ce qui n'est pas le cas des boisements, comprenant également les ronciers et les haies, représente 14 % de la surface totale. Ainsi que des voiries et des zones rudérales composées par les plateformes éoliennes et de leurs chemins d'accès à hauteur de 11 % de la surface totale.

Tableau 36 : Types d'habitats rencontrés et surfaces associées

Typologie simplifiée des habitats	Surface (en m²)	Pourcentage
Culture	33 293	42%
Prairie	26 782	33%
Boisement	10 911	14%
Voirie	9 073	11%

Ces couverts induisent 3 types de surface, du point de vue du suivi :

- Les plateformes et les voiries sont considérées comme des « surfaces planes »
- Les prairies et cultures sont en « végétation basse », « végétation moyenne » ou « végétation haute », selon la période
- Les boisements (comprenant les haies et les ronciers) sont considérés comme « non prospectables »

VI.2.3 Surfaces prospectées

La surface globale prospectée est homogène au cours de la période de prospection (médiane : 39 492 m² ; moyenne : 40 381²).

Lors des quatre premières semaines de suivi la surface de prospection est en augmentation, les prairies étaient d'une hauteur moyenne et certains champs fussent récemment semés.

La surface maximale prospectée a été atteinte la semaine 22 sans jamais atteindre 60 000m². Après la semaine 25, la barre des 50 000m² ne sera plus prospectable.

De légères variations auront ensuite lieu, mais l'écart ne dépasse pas 20 000 m² entre eux. Cela est dû aux cultures de maïs qui pousse tandis que le blé est fauché. Le peu de zones en prairie qui est pâturé ne permet pas de marquer un écart important de surface prospectable.

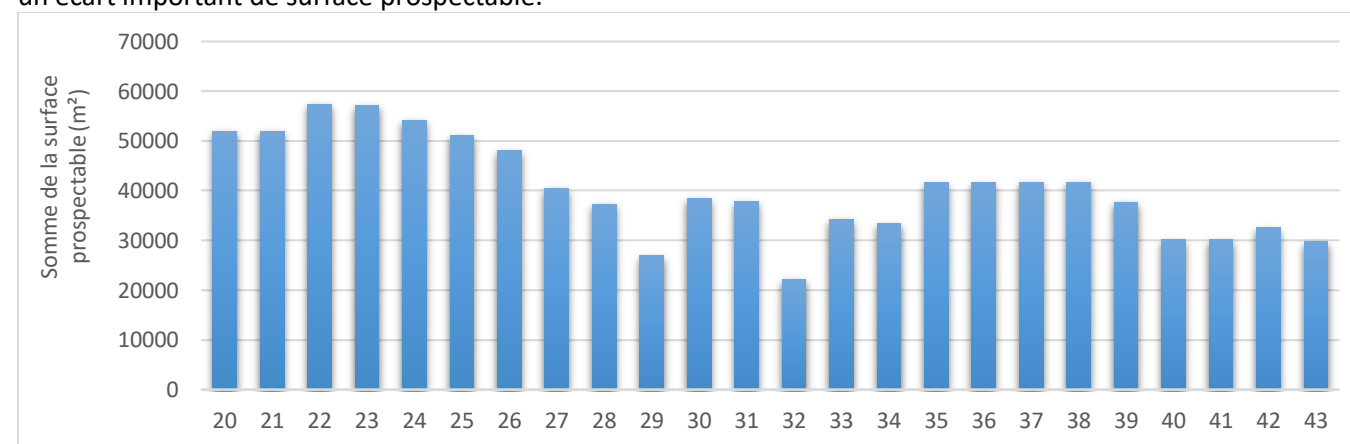


Figure 53 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires en 2021

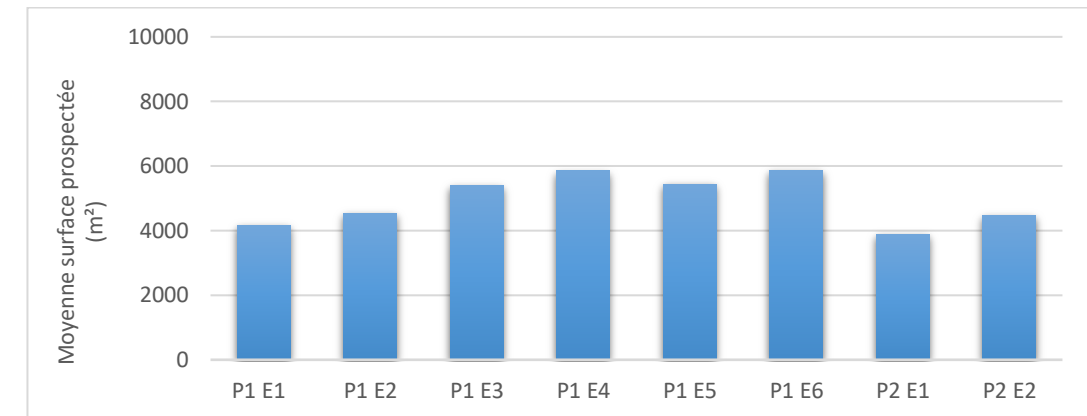


Figure 54 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2020 et 2021

VI.2.4 Coefficients de correction

VI.2.4.1 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, avec différents types de végétation pour chaque test (surface plane, végétation basse, moyenne, haute). 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 quasi-totalité des passages sur les différents sites éoliens a été effectuée par deux opérateurs seulement. De ce fait, une méthodologie de test alternative a été utilisée, permettant d'avoir un taux de détection par type de végétation pour chaque intervenant.

Pour chaque test, un préparateur dépose (par jet en l'air) un nombre de leurres qu'il définit (l'objectif étant de disposer d'un lot de données suffisantes), selon une disposition tirée au sort sous SIG (disposition aléatoire). Les leurres en tissu foncé ont été réutilisés, ainsi que des leurres en coton brun plus clair, et des leurres plus réalistes, mais moins nombreux.

L'intervenant principal a été testé sur un total de 77 leurres lors des deux tests génériques. Ces tests ont été mis en place sur un total de linéaire de 1034m. Les résultats des tests sont utilisés directement dans le Tableau 39.

VI.2.4.2 Test de persistance

Le test consiste à disperser, comme proies, des cadavres de 10 poussins et 10 souris au pied des éoliennes, dans la zone prospectée et à suivre leur disparition progressive. Le premier test a été mené le 14 juin ; le second le 13 septembre (Tableau 37). Ces deux tests sont réalisés sur l'intégralité du parc, avec 3 ou 4 proies par éoliennes.

Tableau 37 : Tests de persistance

Tests	Date de passage	Nombre de proies restantes	Persistance (j)	Persistance moyenne (j)
Test 1 du 30 juin	30/06/2021	20	-	3,73
Test 1 du 30 juin	01/07/2021	19	0,5	
Test 1 du 30 juin	02/07/2021	3	1,5	
Test 1 du 30 juin	05/07/2021	2	3,5	
Test 1 du 30 juin	07/07/2021	1	6	
Test 1 du 30 juin	14/07/2021	0	10,5	
Test 2 du 29 septembre	29/09/2021	20	-	3,73
Test 2 du 29 septembre	30/09/2021	17	0,5	
Test 2 du 29 septembre	01/10/2021	14	1,5	
Test 2 du 29 septembre	04/10/2021	6	3,5	
Test 2 du 29 septembre	06/10/2021	1	6	
Test 2 du 29 septembre	13/10/2021	0	10,5	

Les deux tests montrent une persistance égale et modéré.

Le taux de persistance global est de 3,7 jours sur le parc éolien de Penquer.

VI.2.5 Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert

À chaque type de couvert, et à chaque intervenant est associé un taux de détection spécifique.

À chaque éolienne et à chaque passage est associée une surface par type de couvert.

On constitue ainsi un taux de détection composite par journée, en pondérant les taux de détection par les surfaces associées au type de couvert (Tableau 38). La moyenne de ces taux sur la durée du suivi sera prise en compte par éolienne et pour l'ensemble du parc.

Tableau 38 : Taux de détection composite par prospection (exemple d'une partie du suivi de P1 E2)

Date	Nom	Eo- lienne	Surface Plane	Surface Basse	Surface Moyenne	Surface Haute	Surface Inaccessible
2021-07-21	Mathilde Migault	P1 E2	0,08	0,02	0,00	0,00	0,100387
2021-07-28	Bastien Blanc	P1 E2	0,08	0,17	0,00	0,00	0,252707
2021-08-04	Mathilde Migault	P1 E2	0,08	0,15	0,00	0,00	0,235223
2021-08-11	Mathilde Migault	P1 E2	0,08	0,15	0,00	0,00	0,235223
2021-08-18	Mathilde Migault	P1 E2	0,08	0,13	0,13	0,00	0,343165

Pour chaque éolienne, ainsi que pour le parc entier, un taux de détection composite peut être établi.

L'utilisation du programme du CEFE pour les calculs 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 permet pas d'utiliser directement le programme. Des chiffres utilisables avec les taux composites sont donc créés.

Les tests initiaux ayant porté sur 77 leurres, le calcul d'un nombre de leurres théoriquement détecté dans chaque cas permet de fournir un chiffre au programme de calcul (nombre trouvé en détection ; Tableau 39).

Tableau 39 : Taux de détection composite par éolienne

Eolienne	Taux de détection composite	Détection théorique
P1 E1	0,261	20,059
P1 E2	0,271	20,847
P1 E3	0,345	26,557
P1 E4	0,335	25,773
P1 E5	0,330	25,435
P1 E6	0,344	26,496
P2 E1	0,256	19,711
P2 E2	0,284	21,837
Parc	0,303	23,339

VI.2.6 Données de mortalité constatée

Durant le suivi 2021 sur le parc de Penquer et de ses 8 éoliennes, **vingt-neuf cas de mortalité** ont été enregistrés. Aucun cadavre n'a été contacté sous l'éolienne P1 E5.

Dix-neuf portaient sur des cadavres de chiroptères dont 11 pipistrelles commune *Pipistrellus pipistrellus*, 3 pipistrelles de Kuhl *Pipistrellus kuhlii*, 4 pipistrelles indéterminées et 1 vespertilionidé indéterminé.

Les **dix autres cadavres sont des oiseaux** : dont 2 martinets noirs *Apus apus*, 1 geai des chênes *Garrulus glandarius*, 1 buse variable *Buteo buteo*, 1 alouette des champs *Alauda arvensis*, 1 épervier d'Europe *Accipiter nisus*, 1 merle noir *Turdus merula*, un rougegorge familier *Erithacus rubecula* et deux oiseaux indéterminés.

