

**Objet du dossier :**

Suivi environnemental

Pouldergat

**Contact :**

Elise Kebaili

Chargé de mission biodiversité

[Elise.kabaili@engie.com](mailto:Elise.kabaili@engie.com)

15 Rue Nina Simone

44 000 NANTES



# SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2021 RAPPORT FINAL PARC EOLIEN DE POULDERGAT (29)

ETUDE REALISEE PAR :

**TABLES DES MATIERES**

<b>I.</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>5</b>
I.1	<i>Préambule.....</i>	5
I.2	<i>Porteur de projet.....</i>	5
I.3	<i>Auteurs de l'étude.....</i>	5
<b>II.</b>	<b>Contexte .....</b>	<b>5</b>
II.1	<i>Caractéristique du parc .....</i>	5
II.2	<i>Historique du parc.....</i>	6
II.3	<i>Localisation.....</i>	6
<b>III.</b>	<b>Méthodologie .....</b>	<b>7</b>
III.1	<i>Définition des aires d'études .....</i>	7
III.2	<i>Cadrage des suivis.....</i>	9
III.2.1	Contexte réglementaire .....	9
III.3	<i>Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères .....</i>	9
III.3.1	Rappel de la commande .....	9
III.3.2	Protocole mis en œuvre .....	9
III.4	<i>Cadre méthodologique générique du suivi de mortalité .....</i>	13
III.4.1	Protocoles de terrain proposés.....	13
III.4.2	Prise en compte des biais .....	14
III.4.3	Rappels théoriques .....	15
III.4.4	Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement .....	15
I.1.1	Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert .....	17
I.1.2	Utilisation des données météorologiques et de fonctionnement.....	18
<b>IV.</b>	<b>Contexte écologique et réglementaire .....</b>	<b>19</b>
<b>IV.1</b>	<b><i>Zones naturelles proches.....</i></b>	<b>19</b>
IV.1.1	Le réseau Natura 2000 .....	19
IV.1.2	Les Arrêtés de Protection de Biotope (APPB) .....	21
IV.1.3	Les réserves naturelles.....	23
IV.1.4	Les parcs nationaux et les parcs naturels régionaux (PNR) .....	23
IV.1.5	Les zonages d'inventaires : ZNIEFF .....	23
<b>IV.2</b>	<b><i>Schéma Régional Eolien de la région Bretagne.....</i></b>	<b>26</b>
<b>IV.3</b>	<b><i>Continuités écologiques .....</i></b>	<b>26</b>

IV.3.1	<i>Définition .....</i>	26
IV.3.2	<i>Aspects légaux .....</i>	26
IV.3.3	<i>La trame verte et bleue .....</i>	26
IV.3.4	<i>Le SRCE de la région Bretagne.....</i>	27
<b>IV.4</b>	<b><i>Contexte paysager .....</i></b>	<b>29</b>
<b>V.</b>	<b><i>Ecoutes en nacelles .....</i></b>	<b>31</b>
<b>V.1</b>	<b><i>Résultats des écoutes en nacelle.....</i></b>	<b>31</b>
V.1.1	Observations globales .....	31
V.1.2	Diversité spécifique .....	33
V.1.3	Abondance.....	33
V.1.4	Répartition temporelle des contacts.....	35
V.1.5	Comparaison du suivi en nacelle 2021 avec le suivi en nacelle 2020 .....	35
V.1.6	Impact de la température sur l'activité des chiroptères.....	36
V.1.7	Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères .....	36
V.1.8	Impact des précipitations sur l'activité des chiroptères .....	37
V.1.9	Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil.....	37
V.1.10	Évaluation du niveau de vulnérabilité face à l'éolien.....	37
<b>V.2</b>	<b><i>Synthèse des enjeux et vulnérabilités .....</i></b>	<b>43</b>
<b>VI.</b>	<b><i>Suivi de mortalité .....</i></b>	<b>44</b>
<b>VI.1</b>	<b><i>Résultats .....</i></b>	<b>44</b>
VI.1.1	Protocole mis en œuvre .....	44
VI.1.2	Occupation du sol au pied des éoliennes.....	45
VI.1.3	Surfaces prospectées.....	46
VI.1.4	Coefficients de correction .....	47
VI.1.5	Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert .....	47
VI.1.6	Données de mortalité constatée .....	48
VI.1.7	Évaluation de la mortalité réelle .....	51
VI.1.8	Données disponibles pour l'analyse .....	53
<b>VI.2</b>	<b><i>Analyses.....</i></b>	<b>55</b>
VI.2.1	Répartition par éolienne des cas de mortalité .....	55
VI.2.2	Espèces retrouvées .....	56
VI.2.3	Position des cadavres .....	57
<b>VII.</b>	<b><i>Prise en compte du risque de mortalité .....</i></b>	<b>58</b>
<b>VII.1</b>	<b><i>Analyse du risque .....</i></b>	<b>58</b>
<b>VII.1</b>	<b><i>Réduction du risque.....</i></b>	<b>59</b>

VII.1.1 Bridage par valeur seuil .....	59
<b>VIII. Bilan .....</b>	<b>60</b>
<b>VIII.1 Bridage préconisé par SYNERGIS ENVIRONNEMENT : .....</b>	<b>60</b>
<b>IX. Bibliographie .....</b>	<b>61</b>
<b>X. Annexes.....</b>	<b>61</b>
<b>X.1 Photos des cadavres découverts lors de la campagne de suivi 2021.....</b>	<b>61</b>

## INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Localisation régionale du projet .....	6
Figure 2 : Situation communale du projet .....	6
Figure 3 : Situation 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) .....	11
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 .....	15
Figure 12 : Leurre fabriqué en tissu .....	17
Figure 13 : Carte du réseau Natura 2000 dans un rayon de 20 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°10 Du Cap-Sizun à la baie d'Audierne .....	27
Figure 17 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne (2015) .....	28
Figure 18 : Vu depuis l'éolienne E1 .....	29
Figure 19 : Vu éloignée du parc éolien .....	29
Figure 20 : Continuité écologique autour du parc de Pouldergat .....	29
Figure 21 : 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 coeurs 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. ....	30
Figure 22 : Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison 2021 .....	35
Figure 23 : Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison 2020, R.S. = Richesse spécifique. ....	35
Figure 24 : Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C) .....	36
Figure 25 : Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s) .....	36
Figure 26 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil .....	37
Figure 27 : Noctule commune .....	39
Figure 28 : Carte de répartition .....	39
Figure 29 : Pipistrelle de Nathusius .....	39
Figure 30 - Carte de répartition .....	39
Figure 31 - Noctule de Leisler .....	40
Figure 32 - Carte de répartition .....	40
Figure 33 : Sérotine commune .....	40
Figure 34 : Carte de répartition .....	40
Figure 35 : Pipistrelle commune .....	40
Figure 36 - Carte de répartition .....	40
Figure 37 : Pipistrelle de Kuhl .....	40

Figure 38 - Carte de répartition .....	40
Figure 39 : Activité (en ct/h) de la noctule commune au cours de la saison en nacelle .....	41
Figure 40 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Nathusius au cours de la saison en nacelle .....	41
Figure 41 : Activité (en ct/h) de la noctule de Leisler au cours de la saison en nacelle .....	41
Figure 42 : Activité (en ct/h) de la sérotine commune au cours de la saison en nacelle .....	42
Figure 43 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle commune au cours de la saison en nacelle .....	42
Figure 44 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Kuhl au cours de la saison en nacelle .....	43
Figure 45 : Schéma de principe des recherches de terrain .....	44
Figure 46 : Localisation des transects du suivi de mortalité du site éolien de Pouldergat .....	45
Figure 47 : Habitats simplifiés dans les quadras des éoliennes du site de Pouldergat .....	46
Figure 48 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires .....	46
Figure 49 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2020 et 2021 .....	46
Figure 50 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires en 2020 .....	46
Figure 51 : Chronologie des découvertes de cadavres .....	48
Figure 52 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères .....	49
Figure 53 : Chronologie des découvertes de cadavres en 2020 .....	49
Figure 54 : Localisation des cadavres retrouvés lors du suivi de mortalité de 2021 .....	50
Figure 55 : Répartition du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée ». ....	53
Figure 56 : Vitesse des vents par éolienne en m/s ; utilisation des moyennes par tranche de 10 minutes. Les classes de vitesses de l'abscisse corresponde à classe 0 : vent de 0 m/s, classe 1 : ]0 ;1 m/s], ... Classe 13 : ]12 ;13 m/s], classe 14 : vent >14 m/s. ....	53
Figure 57 : 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 corresponde à classe 0 : rotation de 0 tr/min, classe 1 : ]0 ;1 tr/min], classe 2 : ]1 ;2 tr/min], ..., classe 22 : ]21 ;22 tr/min, classe 23 : >22 tr/min .....	54
Figure 58 : 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. ....	55
Figure 59 : Illustration du calcul de la distance réelle entre les pâles et un élément paysager. ....	55
Figure 60 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière. ....	56
Figure 61 : Chronologie des découvertes de martinet noir au niveau national (Marx, 2017) .....	57
Figure 62 : Position des cadavres découverts autour des éoliennes (regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique) .....	58

## INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes .....	5
Tableau 2 : Conditions de bridage retenues par ENGIE GREEN en 2020 pour l'année 2021 .....	9
Tableau 3 : Regroupement d'espèces possibles .....	12
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 .....	13
Tableau 8 : Exemple de notation des types de couverts pour une éolienne .....	16
Tableau 9 : Exemple de coefficients de détectabilité .....	17
Tableau 10 : Exemple de calculs de A et d .....	17
Tableau 11 : Période de vent favorable à l'activité des chiroptères .....	18
Tableau 12 : Simplification des périodes de vent favorable à l'activité des chiroptères .....	18
Tableau 13 : Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes .....	19
Tableau 14 : Simplification du tableau danger en fonction du fonctionnement des éoliennes .....	19
Tableau 15 : Liste des sites Natura 2000 localisés dans un rayon de 10 km .....	19
Tableau 16 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300020 - Cap Sizun » .....	20
Tableau 17 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300020 – Cap Sizun » .....	20
Tableau 18 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300021 – Baie d'Audierne » .....	20
Tableau 19 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300021 – Baie d'Audierne » .....	20

Tableau 20 : Description des ZNIEFF dans l'AEE .....	24
Tableau 21 : Nombre de contacts par espèce de chauves-souris .....	32
Tableau 22 : Espèces inventoriées en nacelle .....	33
Tableau 23 : Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle .....	33
Tableau 24 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h) .....	34
Tableau 25 : Comparaison de l'influence de la vitesse du vent pour les chiroptères entre 2020 et 2021 ; en rouge la limite du bridage mis en place cette 2021 entre le 24 juillet et le 31 septembre .....	36
Tableau 26 : Échelle des enjeux patrimoniaux pour la faune et la flore .....	37
Tableau 27 : Critères de seuil des enjeux patrimoniaux .....	37
Tableau 28 : Statut de protection et de conservation des espèces inventoriées et leur niveau d'enjeu .....	38
Tableau 29 : Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les espèces .....	38
Tableau 30 : Calcul du niveau de sensibilité .....	38
Tableau 31 : Comportement et sensibilité des espèces .....	38
Tableau 32 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris .....	39
Tableau 33 : Niveau d'enjeu et de vulnérabilité des espèces sur le parc éolien de Pouldergat .....	43
Tableau 34 : Planning de réalisation du suivi de mortalité .....	44
Tableau 35 : Planning de réalisation des tests de persistance .....	45
Tableau 36 : Types d'habitats rencontrés et surfaces associées .....	45
Tableau 37 : Tests de persistance .....	47
Tableau 38 : Taux de détection composite par prospection (exemple d'une partie du suivi de E2) .....	47
Tableau 39 : Taux de détection composite par éolienne .....	47
Tableau 40 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités .....	48
Tableau 41 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2020 .....	49
Tableau 42 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Pouldergat (moyenne calculée sans la formule de Jones) .....	51
❖ Tableau 43 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Pouldergat (moyenne calculée sans la formule de Jones) .....	51
Tableau 44 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Pouldergat en 2020 .....	51
Tableau 45 : Mortalité réelle estimée pour les chiroptères par éolienne pour le parc de Pouldergat (moyenne calculée sans la formule de Jones) .....	52
Tableau 46 : Mortalité réelle estimée pour l'avifaune par éolienne pour le parc de Pouldergat (moyenne calculée sans la formule de Jones) .....	52
Tableau 47 : Comparaison de la mortalité réelle estimée pour les chiroptères entre 2020 et 2021 .....	52
Tableau 48 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers estimés 15 m de haut .....	55
Tableau 49 : Enjeu patrimonial de la pipistrelle commune .....	56
Tableau 50 : Comportement et sensibilité de la pipistrelle commune .....	56
Tableau 51 : Vulnérabilité de la pipistrelle commune .....	56
Tableau 52 : Enjeu lié au martinet noir .....	57
Tableau 53 : Répartition des séquences (de -30 min du coucher du soleil au lever du soleil) .....	58
Tableau 53 : Répartition des séquences impactées par le bridage (de -30 min du coucher du soleil au lever du soleil) de mai à octobre .....	59
Tableau 57 : Mesures de bridage proposées .....	60

## I. INTRODUCTION

### I.1 Préambule

ENGIE GREEN est responsable depuis 2018 de l'exploitation de 3 aérogénérateurs sur la commune de Pouldergat (29). 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 de Pouldergat en 2020, en répondant aux exigences réglementaires et au cahier des charges de ENGIE GREEN. À l'issue de ce suivi, il apparaît que le parc éolien de Pouldergat est moyennement mortifère, avec 4 cas de mortalité constatés, uniquement des chiroptères. La mortalité réelle estimée sur ce parc est de l'ordre de 174 chiroptères.