Tableau 40 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités

Date	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Eolienne
2021-05-19	alouette des champs	alauda arvensis	P1 E1
2021-06-02	pipistrelle indéterminée	pipistrellus sp	P1 E3
2021-06-02	martinet noir	apus apus	P2 E1
2021-06-02	geai des chênes	garrulus glandarius	P2 E1
2021-06-02	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P2 E1
2021-06-09	buse variable	buteo buteo	P2 E1
2021-06-16	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P1 E1
2021-06-16	merle noir	turdus merula	P1 E6
2021-06-16	oiseau indéterminé	aves sp	P2 E1
2021-06-16	martinet noir	apus apus	P2 E2
2021-06-30	rougegorge familier	erithacus rubecula	P1 E6
2021-07-21	épervier d'Europe	accipiter nisus	P1 E3
2021-07-20	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P2 E1
2021-07-21	pipistrelle indéterminée	pipistrellus sp	P2 E2
2021-07-28	pipistrelle de Kuhl	pipistrellus kuhlii	P1 E6
2021-08-18	oiseau indéterminé	aves sp	P1 E2
2021-08-25	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P1 E3
2021-08-25	pipistrelle de kuhl	pipistrellus kuhlii	P1 E2
2021-08-25	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P2 E1
2021-09-08	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P1 E6
2021-09-08	pipistrelle indéterminée	pipistrellus sp	P1 E2
2021-09-08	pipistrelle indéterminée	pipistrellus sp	P1 E1
2021-09-08	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P2 E2
2021-09-15	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P2 E2
2021-09-15	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P1 E3
2021-09-22	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P1 E4
2021-09-22	pipistrelle de kuhl	pipistrellus kuhlii	P1 E4
2021-09-22	pipistrelle commune	pipistrellus pipistrellus	P1 E2
2021-10-13	vespertilionidé indéterminée	vespertilionidae sp	P2 E1

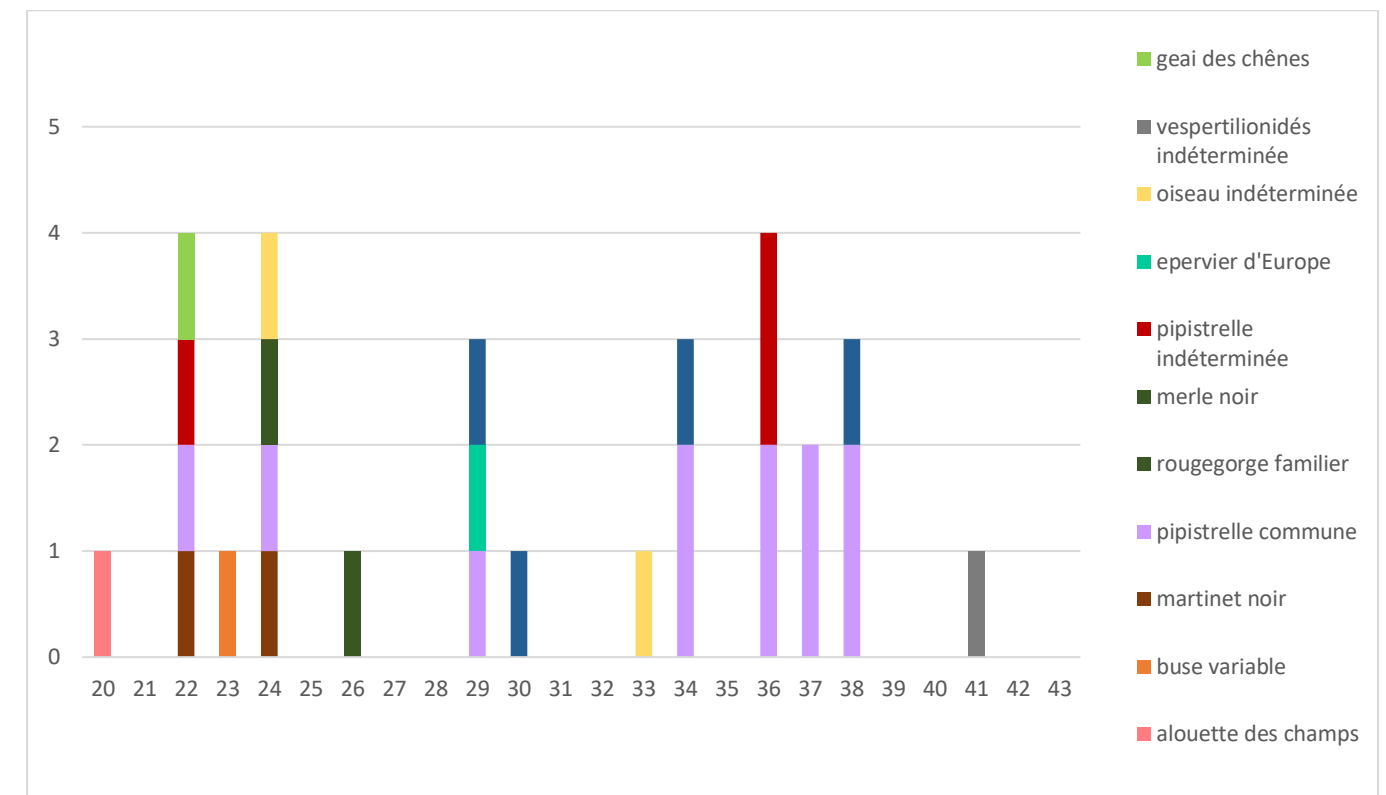


Figure 55 : Chronologie des découvertes de cadavres en 2021

❖ Chiroptères

Les dix-neuf cas de mortalités des chiroptères sont retrouvés sur une longue période, débutant à la limite du transit printanier et celle de la mise-bas, ainsi que de l'élevage des jeunes jusqu'à la période d'accouplement et de transit automnal, lorsque les individus recherchent un site de swarming pour passer l'hiver.

Mai	Juin						Juillet				Août				Septembre					Octobre			
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Transit printanier - gestation																							

■ période favorable ■ période optimale

Figure 56 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères

❖ Avifaune

Les dates de découverte des deux martinets noirs correspondent à la période de nidification avec potentiellement des individus qui sont reproducteurs. L'alouette des champs se trouvait dans une période de nidification et de comportement territoriale. Le geai des chênes, le merle noir, le rougegorge familier et la buse variable furent trouvés entre la période de nidification et de nourrissage des jeunes. L'épervier d'Europe quant à lui était un jeune en émancipation.

VI.3 Évaluation de la mortalité réelle

VI.3.1.1 Évaluation pour le parc entier

L'estimation de la mortalité est calculée via l'application <https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/> à l'échelle du parc entier et pour chaque éolienne. Les estimations sont données pour chaque taxon et sont basées sur l'ensemble de la période suivi.

Il n'est pas possible d'avoir une estimation pour l'année entière, car les périodes non couvertes sont a priori nettement moins accidentogènes.

Pour chaque estimateur, il est retenu la valeur médiane des simulations (autant de simulations avec moins que plus de mortalité). Deux intervalles de confiance (IC) sont aussi présentés. Celui à 95%, borné par IC 2,5 et IC 97,5 (95% des simulations sont comprises entre les deux bornes, 2,5% au-dessus et 2,5% au-dessous), et celui à 80%, borné par IC 10 et IC 90 (80% des simulations comprises entre les deux bornes, 10% au-dessus et autant en dessous). C'est ce dernier intervalle de confiance (IC), qui est retenu ici pour évaluer le chiffre réel.

Seule l'éolienne P1 E5 n'a recensé aucun cas de mortalité à la fois pour l'avifaune que pour les chiroptères ce qui ne permet pas de calculer la mortalité réelle de celle-ci.

❖ Chiroptères

Tableau 41 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Penquer

Parc entier					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	230,28	99,99	440,25	139,39	352,85
Huso	271,79	118,65	507,92	165,73	413,23
Jones	314,57	136,25	600,26	190,8	481,36
Moyenne	272			139	481

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour les chiroptères est de l'ordre de **272 chauves-souris** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 139 et 481 individus.

❖ Avifaune

Tableau 42 : Estimations de la mortalité réelle des oiseaux sur le parc éolien de Penquer

Parc entier					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	119,73	41,67	250,25	64,71	196,4
Huso	141,5	49,69	290,79	77,17	230,16
Jones	163,6	57,05	341	88,44	267,93
Moyenne	142			65	268

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour l'avifaune est de l'ordre de **142 oiseaux** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 65 et 268 individus.

VI.3.1.2 Évaluation par éolienne

Pour l'évaluation de la mortalité par éolienne c'est la moyenne des médianes des différentes simulations qui est retenue et idem pour l'intervalle de confiance à 80% (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

❖ Chiroptères

Sur le parc 1 :

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne **P1 E1 est de l'ordre de 37 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 0 (2 cadavres découverts) et 91 individus.

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne **P1 E2 est de l'ordre de 52 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 15 (3 cadavres découverts) et 113 individus.

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne **P1 E3 est de l'ordre de 31 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 9 (3 cadavres découverts) et 65 individus.

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne **P1 E4 est de l'ordre de 22 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 0 (2 cadavres découverts) et 63 individus.

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne **P1 E6 est de l'ordre de 21 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 0 (2 cadavres découverts) et 51 individus.

Sur le parc 2

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne **P2 E1 est de l'ordre de 78 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 30 (4 cadavres découverts) et 162 individus.

La mortalité réelle supposée pour les chiroptères pour l'éolienne **P2 E2 est de l'ordre de 47 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 14 (3 cadavres découverts) et 103 individus.

Tableau 43 : Mortalité réelle supposée pour les chiroptères par éolienne sur le parc de Penquer

P1 E1					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	30,98	0	89,62	0	66,61
Huso	36,8	0	105,02	0	78
Jones	42,31	0	122,64	0	90,89
Moyenne	37			0	91

P1 E2					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	43,57	0	109,55	14,6	82,61
Huso	51,75	0	128,88	17,29	96,43
Jones	59,49	0	149,75	19,91	112,59
Moyenne	52			15	113

P1 E3					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	26,18	0	62,61	8,72	47,81
Huso	30,94	0	73,32	10,3	55,97
Jones	35,78	0	85,27	11,9	65,2
Moyenne	31			9	65

P1 E4					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	18,24	0	68,06	0	46,37
Huso	21,61	0	79,47	0	54,22
Jones	24,91	0	92,66	0	63,46
Moyenne	22			0	63

P1 E6					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	18,03	0	49,84	0	37,09
Huso	21,33	0	58,26	0	43,51
Jones	24,63	0	67,82	0	50,62
Moyenne	21			0	51

P2 E1					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	66,07	14,62	151,81	29,75	118,42
Huso	78,02	17,32	178,39	35,32	139
Jones	90,5	19,89	207,02	40,69	161,87
Moyenne	78			30	162

P2 E2					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	39,93	0	99,12	13,86	75,71
Huso	47,16	0	114,58	16,38	88,65
Jones	54,53	0	135,59	18,95	103,21
Moyenne	47			14	103

❖ Avifaune

Sur le parc 1

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne **P1 E1** est de l'ordre de **18 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 0 (1 cadavre découvert) et 54 individus.

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne **P1 E2** est de l'ordre de **37 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 0 (1 cadavre découvert) et 91 individus.

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne **P1 E3** est de l'ordre de **10 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 0 (1 cadavre découvert) et 29 individus.

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne **P1 E6** est de l'ordre de **21 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 0 (2 cadavres découverts) et 49 individus.

Sur le parc 2

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne **P2 E1** est de l'ordre de **78 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 18 (4 cadavres découverts) et 176 individus.

La mortalité réelle supposée pour l'avifaune pour l'éolienne **P2 E2** est de l'ordre de **15 individus** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 0 (1 cadavre découvert) et 46 individus.

Pour les éoliennes P1 E4 et P1 E5 aucun cas de mortalité n'est constaté ce qui ne permet pas de calculer d'estimation de la mortalité réelle.