Compte tenu la mortalité constatée en 2020, Synergis Environnement a préconisé la mise en place de mesures de bridage. ENGIE Green souhaite alors renouveler le suivi environnemental (suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune + suivi de l'activité des chiroptères en nacelles) en 2021, dans le but d'évaluer l'efficacité de ces mesures.

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).

L'ensemble des résultats seront comparés et mis en corrélation avec les données de 2020.

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, suite à la constatation de cas de mortalité en 2020. 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 Pouldergat, en région Bretagne, est porté par la société ENGIE GREEN.



ENGIE GREEN  
Bâtiment le Nautilus  
14 rue du sous-marin Vénus  
56 100 LORIENT

### I.3 Auteurs de l'étude

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



Agence BRETAGNE

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

Romain CRIOU  
Margaux Féon  
Bastien Blanc

Délégué  
Chef de projet,  
Chargé de projet

## II. CONTEXTE

### II.1 Caractéristique du parc

Le parc éolien de Pouldergat, d'une puissance de 6,9 MW, est constitué de trois aérogénérateurs du modèle ENERCON E70.

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes

Elément de l'éolienne	Caractéristiques maximales du gabarit
Diamètre du rotor	70 m
Hauteur de la tour	75 m
Hauteur en bout de pale	110 m

## II.2 Historique du parc

Date	Réalisation	Détails
2017	ENGIE GREEN	Mise en service du parc
2020	Synergis Environnement	Suivi environnemental - Suivi en nacelle - Suivi mortalité

## II.3 Localisation

Poulergat est une commune du Finistère, en région Bretagne. Elle fait partie de la communauté de communes du pays de Douarnenez. Elle est majoritairement dans un contexte paysager agricole et se situe à la limite sud de la commune de Douarnenez. Le site éolien se situe quant à lui au sud de la commune de Poulergat.

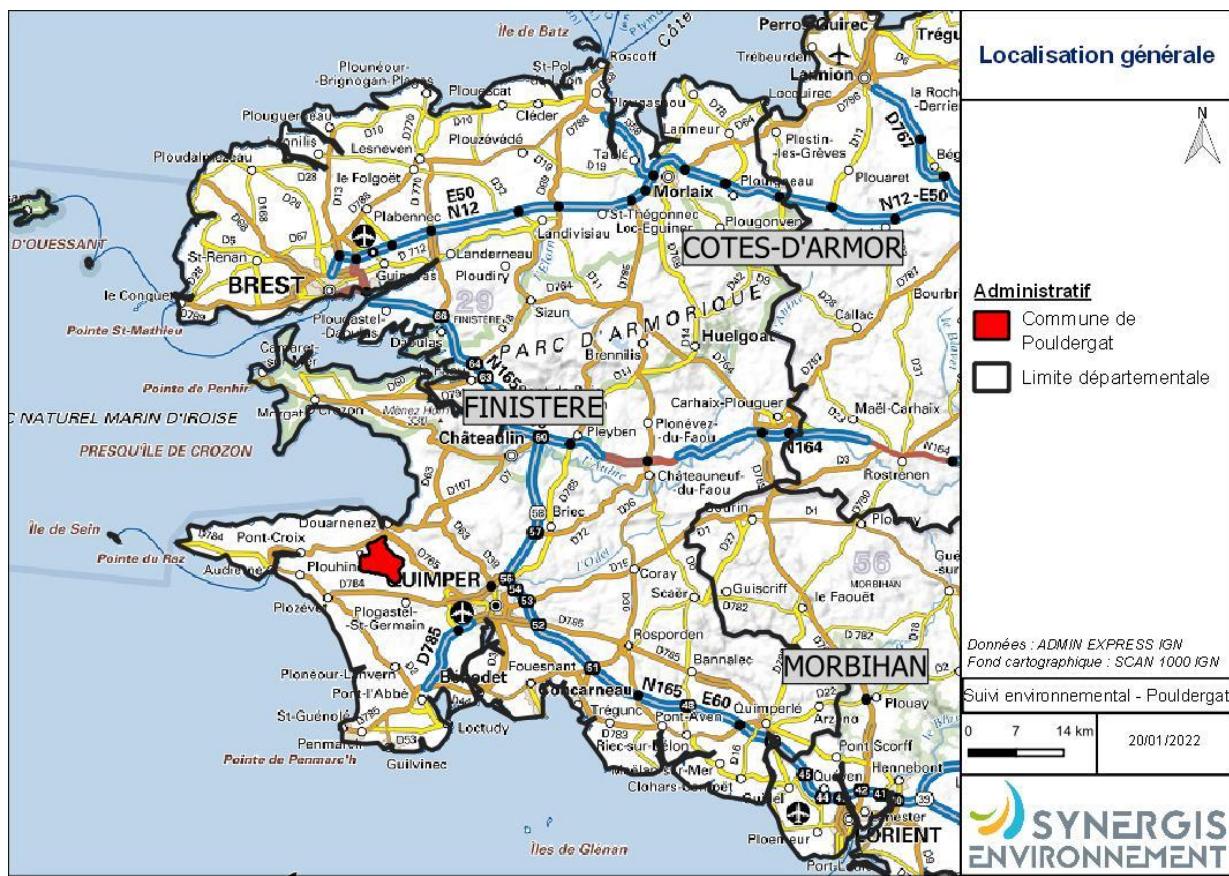


Figure 1 : Localisation régionale du parc

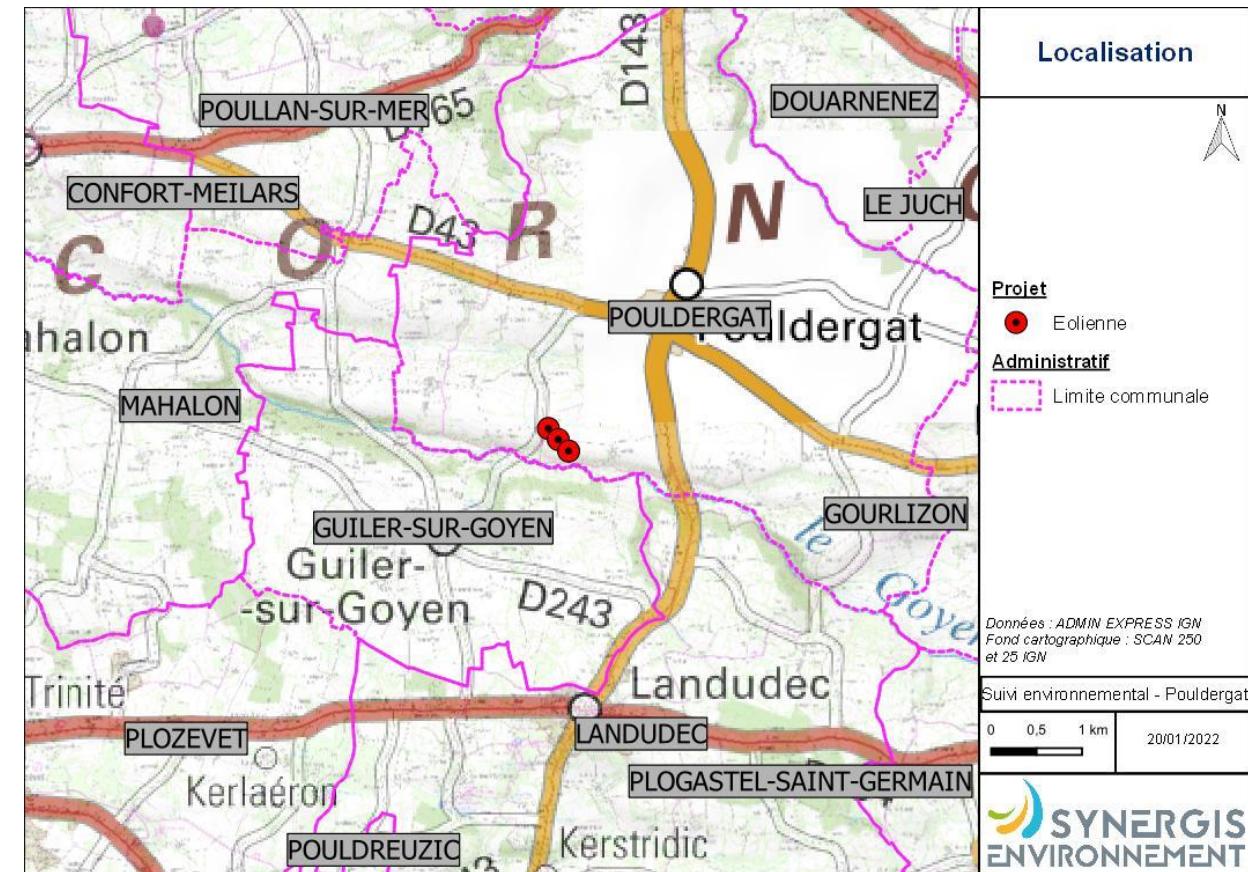


Figure 2 : Situation communale du parc

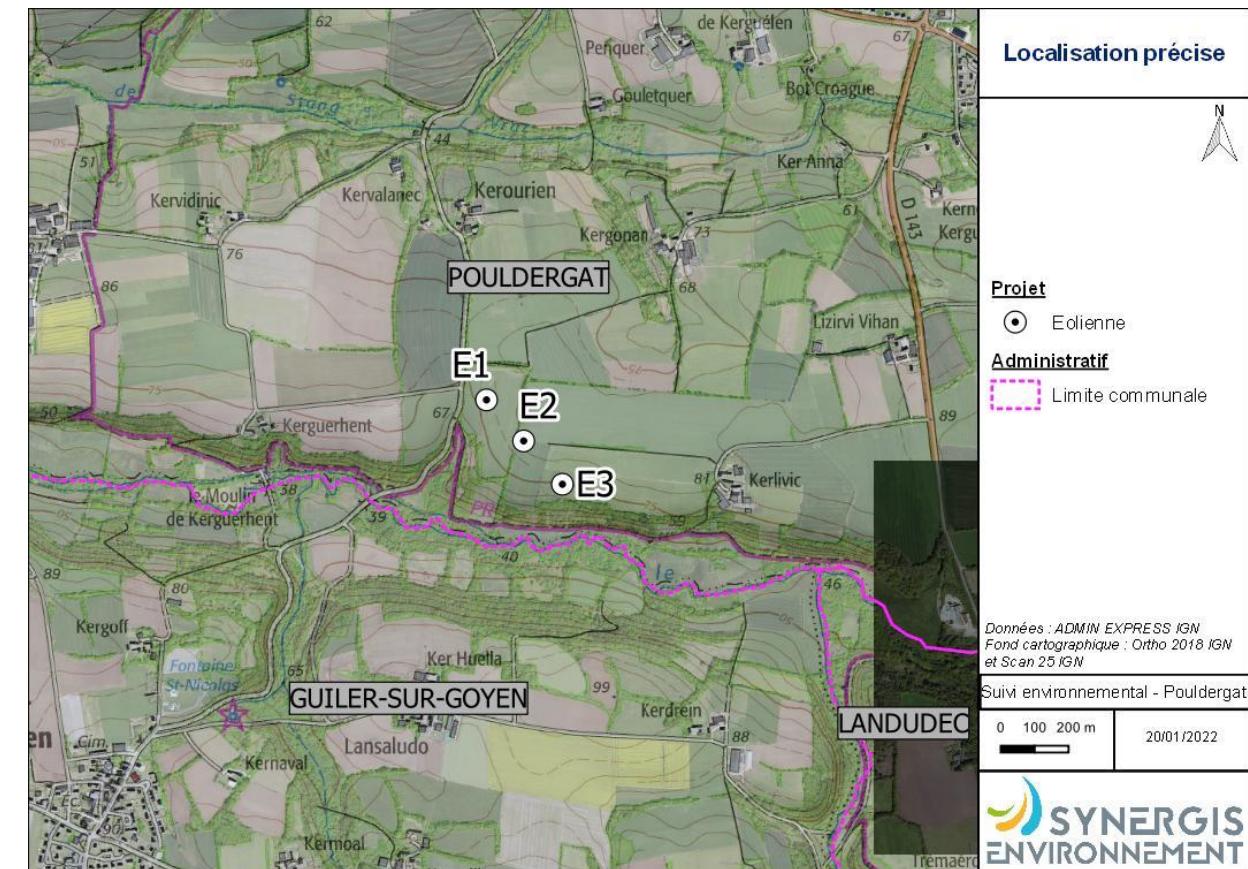


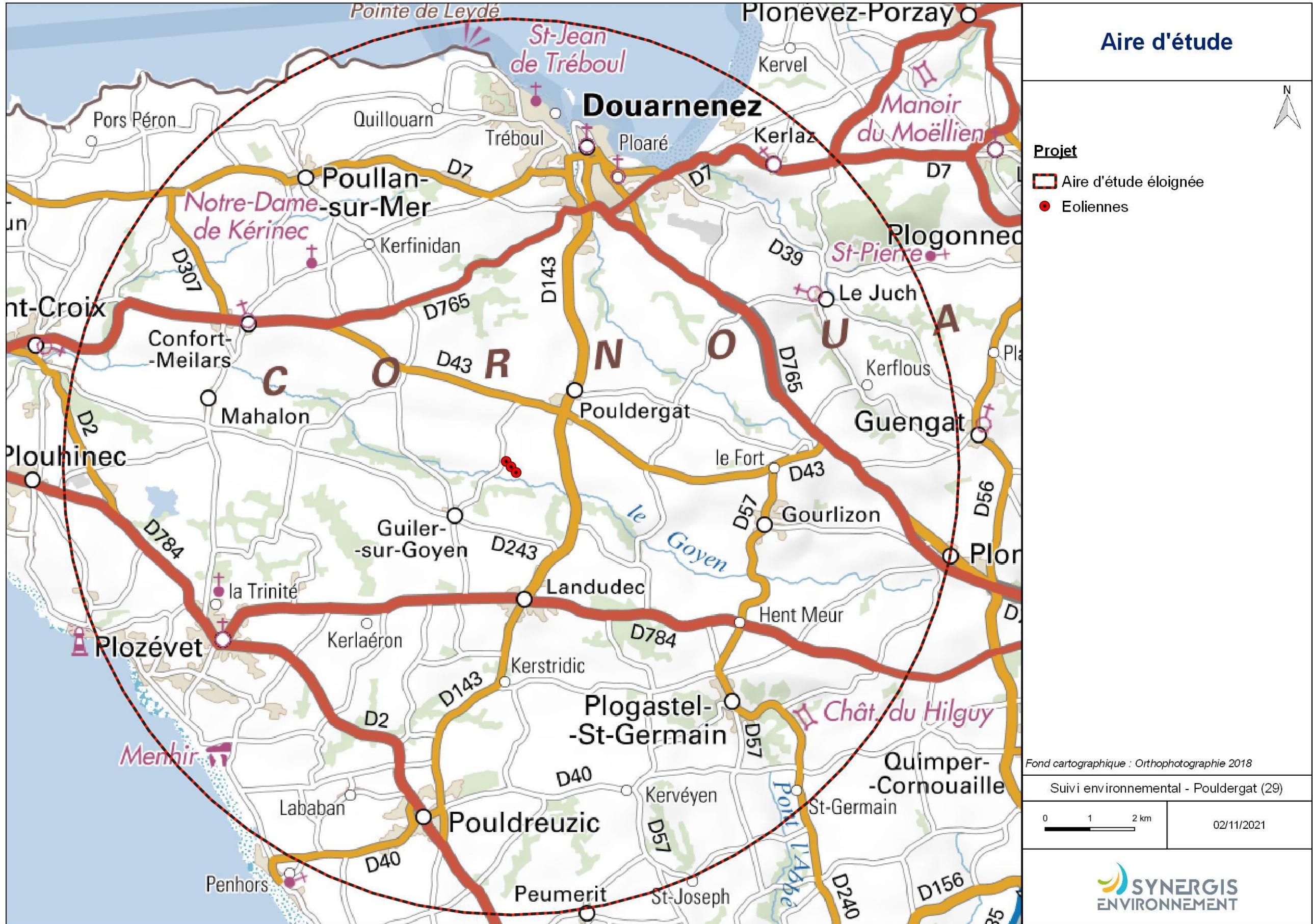
Figure 3 : Situation locale des éoliennes

### 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 parc éolien, une aire d'étude éloignée est désignée (AEE).

L'aire d'étude éloignée permet le recueil de données basées sur l'existence d'informations bibliographiques. Cette aire d'étude d'un rayon de 10 km permet surtout la recherche des zonages naturels réglementaires et d'inventaires. Elle permet l'analyse de zones potentiellement affectées par d'autres effets que ceux liés aux emprises des éoliennes, pour les groupes taxonomiques de l'avifaune et des chiroptères. Les inventaires y seront donc ciblés sur certaines espèces ou certains groupes d'espèces, mais également approfondis en cas de connaissance d'un enjeu notable (milieux favorables à des espèces présentes sur la zone d'étude, potentialités de gîtes chiroptères...). Enfin, l'analyse de cette aire d'étude rapprochée permet également la connaissance des continuités écologiques locales.



## 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 fournit par ENGIE GREEN.

### 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), ENGIE Green a commandé en 2020 un suivi de mortalité au bureau d'étude Synergis Environnement et un suivi de l'activité des chiroptères en nacelle sur une éolienne du parc.

À l'issue de ce suivi, il apparaît que le parc de Pouldergat est mortifère, avec 4 cas de mortalité constatés, uniquement des chiroptères. La mortalité réelle estimée sur ce parc est de l'ordre de 174 chiroptères.

Compte tenu la mortalité constatée en 2020, Synergis Environnement a préconisé la mise en place de mesures de bridage. ENGIE Green souhaite renouveler le suivi environnemental (suivi mortalité + suivi des chiroptères en nacelles) en 2021, dans le but d'évaluer l'efficacité de ces mesures.