Tableau 44 : Mortalité réelle supposée pour l'avifaune par éolienne sur le parc de Penquer

P1 E1					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	15,38	0	58,78	0	39,3
Huso	18,28	0	68,3	0	46,19
Jones	21,07	0	80,15	0	53,66
Moyenne	18			0	54

P1 E2					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	30,98	0	89,62	0	66,61
Huso	36,8	0	105,02	0	78
Jones	42,31	0	122,64	0	90,89
Moyenne	37			0	91

P1 E3					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	8,48	0	31	0	21,3
Huso	10,07	0	36,13	0	24,97
Jones	11,58	0	42,21	0	29,07
Moyenne	10			0	29

P1 E6					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	17,44	0	49	0	36,14
Huso	20,71	0	57,52	0	42,7
Jones	23,84	0	66,94	0	49,4
Moyenne	21			0	49

P2 E1					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	65,89	0	174,67	18,38	128,75
Huso	77,97	0	203,91	21,62	151,94
Jones	90,16	0	237,95	25,09	175,62
Moyenne	78			18	176

P2 E2					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	13,08	0	47,66	0	33,97
Huso	15,49	0	56,6	0	39,51
Jones	17,88	0	64,85	0	46,39
Moyenne	15			0	46

Tableau 45 : Résultats de la mortalité réelle supposée pour l'avifaune et les chiroptères par éolienne sur le parc de Penquer

Eolienne	Avifaune		Chiroptères	
	Médiane moyenne	Intervalle de confiance [10-90]	Médiane moyenne	Intervalle de confiance [10-90]
P1 E1	18,24	[0-53,66]	36,70	[0-90,89]
P1 E2	36,70	[0-90,89]	51,60	[14,6-112,59]
P1 E3	10,04	[0-29,07]	30,97	[8,72-65,2]
P1 E4	-	[0-0]	21,59	[0-63,46]
P1 E5	-	[0-0]	-	[0-0]
P1 E6	20,66	[0-49,4]	21,33	[0-50,62]
P2 E1	78,01	[18,38-175,62]	78,20	[29,75-161,87]
P2 E2	15,48	[0-46,39]	47,21	[13,86-103,21]

Aucun cadavre avifaune n'a été recensé sur l'éolienne P1 E4 et aucun cadavre avifaune ou de chiroptère n'a été retrouvé sous l'éolienne P1 E5.

A contrario, les éoliennes P1 E2, P1 E, P2 E1 et P2 E2 se sont révélées être très mortifère pour les chiroptères. L'éolienne P2 E1 est également très mortifère pour l'avifaune.

VI.3.2 Données disponibles pour l'analyse

VI.3.2.1 Vents et activité des éoliennes

Les horaires de coucher et de lever de soleil sur le parc de Penquer ont été pris en compte chaque jour pour définir 5 périodes. La durée de période « journée » et de la nuit sont en conséquence variable, selon l'avancement des saisons.

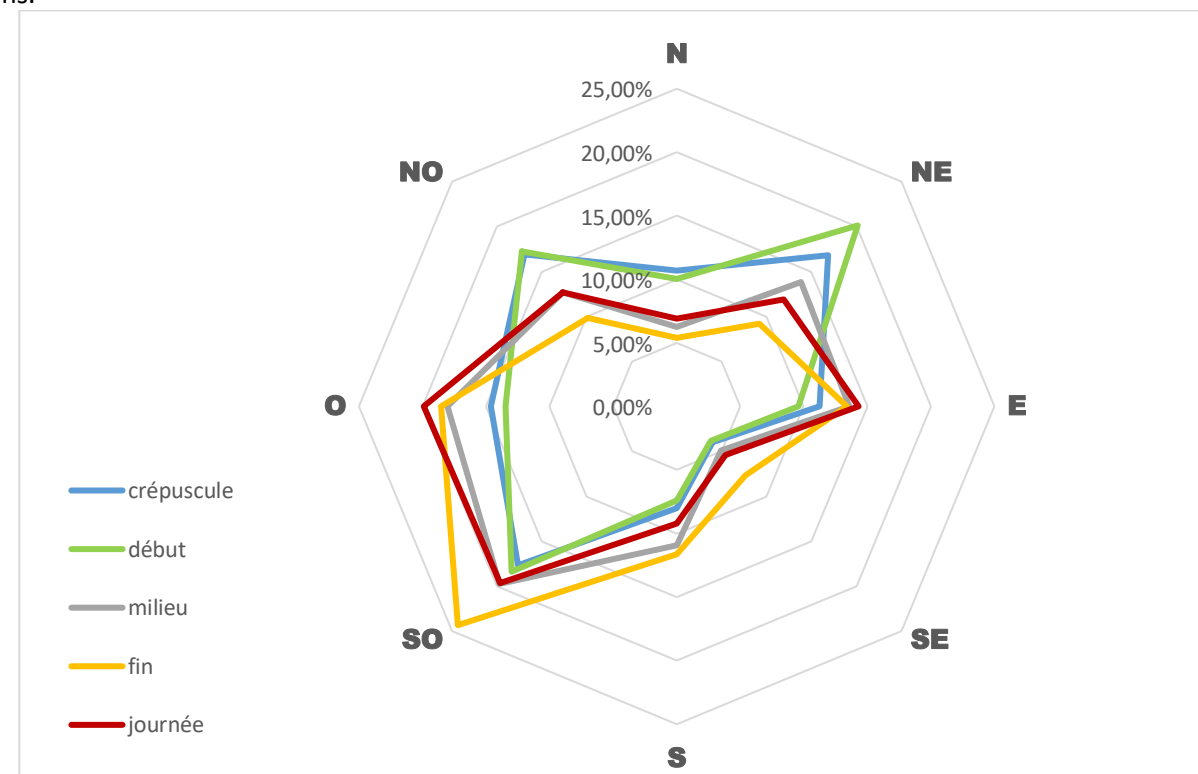


Figure 57 : Répartition du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée ».

Les vents dominants provenaient entre le sud-ouest et l'ouest ainsi que du nord-est. Il est observé une différence de provenance des vents en fonction du moment de la journée avec des vents provenant plus souvent du nord-ouest et du nord-est au crépuscule et au début de nuit alors que fin de nuit les vents sont plus souvent de sud-ouest.

Pour chaque nuit, il a été déterminé la vitesse maximale moyenne du vent enregistré, ainsi que l'activité des éoliennes, sur la base de la vitesse de rotation des pales par tranche de 10 min.

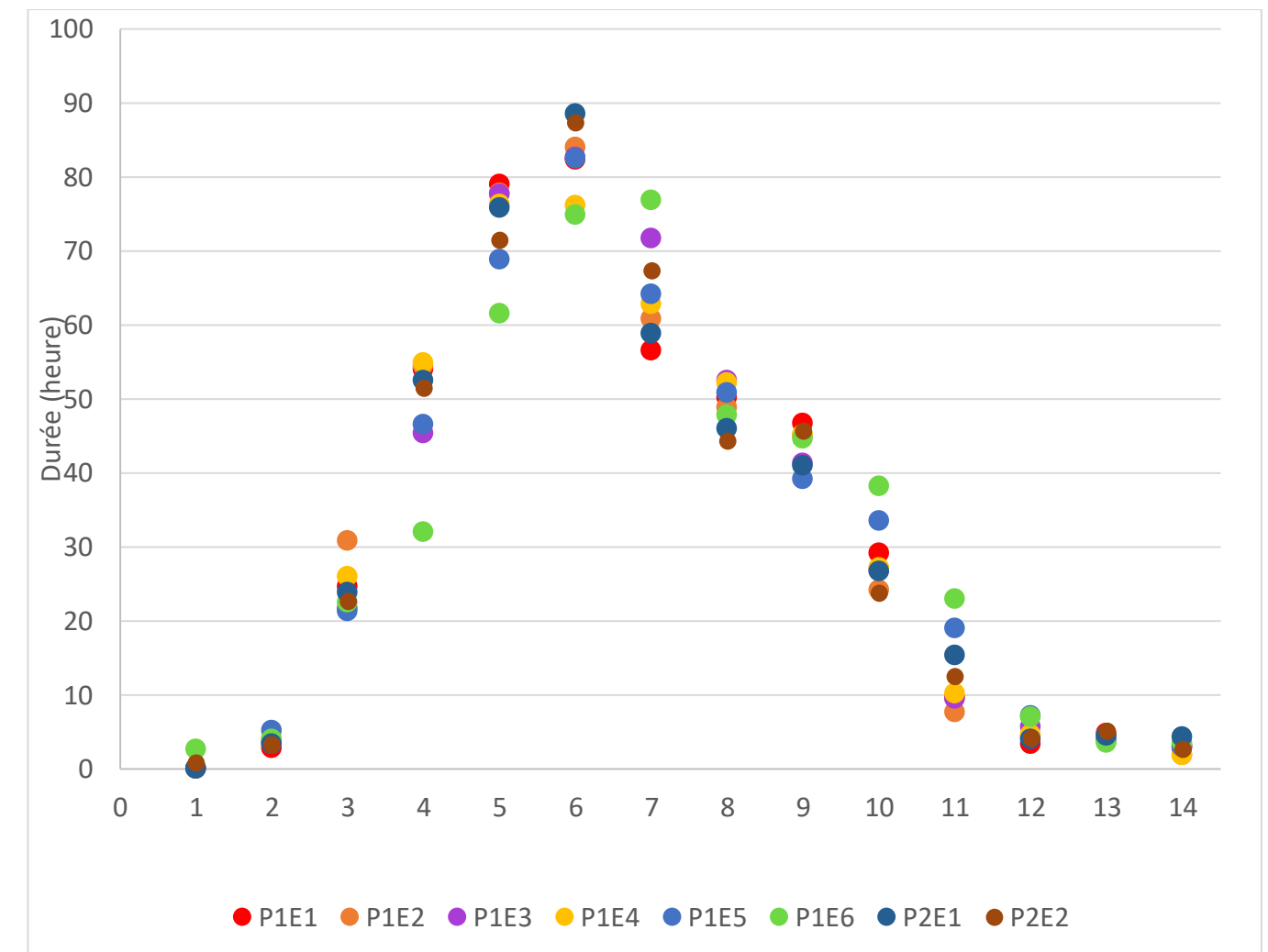


Figure 58 : Vitesse des vents en début de nuit (-0,5h à +4,5h du coucher du soleil) par éolienne en m/s ; utilisation des moyennes par tranche de 10 minutes. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondent à classe 0 : vent de 0 m/s, classe 1 :]0 ; 1 m/s], classe 2 :]1 ; 2 m/s] ... Classe 13 :]12 ; 13 m/s], classe 14 : vent >13 m/s.

Sur la période de suivi, en première partie de nuit, le vent a rarement été très fort. Il n'a que rarement dépassé les 11 m/s. La médiane s'est établie à 5,5 m/s. Il est à noter un déplacement de la courbe vers des valeurs de vents plus forts pour l'éolienne P1E6. Cela peut s'expliquer par la localisation de l'éolienne en haut d'une colline.