Les conditions de bridages retenues par ENGIE Green dans le rapport de suivi environnemental de 2020 sont les suivantes :

Tableau 2 : Conditions de bridage retenues par ENGIE GREEN en 2020 pour l'année 2021

Période	Du 1 <sup>er</sup> janvier au 23 juillet	24 juillet au 30 septembre	Du 1 <sup>er</sup> octobre au 31 décembre
Eolienne	Pas de bridage	Toutes	Pas de bridage
Vent		<5,5 m/s	
Pluie		Pas de pluie	
T°		>10°C	
Horaire de mise en application		-0h30 avant coucher du soleil jusqu'au lever du soleil	

## 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 19 à 43 (mi-mai à fin octobre). Le suivi concerne l'éolienne E1. À noter que l'accès aux nacelles ne peut se faire sans une personne habilitée. Ainsi, la mise en place du Batlogger sur le parc de Pouldergat a dû se faire en présence du personnel de la société ENGIE GREEN.

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

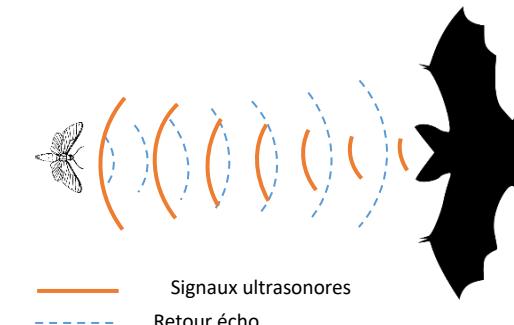


Figure 5 : Principe de l'écholocalisation des chiroptères

Chaque espèce possède des gammes de signaux qui lui sont propres. Il est alors possible d'identifier une espèce à partir de signaux ultrasonores enregistrés. Toutefois, en fonction du contexte, il peut exister des recouvrements (signaux ayant les mêmes caractéristiques), rendant l'identification plus délicate (BOONMAN et 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 boîtier d'interface de contrôle, dimensions (L x H x P) : 10 cm X 20 cm x 30 cm (debout avec support)
- ❖ 1 microphone BATLOGGER X
- ❖ 1 capteur pour la pression et l'humidité de l'air
- ❖ 1 câble de 5 m avec un disque support permettant l'installation du microphone et du capteur
- ❖ 1 antenne LTE 4G
- ❖ 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 1. 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.