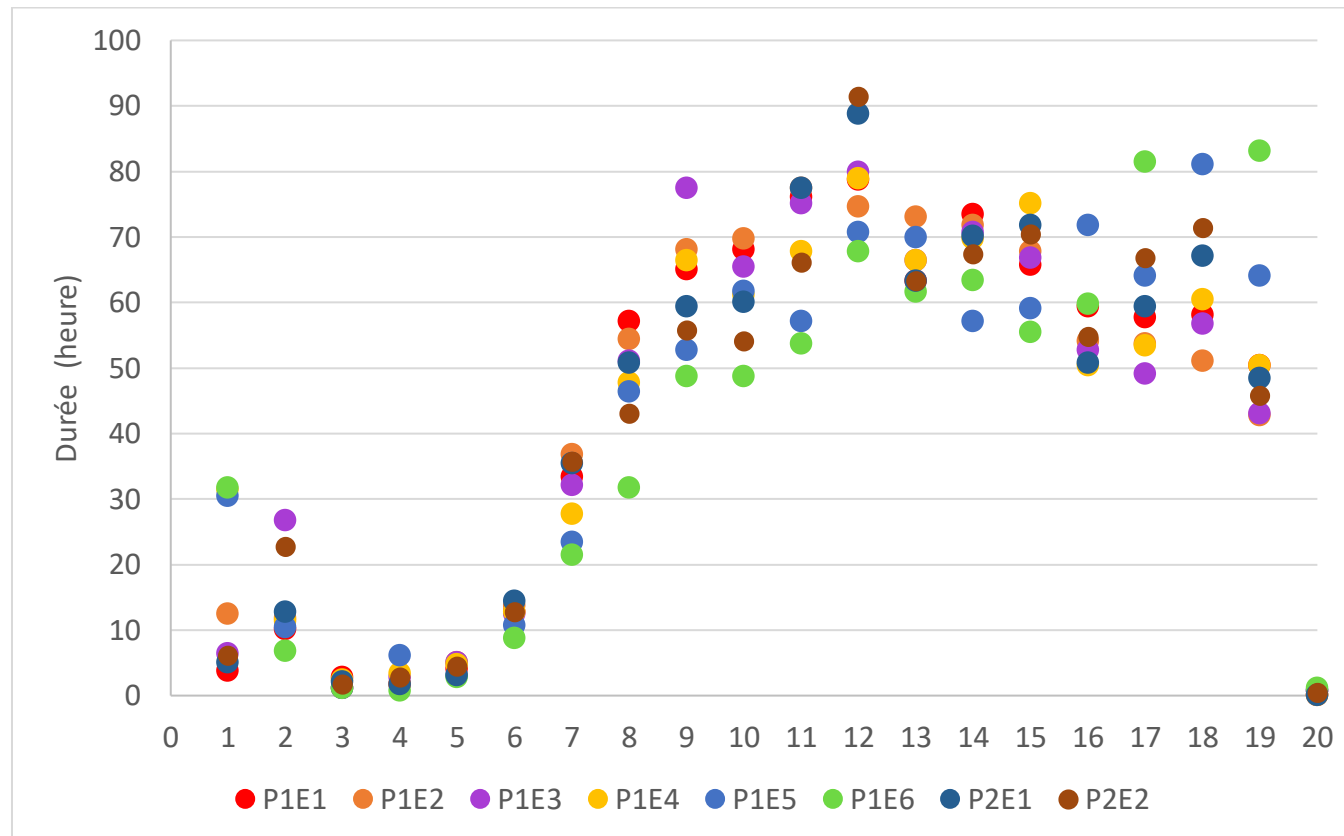


Figure 59 : Niveau d'activité des éoliennes en première partie de nuit (tours/minutes) ; utilisation des moyennes d'activité par tranche de 10min. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondent à classe 0 : rotation de 0 tr/min, classe 1 :]0 ; 1 tr/min], classe 2 :]1 ; 2 tr/min], ... classe 19 :]18 ; 19 tr/min], classe 20 : >19 tr/min.

Le niveau d'activité des éoliennes est établi en fonction de la vitesse de rotation des pales.

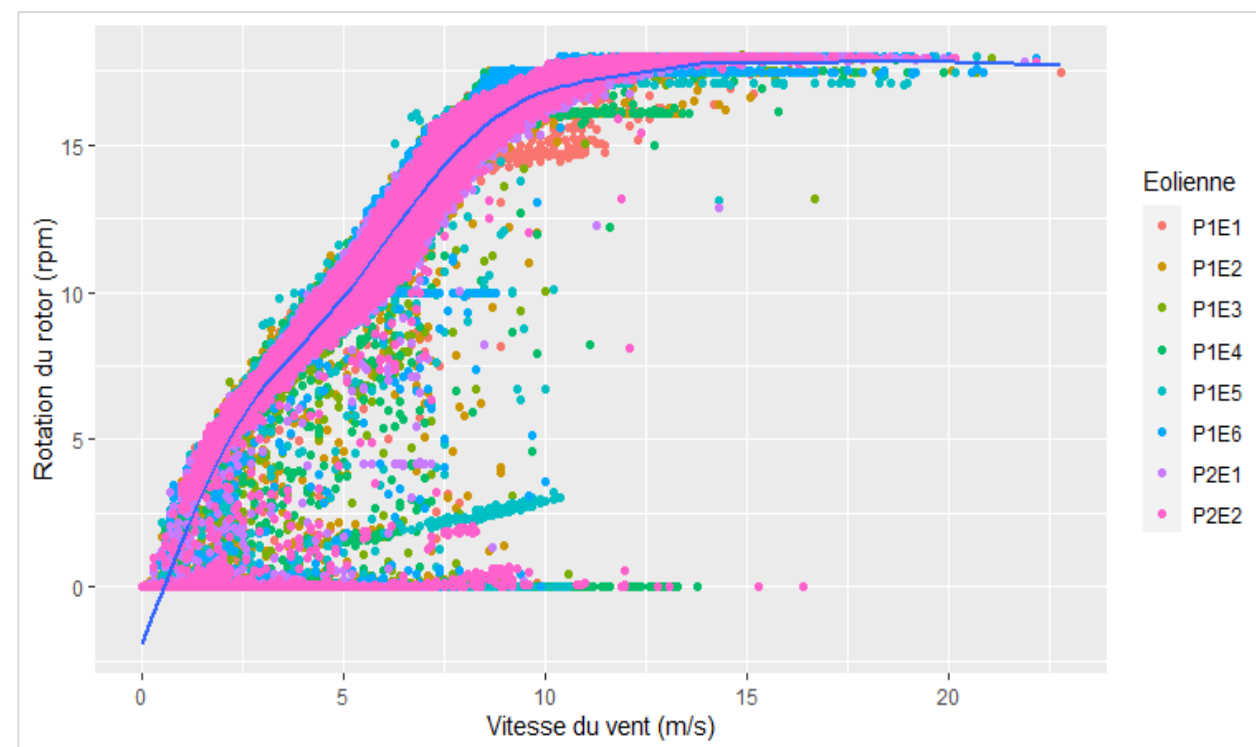


Figure 60 : Relation entre la vitesse du vent et la vitesse de rotation du rotor par tranche de 10 minutes avec application d'un modèle additif généralisé.

La vitesse de rotation des pales est rapidement élevée même avec des vents réduits.

À la suite des deux graphiques précédents il est possible d'identifier une inflexion du rapport entre vitesse du vent et vitesse de rotation du rotor est visible aux alentours de 7 tr/min.

La vitesse de rotation de 7 m/s semble être le seuil au-dessus duquel les éoliennes sont en réelles productions. En dessous de cette valeur, il est considéré que l'éolienne est en phase de « roue libre ». Le seuil de rotation maximal des pales est de 18 tr/min.

Le passage de danger faible (voire nul) pour les chiroptères (donc rotation nulle ou peu marquée) à danger important se fait sur une variation faible du niveau de vent.

VI.3.2.2 Température

Au cours des nuits suivies, la température est passée sous les 13 °C lors de 30% du temps. Cette limite de 13°C correspond à la limite inférieure de vol des chiroptères (99 % des contacts au-dessus).

VI.3.2.3 Précipitation

Ne disposant pas des données de précipitation aucune analyse complémentaire affinant les résultats grâce à ce paramètre ne peut être calculée.

VI.4 Analyses

VI.4.1 Répartition par éolienne des cas de mortalité

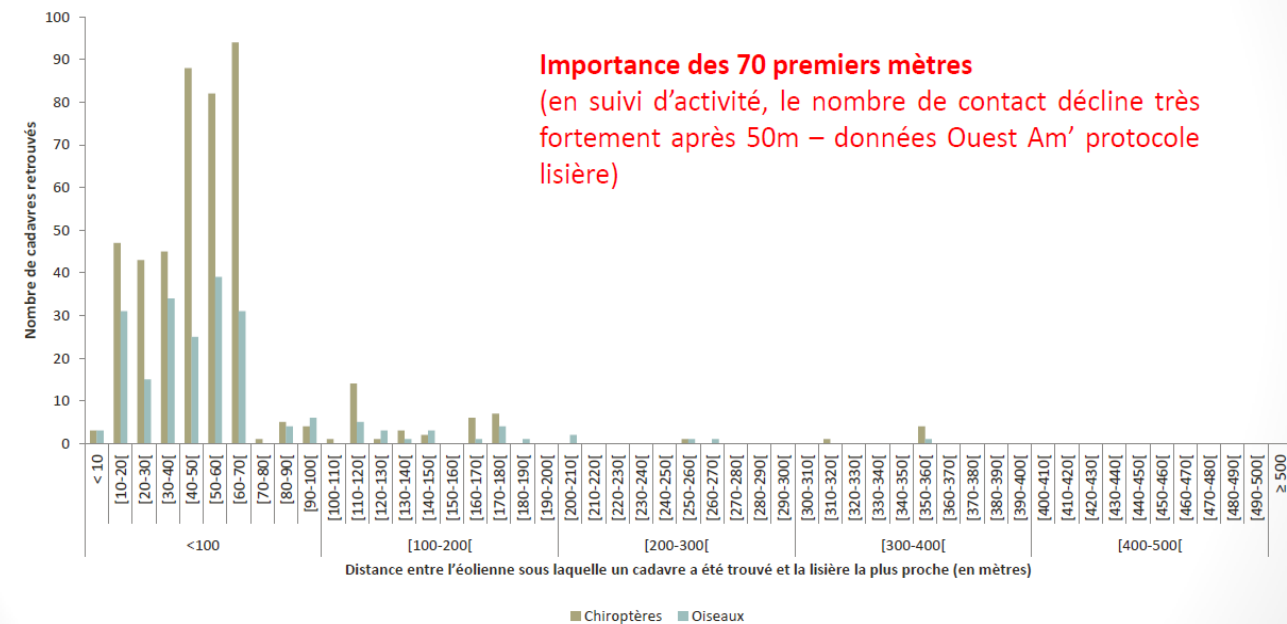
Il est intéressant de regarder si l'environnement de chaque éolienne diffère et peut avoir un lien avec la mortalité réelle supposée. Le tableau ci-dessous mesure la distance minimale entre chaque éolienne et l'élément de relief du paysage le plus proche pouvant favoriser la présence d'oiseaux ou de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

Tableau 46 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers

Éolienne	Éléments de relief paysager le plus proche	Distance minimale
P1 E1	Haie	15m
P1 E2	Boisement	19m
P1 E3	Boisement	13m
P1 E4	Roncier Boisements	40m 50m
P1 E5	Boisement	41m
P1 E6	Roncier Haie	6m 16m
P2 E1	Roncier Haie	9m 17m
P2 E2	Roncier Haie	50m 54m

L'étude du bureau d'étude Ouest Aménagement (Normand & Coislot, Ouest Am., 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 & Coislot, Ouest Am, 2020)

Figure 61 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière

Sur le parc de Penquer, les éoliennes sont situées à une distance inférieure ou égale à 50 mètres du premier roncier, haie ou boisement.

Les deux éoliennes ayant une structure de végétation proche de celles-ci sont, dans un premier temps P1 E6 puis P2 E1. Elles ont toutes deux comme premier élément un roncier situé à moins de 10m de l'éolienne et une haie à moins de 17m. En revanche, seulement P2 E1 est proche d'un boisement (52m), c'est aussi la plus mortifère.

A une distance entre 13 et 19m les éoliennes P1 E1, P1 E2 et P1 E3 se trouvent proches d'une haie ou d'un boisement.

Un boisement se trouve à 41m de l'éolienne P1 E5

Les éoliennes P1 E4 et P2 E2 sont celles ayant des éléments structurés les plus éloignés avec un roncier et une haie ou un boisement à une cinquantaine de mètres de l'éolienne (sauf un roncier sur P1 E4 situé à 40m).

A une échelle plus globale, comme montrée dans une partie précédente (IV.4), le site se trouve dans un contexte bocager favorable au déplacement des espèces par la forte connectivité des milieux (classé ou non : ZNIEFF, site Natura 2000...) et par de nombreux corridors (haies, boisements). Les oiseaux comme les chiroptères utilisent ces éléments de paysage pour leur cycle biologique.

Cette analyse paysagère permet d'expliquer la fréquentation élevée sur le site par la faune volante. En revanche il y a peu d'explication sur le fait qu'aucun cadavre n'a été retrouvé sous P1 E5, malgré des distances lisières-éoliennes similaires avec d'autres et qui impactent l'avifaune et les chiroptères.

VI.4.2 Espèces retrouvées

VI.4.2.1 Chiroptères

Les chiroptères sont impactés de deux façons par une éolienne : par collision directe avec une pale ou par barotraumatisme. Elles sont confrontées à ces risques par leur capacité à voler haut (plus de 50 m de hauteur), mais aussi parce qu'elles sont attirées par ses structures.

L'attraction des chauves-souris pour les éoliennes peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- ✓ Le balisage lumineux des éoliennes (CRYAN & BARCLAY, 2009),
- ✓ La perception erronée des éoliennes,
- ✓ L'utilisation des éoliennes comme terrain de chasse,
- ✓ L'attraction d'insectes au niveau des éoliennes et donc des chauves-souris (RYDELL & al., 2010),
- ✓ La couleur du mat (LONG & al., 2011).

La pipistrelle de Kuhl

La **pipistrelle de Kuhl** *Pipistrellus kuhlii* est au niveau national la troisième espèce la plus impactée par les collisions avec des éoliennes, 219 cas recensés dans la compilation de Dürr (2021) et la 5^{ème} au niveau européen, 469 cas recensés.

La pipistrelle commune

VI.4.2.1.2

Selon la compilation de Dürr (2021), la **pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus* est l'espèce de chauves-souris la plus impactée numériquement, avec 979 cas recensés en France. À l'échelle européenne, ce sont 2362 cadavres qui ont été retrouvés et c'est en France que la pipistrelle commune est la plus impactée.

Tableau 47 - Enjeu des espèces de chauves-souris

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Directive HFF	PNA	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN 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

Sensibilité

D'après le guide EUROBATS (Rodrigues *et al.*, 2014) selon l'état des connaissances chiroptérologiques à l'échelle de l'Europe, la pipistrelle commune fait partie des chauves-souris les plus sensibles au risque de collision avec les éoliennes. Le niveau de risque est défini comme « fort », d'après le guide. Plusieurs critères sont utilisés pour définir ce niveau d'enjeu, tel que la hauteur de vol, la capacité de migrer ou se déplacer sur de longues distances ou encore l'attraction de la lumière.

Tableau 48 - Comportement et sensibilité des espèces de chauves-souris

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Hauteur de vol (Eurobats, 2015)	Migration ou déplacements sur de longues distances	Attirée par la lumière	Mortalité avérée avec les éoliennes (Eurobats, 2016)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Niveau de sensibilité face à l'éolien
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Fort

Vulnérabilité :

La vulnérabilité d'une chauve-souris est définie selon son niveau d'enjeu patrimonial et son niveau de sensibilité (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Ainsi, le niveau de vulnérabilité est déterminé comme assez forte.

Tableau 49 - Vulnérabilité des espèces de chauves-souris

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Niveau d'enjeu sur site	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité sur site
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Faible	Fort	Assez fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Faible	Fort	Assez fort

VI.4.2.2 Avifaune

Alouette des champs

Lors du suivi 2021, 1 cadavre d'alouette des champs adultes, *Alauda arvensis*, est retrouvé, en semaine 20. En valeur absolue, l'alouette des champs est l'espèce la plus retrouvée en période de nidification sous les éoliennes françaises selon Marx G. (2017). Selon la compilation de Dürr T. (2021), toutes périodes confondues, l'alouette des champs est la quatrième plus fréquente espèce retrouvée et huitième au niveau européen.

Enjeux :

Tableau 50 - Enjeu lié à l'Alouette des champs

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Oiseaux	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN France nicheurs	Liste rouge Bretagne	RBR Nicheurs Bretagne	Enjeu régional de conservation
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Annexe II	LC	NT	LC	Mineure	Faible

L'alouette des champs est une espèce très commune en France, mais présentant un très fort déclin de ces effectifs avec une baisse de 25% entre 2000 et 2018 (vigienature, 2021). Cette baisse, notamment d'individus nicheurs, a conduit à la classer au niveau d'espèce « quasi menacée » sur la liste rouge des oiseaux nicheurs en France métropolitaine (UICN et al., 2016). L'enjeu sur site reste toutefois « faible ».

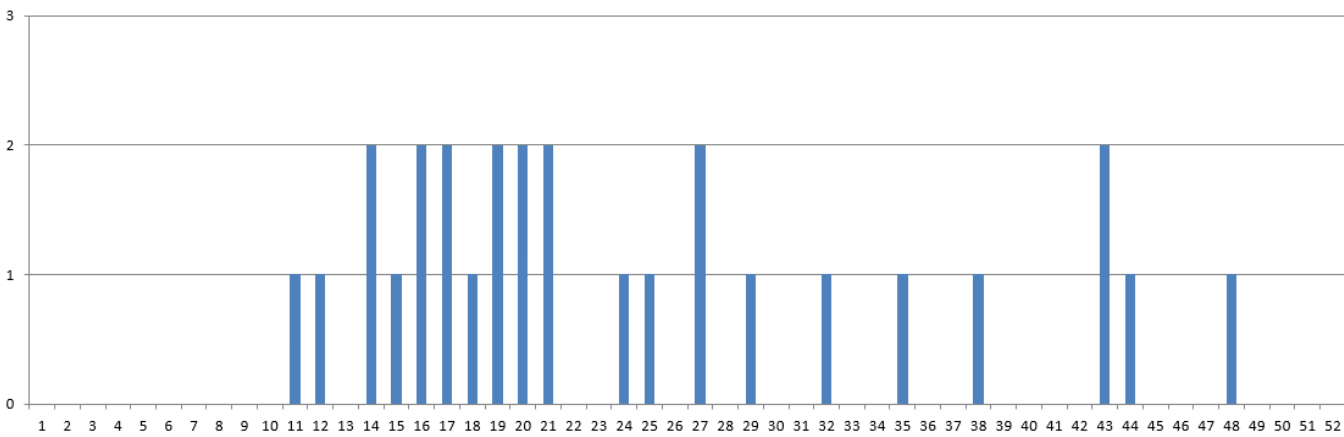


Figure 62 - Chronologie des découvertes d'alouette des champs au niveau national (Marx, 2017)

Sensibilité :

Les parades nuptiales consistent en un vol sur place, où l'alouette s'élève haut en voletant pour stationner à 50-100m, ce qui les rend très sensibles aux collisions avec les pales des éoliennes. Le niveau de sensibilité de l'alouette des champs en période de nidification est considéré comme « fort ». L'espèce est fortement représentée dans les synthèses de suivis de mortalité européens (Dürr, 2021) et français (Marx, 2017).

Vulnérabilité :

La sensibilité « forte » de l'espèce en période de nidification et son classement en espèce nicheuse quasi menacée au niveau national permettent de définir un enjeu de **vulnérabilité « fort »** pour la période de nidification.

Le martinet noir

Lors du suivi 2021, 1 cadavre de martinet noir, *Apus apus*, est retrouvé, lors de la semaine 24. Cette espèce est la seconde plus impactée par les éoliennes au niveau national et huitième au niveau européen (Marx G., 2017 et Dürr T., 2021). Les cas de mortalité se concentrent essentiellement lors de la période d'envol des jeunes et de migration (Figure 63), soit entre la mi-juillet et la mi-août (semaine 26 à 31). L'individu découvert est retrouvé juste avant les semaines identifiées comme étant les plus mortifères.

Enjeux :

Tableau 51 : Enjeu lié au martinet noir

Nom commun	Nom scientifique	Directive Oiseaux	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN France nicheurs	Liste rouge Bretagne	RBR Nicheurs Bretagne	Enjeu régional de conservation
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	-	LC	NT	LC	Mineure	Faible

Le martinet noir est classé comme « quasi menacé » sur la liste rouge des espèces nicheuses européenne et bretonne. Les populations de l'espèce semblent stables à long terme (Vigienature.fr) ce qui justifie son enjeu patrimonial faible.

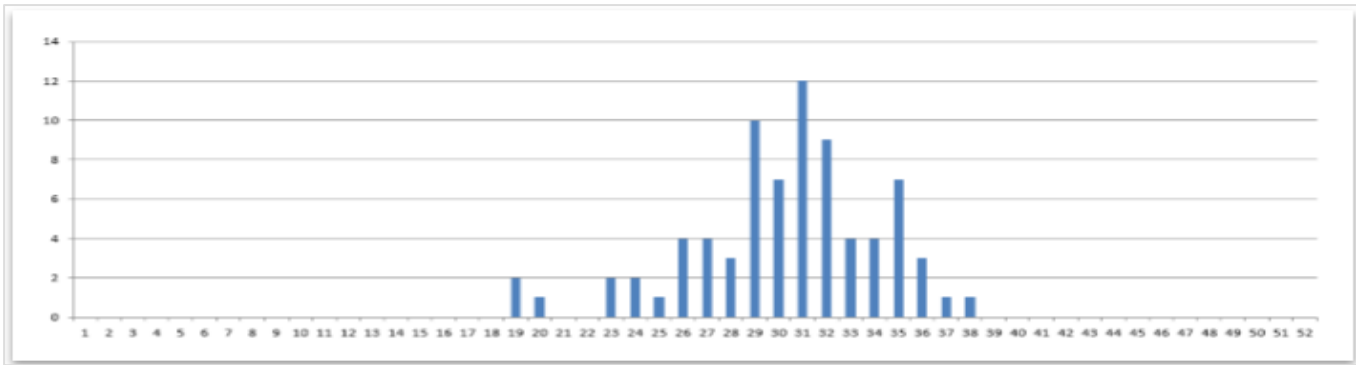


Figure 63 : Chronologie des découvertes de martinet noir au niveau national (Marx, 2017)

Sensibilité :

Cette prédominance des martinets noirs dans les cas de mortalité recensés peut sembler étonnante au premier abord puisqu'il s'agit d'un oiseau extrêmement rapide et agile en vol. Toutefois, cette espèce a tendance à tenter la traversée des parcs, plutôt que de les contourner, et est soumise aux turbulences et à la dynamique des courants thermiques. Il est de plus possible qu'un certain nombre d'individus soient impactés lors de déplacements nocturnes. Le niveau de sensibilité du martinet noir est considéré comme « fort ».