Dans notre cas, le module a été installé dans la nacelle de l'éolienne E1 du parc éolien de Pouldergat, le 10 mai 2021. Le choix de l'éolienne s'appuie sur la présence à proximité d'une lisière (13 m) représentant un corridor de déplacement attractif pour les chauves-souris. C'est elle avec l'éolienne E2 qui était les éoliennes dont la mortalité réelle estimée en 2020 était la plus élevée du parc. Il choisit entre ces deux éoliennes E1 étant donné qu'au cours de l'année 2020 c'est cette dernière qui était suivie. Les comparaisons interannuelles seront donc plus pertinentes.

### III.3.2.2.3 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'application Batlogger Connect.

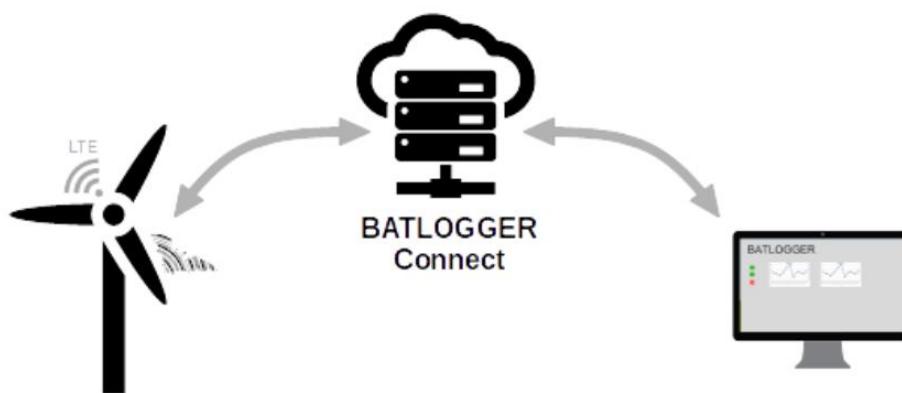


Figure 9 : Interconnexion entre le Batlogger et une interface à distance (Source : Elekon)

L'applicatif 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) :

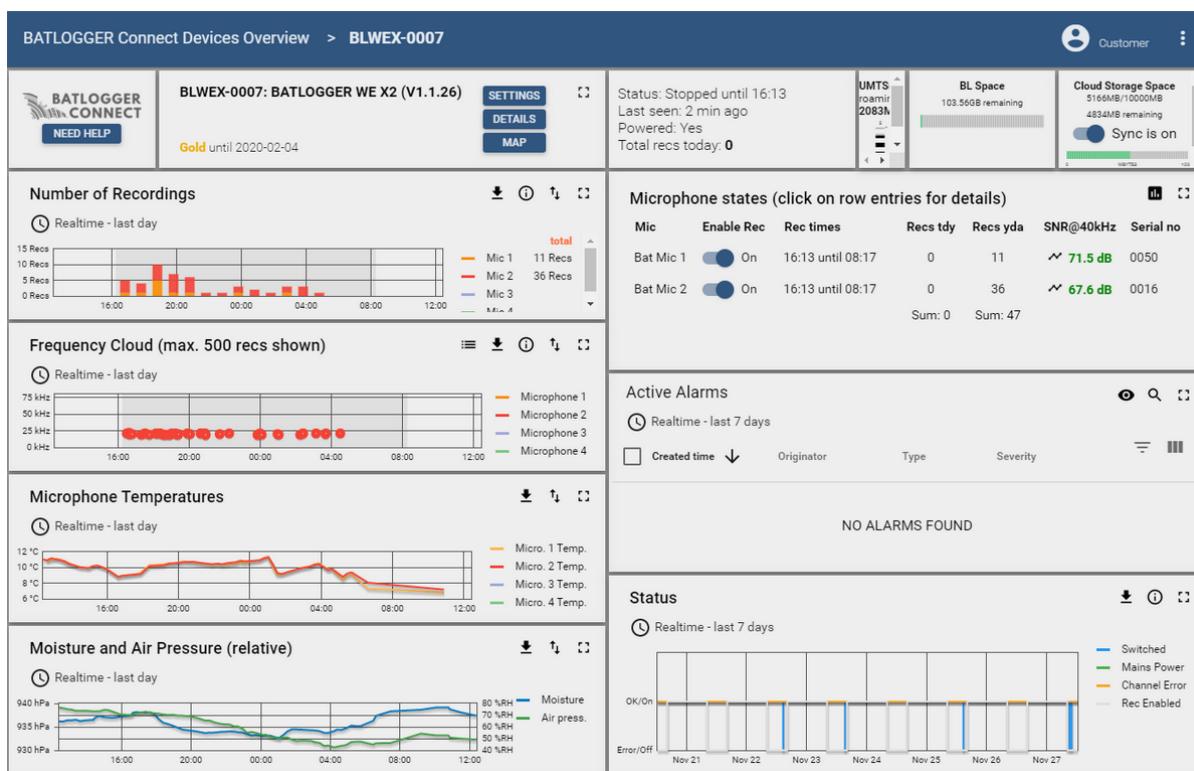


Figure 10 : Présentation des différentes informations disponibles sur l'interface Batlogger Connect (Source : Elekon)

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'applicatif 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 prétri. 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 contact 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 Natusius ( <i>Pipistrellus nathusii</i> )
P40	Pipistrelle de Natusius ( <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
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83		<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00
	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,63	forte	<i>Hypsugo savii</i>	30	0,83
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,63		<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
très forte	<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>Vesperillo murinus</i>	50	0,50		<i>Vesperillo 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'Alcatheo	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 Oreilles 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 Cadre méthodologique générique du suivi de mortalité

#### III.4.1 Protocoles de terrain proposés

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 (prédateurs 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 prédatation 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 prédatation est limitée aux espèces réellement nocturnes.

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

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.4.2 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 :

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

**N<sub>estimé</sub>** : 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 =  $S_{\text{ap}} / S_p$

**S<sub>p</sub>** : Surface prospectée

**S<sub>ap</sub>** : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100m\*100m)

#### III.4.2.1 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 (Nb) ne sont pas intégrés.

**N<sub>a</sub>** : Nombre de cadavres découverts

**N<sub>b</sub>** : Nombre de cadavres découverts dont la mort n'est pas liée aux éoliennes

**C** = nombre de cadavres comptabilisés = **N<sub>a</sub>** - **N<sub>b</sub>**

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

#### III.4.2.2 Coefficient de déetectabilité (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.4.2.3 Durée de persistance ( $\bar{t}$ )

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 prédateur d'un cadavre par un charognard devient presque nulle).