Vulnérabilité :

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

Buse variable

Un cadavre de buse variable adulte, *Buteo buteo*, est retrouvé au cours du suivi de la semaine 23. La buse variable est la troisième espèce la plus retrouvée en Europe (Dürr T., 2021) au niveau national elle est la 6ème espèce la plus retrouvée (Marx G., 2017). La période de découverte est juste avant la période nidification, ce qui est assez différent du pic constaté en période de migration postnuptiale (Marx G., 2017).

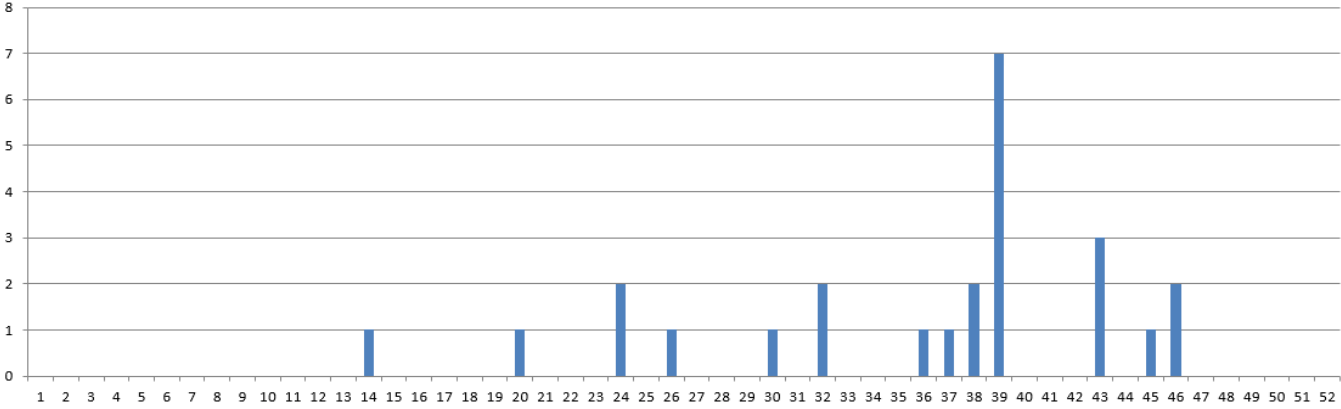


Figure 64 - chronologie des découvertes de buse variable (Marx, 2017)

Enjeux :

Tableau 52 - Enjeu lié à la buse variable

Nom commun	Nom scientifique	Directive Oiseaux	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN France nicheurs	Liste rouge Bretagne	RBR Nicheurs Bretagne	Enjeu régional de conservation
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	-	LC	LC	LC	Mineure	Faible

La buse variable est l'un des rapaces le plus commun de France. Au niveau national une stabilité de l'espèce est observée depuis les années 1989, mais une baisse semble s'installer ces dernières années avec probablement en facteur principal les pratiques agricoles. L'enjeu patrimonial de l'espèce est « faible » en période nidification.

Sensibilité

La sensibilité de la buse variable en période nidification est faible peut être expliquée par la des comportements de parade nuptiale ou de chasse au ras des boisements. De mauvaises conditions météorologiques peuvent aussi causer ces collisions. Ainsi, le faible nombre d'individus découverts à cette période au niveau national permet d'identifier une sensibilité « faible » pour la période nidification.

Vulnérabilité

La sensibilité et l'enjeu patrimonial faible de cette espèce en période de nidification permettent de décrire la vulnérabilité de l'espèce comme « faible ».

VI.4.2.2.4

Epervier d'Europe

Ce rapace diurne compte 1 cas de mortalité de juvénile lors du suivi, et cela en période d'émancipation des jeunes. Une dizaine de cas sont comptabilisés dans la synthèse LPO (Marx G., 2017) pour un nombre de couples nicheurs en France de 43 100.

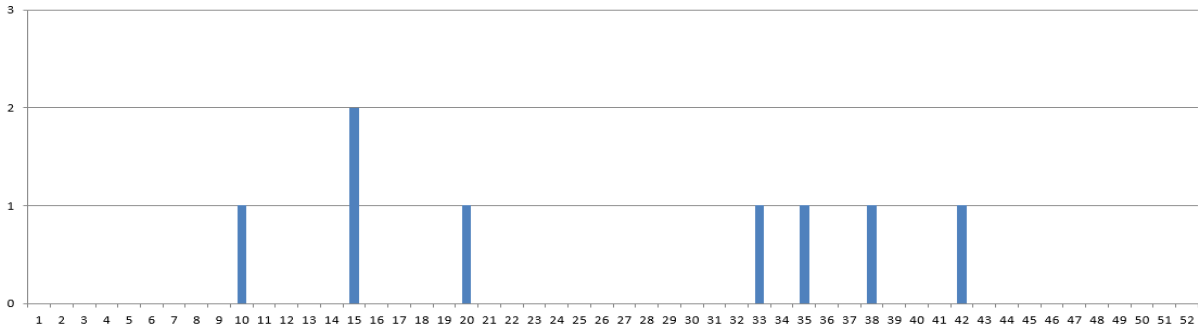


Figure 65 - Chronologie des découvertes d'épervier d'Europe au niveau national (Marx, 2017)

Enjeux :

Tableau 53 - Enjeu lié à l'épervier d'Europe

Nom commun	Nom scientifique	Directive Oiseaux	Liste rouge UICN Europe	Liste rouge UICN France nicheurs	Liste rouge Bretagne	RBR Nicheurs Bretagne	Enjeu régional de conservation
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	-	LC	LC	LC	Elevée	Modéré

L'épervier d'Europe malgré son classement en espèce à « précaution mineure » sur toutes les listes rouges des oiseaux nicheurs, la responsabilité biologique élevée en Bretagne sur cette période du cycle biologique induit un enjeu patrimonial « modéré » pour l'espèce.

Sensibilité :

Cet oiseau démontre une grande agilité en vol, puisqu'il est capable de chasser en sous-bois. Cependant, les quelques cas de mortalités constatés au niveau national, le nombre assez réduit de la population de l'espèce et le taux de renouvellement assez faible de l'espèce décrivent un enjeu à éolien « modéré ».

Vulnérabilité :

Le cas de mortalité d'une espèce à enjeu « modérée » et à sensibilité « modérée » induit une vulnérabilité « modérée ».

VI.4.2.2.5

Rougegorge familier

Un cadavre de rougegorge familier est retrouvé sur P1 E6. Ce petit passereau très commun se trouve en 11e place des espèces les plus impactées par les éoliennes en France, toujours d'après la synthèse LPO (MARX, 2017). C'est un migrateur partiel. L'espèce est présente en nombre pendant toute l'année en France avec des effectifs compris entre 3,5 et 7 millions de couples (Issa & Muller, 2015).

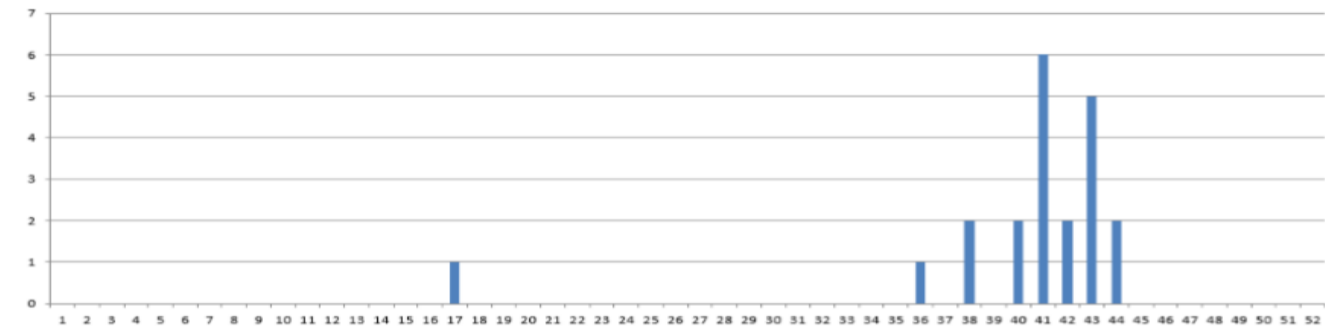


Figure 66 - Chronologie des découvertes du rougegorge familier au niveau national (Marx, 2017)

Sensibilité

La migration nocturne de ces passereaux explique sans doute les collisions. De mauvaises conditions météorologiques, notamment un brouillard épais, peuvent également fortement limiter la capacité de détection des éoliennes de ces oiseaux pendant leurs déplacements. La sensibilité du rougegorge familier est définie comme « modérée ».

Vulnérabilité

L'enjeu patrimonial de ce passereau en période de migration est de niveau faible. La sensibilité étant considérée comme faible, le niveau de vulnérabilité du rougegorge est défini comme « faible à modéré » en période de migration postnuptiale et « faible » le reste de l'année.

Geai des chênes

Lors du suivi 2021, 1 cadavre de geai des chênes, *Garrulus glandarius*, est retrouvé, lors de la semaine 22. Le geai des chênes est une espèce ubiquiste très commune en France. Sa population nicheuse est en amélioration avec une augmentation de 11% depuis 18 ans, mais fait il fait également partie des espèces chassables. L'espèce est peu représentée dans les synthèses de suivis de mortalité européens (Dürr, 2021) et français (Marx, 2017). En effet, c'est une espèce très peu impactée par les éoliennes. La sensibilité « faible » de l'espèce en période de nidification et son classement en espèce nicheuse quasi menacée au niveau national permettent de définir un enjeu de **vulnérabilité « faible »** pour la période de nidification.

VI.4.2.2.7 Merle noir

Lors du suivi 2021, 1 cadavre de merle noir, *Turdus merula*, est retrouvé, lors de la semaine 247. En valeur absolue, le merle noir est l'une des espèces les moins retrouvées sous les éoliennes françaises selon Marx G. (2017). L'espèce est peu représentée dans les synthèses de suivis de mortalité européens (Dürr, 2021) et français (Marx, 2017). En effet, c'est une espèce très peu impactée par les éoliennes. La sensibilité « faible » de l'espèce en période de nidification et sur l'ensemble des listes permet de définir un enjeu de **vulnérabilité « faible »** pour la période de nidification.

VI.4.3 Position des cadavres

Lorsqu'un animal est impacté par un aérogénérateur (percussion ou barotraumatisme), celui-ci est projeté, en principe en arrière du plan de rotation des pales. Selon la proximité des extrémités de pales, la vitesse de rotation et leur mouvement ascendant ou descendant par rapport au sol, la carcasse sera envoyée plus ou moins loin et plus ou moins sur les côtés.

Il n'est donc pas possible de faire un lien direct entre la position d'un cadavre et le fonctionnement de l'éolienne. Néanmoins, on peut estimer que statistiquement, il y a corrélation entre l'orientation générale de l'aérogénérateur et la disposition des cadavres. Les positions des cadavres par rapport à leur éolienne de découverte sont compilées autour d'un seul point (Figure 67).

Une étude s'appuyant sur un modèle balistique montre également que la distance potentielle de projection est corrélée avec le poids des cadavres (Hull & Muir, 2010) ; plus les individus sont grands et lourds plus ils peuvent être projetés loin des éoliennes. C'est ce qui est constaté sur le parc de Penquer où les oiseaux trouvés, plus lourds que les chiroptères sont découverts à plus longue distance de l'éolienne que les chiroptères.