#### III.4.2.4 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<sub>p</sub>**) par la surface théorique de prospection (**S<sub>ap</sub>** = 100m\*100m). Cette pondération est actualisée pour 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.4.2.5 Estimateurs de mortalité utilisés

Formule d'Erickson

Dans la méthode d'Erickson, le taux de persistance des cadavres, de la formule initiale de Winkelmann, 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 déetectabilité.  $\bar{t}$  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 :  $\hat{e} = \frac{\min(I, \bar{t})}{I}$

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.4.3 Rappels théoriques

Pour ceux qui ne sont pas familiers avec le traitement statistique et probabiliste, les résultats donnés par les estimateurs peuvent paraître étonnantes, 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).

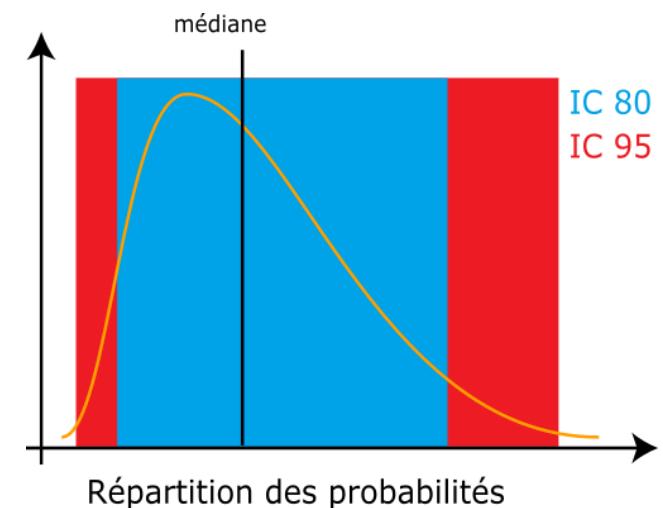


Figure 11 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

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.4.4 Spécificité des suivis de mortalité Synergis Environnement

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

##### III.4.4.1 Protocole de terrain retenu

Le suivi se fait sur un carré de 100 m de côté centré sur chaque éolienne. Ces quadrats (carré de 100m par 100m) sont les mêmes que ceux suivis l'année 2020.

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 2020 à fin octobre 2020 (semaine 20 à semaine 43) et à lieu une fois par semaine le lundi.

##### III.4.4.2 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 (voies, certaines plateformes, champs labourés nivélés)
- ❖ 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.4.4.3 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).

##### *III.4.4.3.1 Limites du test de détection du protocole*

Le test original 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.4.4.3.2 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.4.4.2).

Le test de détection adapté est calqué sur le test original, 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

### III.4.5 Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert

#### III.4.5.1 Principe

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

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 moyen 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

Sp : Surface prospectée journalière en surface plane

Sb : Surface prospectée journalière en végétation basse

Sm : Surface prospectée journalière en végétation moyenne

Sap : Surface à prospecter (zone de prospection théorique de 100m\*100m)

d : Coefficient composite de détectabilité des observateurs

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

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

dm : 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	Correction de surface prospectée
		Sp	dp	Sp * dp	Sb	db	Sb * db			
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.4.5.2 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.4.5.3 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.4.6 Utilisation des données météorologiques et de fonctionnement**

#### **III.4.6.1 Définitions**

#### **III.4.6.2 Moments de la journée**

Le maximum d'activité des chauves-souris intervient dans la demi-heure précédente 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 »

#### **III.4.6.3 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).

À 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.4.6.4 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 (0) met en évidence que 91% des contacts de chiroptères sur le parc se font sous un vent de 5m/s. De plus, cette limite de 5 ms est celle utilisée dans les conditions de bridage misent en place cette année 2021. Ainsi, il sera utilisé cette limite comme 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 (< 5 m/s)	Vent max. (< 5 m/s)	Très favorable	Favorable
	Vent max. (> 5 m/s)	Favorable	
Vent moyen (> 5 m/s)	Vent min. (< 5 m/s)	Peu favorable	Défavorable
	Vent min. (> 5 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).

Les données de valeurs maximales et minimales de la vitesse du vent et de l'activité du rotor n'ayant pas pu être fournies à Synergis Environnement, les analyses se contenteront des valeurs moyennes. De ce fait, les classes de vents ne seront plus que sur 2 niveaux « favorable et défavorable » au lieu des quatre initialement prévues.

Tableau 12 : Simplification des périodes de vent favorable à l'activité des chiroptères

Mesures du vent	Conditions de vol
Vent moyen (<5 m/s)	Favorable
Vent moyen (>5 m/s)	Défavorable

#### **III.4.6.5 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 58). Il est cependant possible de graduer le dépassement d'un seuil, selon s'il concerne les activités maximales, moyennes ou minimales.

Un seuil de 6 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 13 : Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes

Vitesse de rotation		Danger	Forme simplifiée
Moyenne (< 6 tr/min)	Maximale (< 6tr/min)	Très faible	Très faible
	Maximale (> 6tr/min)	Peu élevé	Elevé
Moyenne (> 6 tr/min)	Minimale (< 6tr/min)	Elevé	
	Minimale (> 6tr/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.

Les données de valeurs maximales et minimales de la vitesse du vent et de l'activité du rotor n'ayant pas pu être fournies à Synergis Environnement, les analyses se contenteront des valeurs moyennes.

Tableau 14 : Simplification du tableau danger en fonction du fonctionnement des éoliennes

Vitesse de rotation	Danger
Moyenne (<6 tr/min)	Favorable
Moyenne (>6 tr/min)	Défavorable

### III.4.6.6 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.4.6.2).

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 est située à 100 m du site éolien (ZNIEFF de type 2). Plus éloigné, dans le rayon de 10 km, quatre ZNIEFF de type 1 et une de type 2 sont présentes, ainsi qu'un APPB et 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 Pouldergat, 2 sites Natura 2000 (2 ZSC) sont recensés dans un rayon de 10 km autour de l'aire d'étude éloignée.

Tableau 15 : Liste des sites Natura 2000 localisés dans un rayon de 10 km

Type	Code	Nom	Superficie	Distance au site	Opérateur
ZSC	FR5300020	Cap Sizun	2837 ha	8,2 km	DREAL Bretagne
ZSC	FR5300021	Baie d'Audierne	2454 ha	9,0 km	DREAL Bretagne

#### IV.1.1.1 Zone Spéciale de Conservation

##### IV.1.1.1.1 FR5300020 – Cap Sizun

Le site est désigné comme Zone Spéciale de Conservation (ZSC) par un arrêté du 06/05/2017.

Ensemble exceptionnel de hautes falaises (30 à 70 m) maritimes cristallines, pelouses aérohalines et pelouses sèches sommitales, landes, fourrés littoraux (prunelliers, ptéridées), estrans rocheux battus et îlots. Récifs infralittoraux en conditions hydrodynamiques très sévères.

Les groupements de fissures, les pelouses aérohalines et les landes atlantiques littorales des falaises, constituent des habitats d'intérêt communautaire (falaises maritimes atlantiques) d'une grande richesse floristique et confèrent au site un intérêt phytocénétique et paysager exceptionnel. Le milieu marin se distingue par la richesse et l'originalité du benthos avec des végétaux caractéristiques des milieux fortement battus (ex : Alaria esculenta, en limite sud de répartition). À noter également des "prairies" à rhodophycées et phéophycées tout à fait remarquables (port de Bestrée). Les côtes rocheuses sont localement percées de grottes marines ou submersibles d'un grand intérêt biologique.

Tableau 16 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300020 - Cap Sizun »

Code habitat N2000	Désignation de l'habitat	Surfaces concernées (ha)
1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	208
1140	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	142,1
1170	Récifs	169
1210	Végétation annuelle des laisses de mer	0,4
1220	Végétation vivace des rivages de galets	0,5
1230	Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques	124,3
1330	Prés-salés atlantiques ( <i>Glauco-Puccinellietalia maritimae</i> )	28,4
2110	Dunes mobiles embryonnaires	0,7
2120	Dunes mobiles du cordon littoral à <i>Ammophila arenaria</i> (dunes blanches)	2,9
2130*	Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises)	63,5
2180	Dunes boisées des régions atlantiques, continentale et boréale	6,4
2190	Dépressions humides infradunaires	95,8
3110	Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses ( <i>Littorellatalia uniflorae</i> )	0,02
3150	Lacs eutrophes naturels avec végétation du magnopotamion ou de l'hydrocharition	49,6
4020*	Landes humides atlantiques tempérées à <i>Erica ciliaris</i> et <i>Erica tetralix</i>	0,4
4030	Landes sèches européennes	324,3
6410	Prairies à <i>molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux	1,4
6430	Mégaphorbaies hygrophiles d'ourlets planitaires et des étages montagnards à alpins	0,8
6510	Prairies maigres de fauche de basse altitude ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )	0,8
8220	Pentes rocheuses siliceuses avec végétation chasmophytique	28,4
8330	Grottes marines submergées ou semi-submergées	28,4
91E0*	Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )	2,1
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> )	41,1

\*: Habitat d'intérêt communautaire prioritaire

Tableau 17 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300020 – Cap Sizun »

Type	Code habitat N2000	Nom vernaculaire	Nom scientifique
Mammifère	1304	Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
Mammifère	1349	Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>
Mammifère	1355	Loutre d'Europe	<i>Lutra lutra</i>
Mammifère	1364	Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>
Plante	1421	Fougère de Killarney	<i>Vandenboschia speciosa</i>
Plante	1441	Oseille des rochers	<i>Rumex rupestris</i>

**IV.1.1.1.1 FR5300021 – Baie d'Audierne**

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

Vaste zone côtière d'accumulation sédimentaire à système hydrographique complexe, relayée vers le sud par un ensemble de pointes rocheuses et de récifs, formant le Cap Caval, au caractère extrêmement battu (proximité de l'isobathe - 50 m). En arrière du cordon (galets, plage de sable, dunes), présence de paluds et étangs saumâtres (Nézizelec) et/ou dulcicoles (Saint Vio, Loc'h ar Stang).

Un des plus importants complexes de dunes et zones humides arrière-dunaires du littoral armoricain. Parmi les habitats d'intérêt communautaire, on note en particulier des groupements de dunes fixées (habitats prioritaires) tels que l'EuphorbioHelichryson (groupements à arbustes nains), et le Thero-Airion caractéristique des substrats oligotropes.

Tableau 18 : Habitats d'intérêt communautaire présents sur le site « FR5300021 – Baie d'Audierne »

Code habitat N2000	Désignation de l'habitat	Surfaces concernées (ha)
1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	30
1140	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	245,9
1150*	Lagunes côtières	37,1
1170	Récifs	24,6
1210	Végétation annuelle des laisses de mer	1,3
1220	Végétation vivace des rivages de galets	0,9
1230	Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques	7,4
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 maritimae</i> )	1,4
1410	Prés-salés méditerranéens ( <i>Juncetallia maritimi</i> )	14,1
2110	Dunes mobiles embryonnaires	20
2120	Dunes mobiles du cordon littoral à <i>Ammophila arenaria</i> (dunes blanches)	30,1
2130*	Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises)	299,1
2170	Dunes à <i>Salix repens</i> spp <i>argentea</i>	16
2190	Dépressions humides infradunaires	95,8
3150	Lacs eutrophes naturels avec végétation du magnopotamion ou de l'hydrocharition	49,6
4030	Landes sèches européennes	6,9
6430	Mégaphorbaies hygrophiles d'ourlets planitaires et des étages montagnards à alpins	0,8

\*: Habitat d'intérêt communautaire prioritaire

Tableau 19 : Espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « FR5300021 – Baie d'Audierne »

Type	Code habitat N2000	Nom vernaculaire	Nom scientifique
Mammifère	1304	Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
Mammifère	1308	Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>
Mammifère	1355	Loutre d'Europe	<i>Lutra lutra</i>

Type	Code habitat N2000	Nom vernaculaire	Nom scientifique
Mammifère	1364	Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>
Plante	1903	Liparis de Loesel	<i>Liparilis loeselii</i>
Plante	1831	Fluteau nageant	<i>Luronium natans</i>

**Bilan**

Les deux sites NATURA 2000 ont pour vocation la protection de zones côtières, ce qui n'est pas le cas des habitats immédiat des éoliennes (littoral à plus de 8 km).

Deux des espèces ciblées par les sites NATURA 2000 sont des chiroptères : le grand rhinolophe et la barbastelle d'Europe, ce qui indique leurs présences dans l'aire d'étude éloignée et la nécessité de prendre en compte ces données dans l'analyse.

#### 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'IUCN en tant qu'aire de gestion. En effet, la plupart des arrêtés de protection de biotope font l'objet d'un suivi soit directement à travers un comité placé sous l'autorité du préfet, soit indirectement dans le cadre de dispositifs tels que Natura 2000 et par appropriation par les acteurs locaux.

**Un APPB est recensé dans un rayon de 10 km autour des éoliennes.**

##### IV.1.2.1 FR3800351 – Etang de Poulguidou

Nom	Description
<b>ETANG DE POULGUIDOU</b>	Situé dans la ZNIEFF de type 1 de ce même étang. Ce sont principalement les caractéristiques floristiques (drosera à feuilles rondes, drosera intermédiaire et spiranthe d'été) qui sont mises en valeur ainsi que la richesse ornithologique (phragmite des joncs, héron garde-bœuf, busard des roseaux, locustelle tachetée).

Distance à la ZIP : 7,4 km

**Bilan**

L'APPB de l'Etang de Poulguidou est considéré comme un site de reproduction et d'halte migratoire pour l'avifaune, ce qui peut potentiellement attirer des individus proches éoliennes.