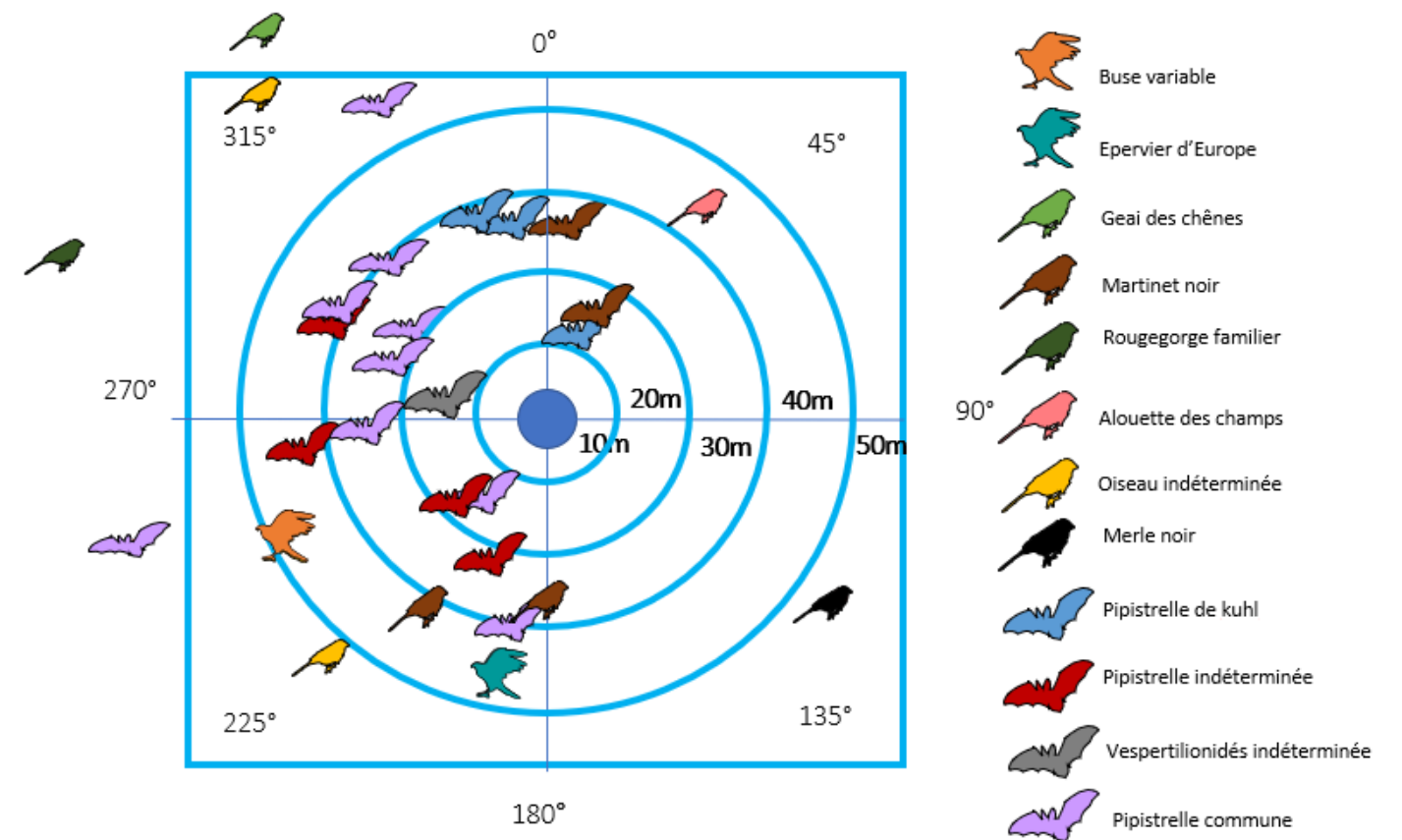


Figure 67 : Position des cadavres découverts autour des éoliennes (regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique)

Bilan du suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères 2021 du parc de Penquer porte sur le suivi au sol des 8 éoliennes du parc des semaines 20 à 43.

La moitié des huit éoliennes recense quatre cadavres chacune. Une des éoliennes en recense le double contrairement à la P1 E5 qui n'en dénombre aucune.

L'estimation de mortalités réelle calculée pour les chiroptères est de l'ordre 272 [139 ; 481]IC80% cadavres de chiroptères. Les 19 cas des mortalités s'étendent sur quasiment toute la période de suivi ; débutant en semaine 22 puis 24, 29, 34, 36 à 38 et le dernier cas est recensé en semaine 41, à la mi-octobre.

L'estimation de mortalités réelle calculée pour l'avifaune est de l'ordre 142 [65 ; 268]IC80% cadavres. Les 10 cas de mortalité aviaires se répartissent sur les semaines 20, de 22 à 24 puis 26, 29 et 30, 33 et 34 pour finir mi-août en semaine 38.

La mortalité est définie comme forte sur le parc de Penquer.

La proximité des boisements et des haies peut expliquer la présence des chiroptères, mais aussi des transits quotidiens de l'avifaune.

VII. PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE MORTALITE

VII.1 Analyse du risque

Grâce à l'ensemble des suivis éoliens réalisés par Synergis Environnement, il a été mis en évidence le fait que les cas de mortalité coïncident avec de longues séquences favorables aux chiroptères (rarement avec de très courtes séquences favorables au milieu de périodes défavorables). Il est donc important de connaître les pourcentages de séquences à risque pour identifier les plages à risques vis-à-vis des chiroptères.

Rappel de la lecture du tableau ci-dessus (cf.III.4.5.2.2 et III.4.5.2.3).

Ce tableau met en relation l'activité de l'éolienne et les vitesses de vent.

Si la moyenne de vent sur les tranches de 10 min étudiées est inférieure à 6 m/s, alors la séquence est considérée comme au minimum favorable. L'aspect favorable et très favorable est déterminé selon la valeur maximum de vent. Selon si elle est inférieure ou non à 6 m/s cela indique si l'ensemble de la séquence de 10 min est optimal ou non (très favorable ou favorable). Pour la partie peu favorable et défavorable, cela se joue sur les valeurs supérieures à 6 m/s de vent.

Pour ce qui est des lignes de danger liées à l'activité des éoliennes, c'est le même principe avec comme valeur charnière 7 tr/min.

Tableau 54 : Répartition des séquences (sur la période -30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) de mi-mai à fin octobre.

Condition de vent (6 m/s) et rotation du rotor (7 tr/min)					
Parc entier	Condition de vent pour l'activité des chiroptères				
	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
Très élevé	16%	28%	20%	18%	81%
Elevé	0%	0%	1%	5%	6%
Faible	0%	0%	0%	3%	3%
Très faible	0%	0%	0%	8%	9%
Total	18%	29%	21%	34%	100%

Risque de collision	Faible	Modéré	Fort	Très fort
---------------------	--------	--------	------	-----------

En prenant comme limite de vent maximal pour le vol des chiroptères la valeur de 6 m/s, ce qui correspond à environ 99 % des contacts enregistrés, et un seuil d'activation des éoliennes à 7 tr/min il est possible de mettre en évidence pour le parc de Penquer, 43 % de périodes à risques au minimum fort pour la collision des chiroptères. Les différences entrent éoliennes sont limités avec par exemple l'éolienne P1E2 qui présentent 47 % de périodes à risque au minimum fort et l'éolienne P1E6 35 %.

Cette analyse met en évidence qu'une grande partie des nuits ont été à risque pour les chiroptères.

VII.1 Réduction du risque

VII.1.1 Bridage par valeur seuil

Pour réduire les risques de mortalité, la solution la plus efficace est de supprimer le danger dans les conditions globalement favorables. C'est-à-dire de brider les éoliennes lorsque les conditions de vent sont optimales au vol des chiroptères (catégories favorable ou très favorable).

Pour rappel, il est constaté que les chiroptères sont essentiellement actifs (99 % de l'activité enregistrée) lorsque le vent souffle à moins de 6 m/s. Les mois d'activité des chiroptères les plus à risques sont de juin à octobre. En juin, le risque concerne surtout la pipistrelle de Nathusius. Les autres mois, ce sont les activités conjointes de la pipistrelle de Kuhl, de la pipistrelle commune et de la pipistrelle de Nathusius qui nécessitent une réduction du risque de collision. Les cas de mortalité étant observés sous toutes les éoliennes à l'exception de P1E5. Il est cependant préconisé de réduire les risques de collisions pour toutes les éoliennes du parc.

Il est présenté ci-dessous les portions de séquences à risques pour les chiroptères sur le début de nuit (-30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) sur la période de début juin à fin octobre.

Cette période représente 11 252 heures (sur la base d'un fonctionnement des éoliennes en période d'activité des chiroptères soient de -30 min du coucher du soleil à +30 min de lever du soleil du 1^{er} juin au 31 octobre).

Tableau 55 : Répartition des séquences entre début juin et fin octobre (sur la période -30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) ; en encadré rouge les périodes protégées si applications d'un bridage à 6 m/s.

du lever du soleil) , en encadrement rouge les périodes protégées s'appliquent à un brillage à 0 m/s.

		Condition de vent (6m/s) et rotation du rotor (7tr/min)					
		P1E1	Condition de vent (-6 m/s)				
			Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
Activité du rotor	Très élevé		6%	29%	21%	22%	78%
	Elevé		0%	0%	1%	6%	7%
	Faible		0%	0%	0%	4%	4%
	Très faible		0%	0%	0%	9%	9%
	Total		6%	29%	22%	41%	98%

		P1E2	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
Activité du rotor	Très élevé		5%	27%	24%	22%	78%
	Elevé		0%	0%	1%	7%	8%
	Faible		0%	0%	0%	4%	4%
	Très faible		0%	0%	0%	10%	10%
	Total		5%	27%	25%	43%	100%

		P1E3	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
Activité du rotor	Très élevé		5%	29%	23%	19%	76%
	Elevé		0%	0%	2%	6%	8%
	Faible		0%	0%	0%	4%	4%
	Très faible		0%	0%	0%	10%	10%
	Total		5%	29%	25%	39%	98%

		P1E4	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
--	--	------	-------------	---------------	-----------	----------------	-------

Activité du rotor	Très élevé	7%	29%	21%	20%	77%
	Elevé	0%	0%	1%	6%	7%
	Faible	0%	0%	0%	4%	4%
	Très faible	0%	0%	1%	10%	11%
	Total	7%	29%	23%	40%	99%

Activité du rotor	P1E5	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
	Très élevé	13%	27%	21%	18%	79%
	Elevé	0%	0%	1%	5%	6%
	Faible	0%	0%	1%	3%	4%
	Très faible	1%	1%	1%	8%	11%
	Total	14%	28%	24%	34%	100%

Activité du rotor	P1E6	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
	Très élevé	19%	28%	20%	17%	84%
	Elevé	0%	0%	1%	4%	5%
	Faible	0%	0%	0%	2%	2%
	Très faible	0%	0%	1%	9%	10%
	Total	19%	28%	22%	32%	101%

Activité du rotor	P2E1	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
	Très élevé	8%	26%	24%	21%	79%
	Elevé	0%	0%	1%	6%	7%
	Faible	0%	0%	0%	4%	4%
	Très faible	0%	0%	0%	9%	9%
	Total	8%	26%	25%	40%	99%

Activité du rotor	P2E2	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
	Très élevé	8%	28%	21%	21%	78%
	Elevé	0%	0%	1%	6%	7%
	Faible	0%	0%	0%	4%	4%
	Très faible	0%	0%	1%	9%	10%
	Total	8%	28%	23%	40%	99%

Risque de collision	Faible	Modéré	Fort	Très fort
---------------------	--------	--------	------	-----------

Cette analyse de réduction de risque basée sur les données d'activité de cette année met en évidence qu'entre 41 à 51 % des périodes de la nuit, entre le début juin et fin octobre, présentent des risques de collisions au minimum fort.

Il est réalisé une simulation fictive de bridage sur la période du 1^{er} juin au 31 octobre en 2021 au niveau de l'ensemble du parc et uniquement sur toute la nuit (période de -30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) avec comme caractéristiques l'application du bridage lorsque le vent est inférieur à 6 m/s et la température supérieure à 13°C.

Les valeurs en gras correspondent au volume d'heures de production (vitesse de rotation du rotor de plus de 7 tr/min) qui sont concernées par le bridage (moyenne de vent inférieur à 6 m/s).

Tableau 56 : simulation d'impact du bridage avec le jeu de données de vents de température et d'activité du rotor en 2021

Période du 1 ^{er} juin au 31 octobre, vent 6 m/s, activité du rotor 7 tr/min et température 13°C						
Température pour vol des chiroptères	Danger lié à la rotation des pales	Séquence de vol pour les chiroptères				Parc entier
		Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très favorable	Total de séquences
Favorable	Très élevé	1130,67	2906,67	2112,83	1556,17	7706,33
	Elevé	4,33	25,50	137,00	538,50	705,33
	Peu élevé	0,33	2,33	11,50	377,67	391,83
	Très faible	16,17	14,33	37,67	834,17	902,33
Défavorable	Très élevé	1563,67	2740,83	1912,00	2085,50	8302,00
	Elevé	8,00	35,50	60,17	475,50	579,17
	Peu élevé	0,00	4,83	10,17	287,83	302,83
	Très faible	4,67	28,33	40,83	819,67	893,50
Valeur manquante		15,33				15,33
Total de séquences		2727,83	5758,33	4322,17	6975,00	19798,67

Dans ces conditions, les éoliennes étaient en production pendant 17 292,83 heures lors de la période d'étude (ensemble des cases en vert) dont 4 344,5 h qui ont eu lieu dans des conditions de température supérieure à 13°C, et des moyennes de vents inférieurs à 6 m/s.

Le tableau ci-dessous synthétise par éoliennes les heures de productions potentiellement impactées dans la simulation par rapport au volume total d'heure de production.

Tableau 57 : Synthèse de la simulation de bridage sur la durée de production des éoliennes par éolienne

Eolienne	Nombre d'heures étudiées	Heure de production	Heure de production sous bridage
P1E1	2474,83	2168	580
P1E2		2151	588
P1E3		2153	585
P1E4		2153	489
P1E5		2140	470
P1E6		2200	449
P2E1		2178	607
P2E2		2149	577

S'il est appliqué cette simulation sur toute la période du suivi c'est-à-dire du 17 mai au 31 octobre, le bridage induirait une réduction de la période de production d'environ 16 % sur l'ensemble du parc.

Les caractéristiques de bridage à retenir sont alors :

Tableau 58 : Mesures de bridage proposées

Période	1 janvier Au 31 mai	1 juin Au 31 octobre	1 novembre Au 31 décembre
Eolienne	Pas de bridage	Toutes les éoliennes	Pas de bridage
Vent		< 6 m/s	
Pluie		Pas de pluie	
T°		>13°C	
Horaire de mise en application		-0h30 du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil	

VIII. BILAN

Le parc éolien de Penquer exploité par Elicio, se situe dans un contexte agricole et bocager, sur le territoire des Côtes-d'Armor. Certains corridors écologiques fonctionnels sont présents autour et au sein du site.

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Penquer s'est déroulé entre les semaines 13 et 43 sur l'éolienne E5 de Penquer 1 (P1 E5) et l'éolienne E1 de Penquer 2 (P2 E1), avec un niveau d'activité globalement faible sur l'ensemble de la saison à l'exception d'un **pic d'activité au mois de septembre**, période de swarming et de transit automnal.

Six espèces ont été enregistrées, trois du genre *Pipistrellus* et deux du genre *Nyctalus* et la sérotine commune. Celles-ci ont toutes un niveau de sensibilité fort à l'éolien, excepté la sérotine commune qui a un niveau de sensibilité modéré. **La vulnérabilité sur site des espèces est considérée comme « très forte » pour la pipistrelle de Nathusius (espèce migratrice) ; « forte » pour la pipistrelle commune ; « modérée » pour la noctule commune et « faible » pour le reste du cortège d'espèces.**

Néanmoins, pour la pipistrelle de Kuhl la vulnérabilité devient modérée au cours de la période automnale. Pour rappel, il s'agit d'une espèce fortement sensible face à l'éolien.

Certaines conditions météorologiques conditionnent l'activité des chiroptères sur le parc de Penquer. 99 % des contacts se sont opérés sous des vents de 6 m/s. L'activité des chiroptères s'est opérée sur toute la plage de la nuit avec tout de même des pics d'activités en début de nuit. La température a également conditionné, semble-t-il, l'activité des chiroptères, car seuls 1 à 8 % des contacts se sont opérés sous 13°C.

Le suivi de mortalité des oiseaux et des chiroptères a été mené de la semaine 20 à 43 en 2021. Il met en avant la **mortalité de dix-neuf chiroptères. L'estimation de la mortalité réelle est de l'ordre de 272 [139 ; 481] IC 80% chauves-souris.**

Lors de ce suivi de mortalité, ce sont aussi dix cadavres d'oiseaux qui sont retrouvés. **L'estimation de la mortalité réelle est de l'ordre de 142 [65 ; 268] IC 80% oiseaux.**

La mortalité est définie comme modéré à forte sur le parc de Penquer

L'augmentation de l'activité des chiroptères au mois de septembre, la sensibilité « forte » des espèces à l'éolien et l'estimation d'une mortalité réelle élevée entre le mois de juin et octobre justifie la préconisation d'un bridage sur l'ensemble des éoliennes du parc sur cette période, dès 2022. La mise en place de ce bridage permettra de réduire significativement le risque de collision et ainsi de réduire fortement la mortalité sur le site de Penquer.

Il est important de noter que lors de la campagne 2021, après alerte de Synergis Environnement sur la surmortalité le 01/10, ELICIO a souhaité mettre en place un bridage. ELICIO a ainsi transmis le 04/10 une demande de bridage d'urgence à ENERCON, puis une fiche de déclaration de mortalité est envoyée le 08/10. Le 27/10 ENERCON met en place la mesure de bridage d'urgence. L'objectif était de limiter la mortalité lors du transit automnal des chiroptères. Synergis Environnement a donc transmis des paramètres de bridage en cohérence avec la mortalité observée sur le parc, soit les paramètres suivants :

- ❖ Toutes les éoliennes
- ❖ Vent inférieur à 5,5 m/s
- ❖ Absence de pluie
- ❖ Température > 13°C
- ❖ De -30 min avant le coucher du soleil jusqu'à +30 minutes après le lever

Cette demande a bien été envoyée au turbinier, malheureusement le bridage n'a pas pu être instauré avant la fin du mois d'octobre 2021.

VIII.1 Mesures préconisées par SYNERGIS ENVIRONNEMENT :

Les préconisations de mesures pour 2022 sont les suivantes :

❖ Mesure en faveur des chiroptères :

- Mise en place d'un bridage pour 2022 selon les paramètres suivants :

Période	1 janvier au 31 mai	1 juin au 31 octobre	1 novembre au 31 décembre
Eolienne	Pas de bridage	Toutes les éoliennes	Pas de bridage
Vent		< 6 m/s	
Pluie		Pas de pluie	
T°		>13°C	
Horaire de mise en application		-0h30 du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil	

- Poursuite du suivi de la mortalité et du suivi de l'activité en nacelle en 2022, afin d'évaluer l'efficacité des mesures de bridages sur la collision des chiroptères.
- Dans le cadre du repowering, éloigné au maximum les futures éoliennes des éléments paysagers favorables aux chiroptères : haies, boisements

❖ Mesures en faveur de l'avifaune :

- Dans le cadre du repowering, prévoir un éloignement maximum entre les futures éoliennes et les éléments paysagers favorables à l'avifaune : haies, boisements
- Réaliser un entretien des plateformes plus régulier (prévoir 4 passages, contre 2 passages actuellement) afin de conserver une végétation basse et limiter l'enfrichement, favorables à certains passereaux.
- Poursuivre le suivi de la mortalité afin d'évaluer la pression de mortalité sur les populations d'oiseaux locales
- Mesure d'accompagnement : plantation de haies bocagères à distance des éoliennes (minimum 300 mètres) selon les accords fonciers
- Mesure d'accompagnement : échanger avec les exploitants agricoles sur la capacité de ne pas stocker de fumier sur les parcelles agricoles à proximité directes des éoliennes, afin de limiter l'attraction de l'avifaune (passereaux notamment).

IX. 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*. – *Rhinolophe* 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, 133p.
- 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 – Etude 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 plantes – 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 éolien terrestres. – 19p.
- 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. KOVAČ, 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 echolocation 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.





UICN 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.



X. ANNEXES





X.1 Photos des cadavres découverts lors de la campagne de suivi 2021





Eolienne P1 E1			
Date	19/05/2021	16/06/2021	08/09/2021
Photo			
Espèce	Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle indéterminée <i>Pipistrellus sp</i>
Classe d'âge	Adulte	Adulte	Indéterminé





Eolienne P1 E2				
Date	18/08/2021	25/08/2021	08/09/2021	22/09/2021
Photo				
Espèce	Oiseau indéterminé <i>Aves sp</i>	Pipistrelle de kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle indéterminée <i>Pipistrellus sp</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Classe d'âge	Indéterminé	Adulte	Indéterminé	Indéterminé

Eolienne P1 E3				
Date	02/06/2021	21/07/2021	25/08/2021	15/09/2021
Photo				
Espèce	Pipistrelle indéterminée <i>Pipistrellus sp</i>	Epervier d'Europe <i>Accipiter nisus</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Classe d'âge	Indéterminé	Juvenile	Indéterminé	Indéterminé

Eolienne P1 E4		
Date	22/09/2021	22/09/2021
Photo		
Espèce	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle de kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>
Classe d'âge	Indéterminé	Indéterminé

Eolienne P1 E6				
Date	16/06/2021	30/06/2021	28/07/2021	08/09/2021
Photo				
Espèce	Merle noir <i>Turdus merula</i>	Rougegorge familier <i>Erithacus rubecula</i>	Pipistrelle de kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Classe d'âge	Adulte	Adulte	Indéterminé	Indéterminé

Eolienne P2 E1 - Avifaune				
Date	02/06/2021	02/06/2021	06/09/2021	16/06/2021
Photo				
Espèce	Martinet noir <i>Apus apus</i>	Geai des chênes <i>garrulus glandarius</i>	Buse variable <i>Buteo buteo</i>	Oiseau indéterminé <i>Aves sp</i>
Classe d'âge	Adulte	Indéterminé	Adulte	Indéterminé

Eolienne P2 E1 - Chiroptère				
Date	02/06/2021	21/07/2021	25/08/2021	15/09/2021
Photo				
Espèce	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vespertilionidae indéterminé <i>vespertilionidae sp</i>
Classe d'âge	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé

Eolienne P2 E2				
Date	21/07/2021	18/08/2021	08/09/2021	15/09/2021
Photo				
Espèce	Pipistrelle de kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Oiseau indéterminé <i>Aves sp</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Classe d'âge	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé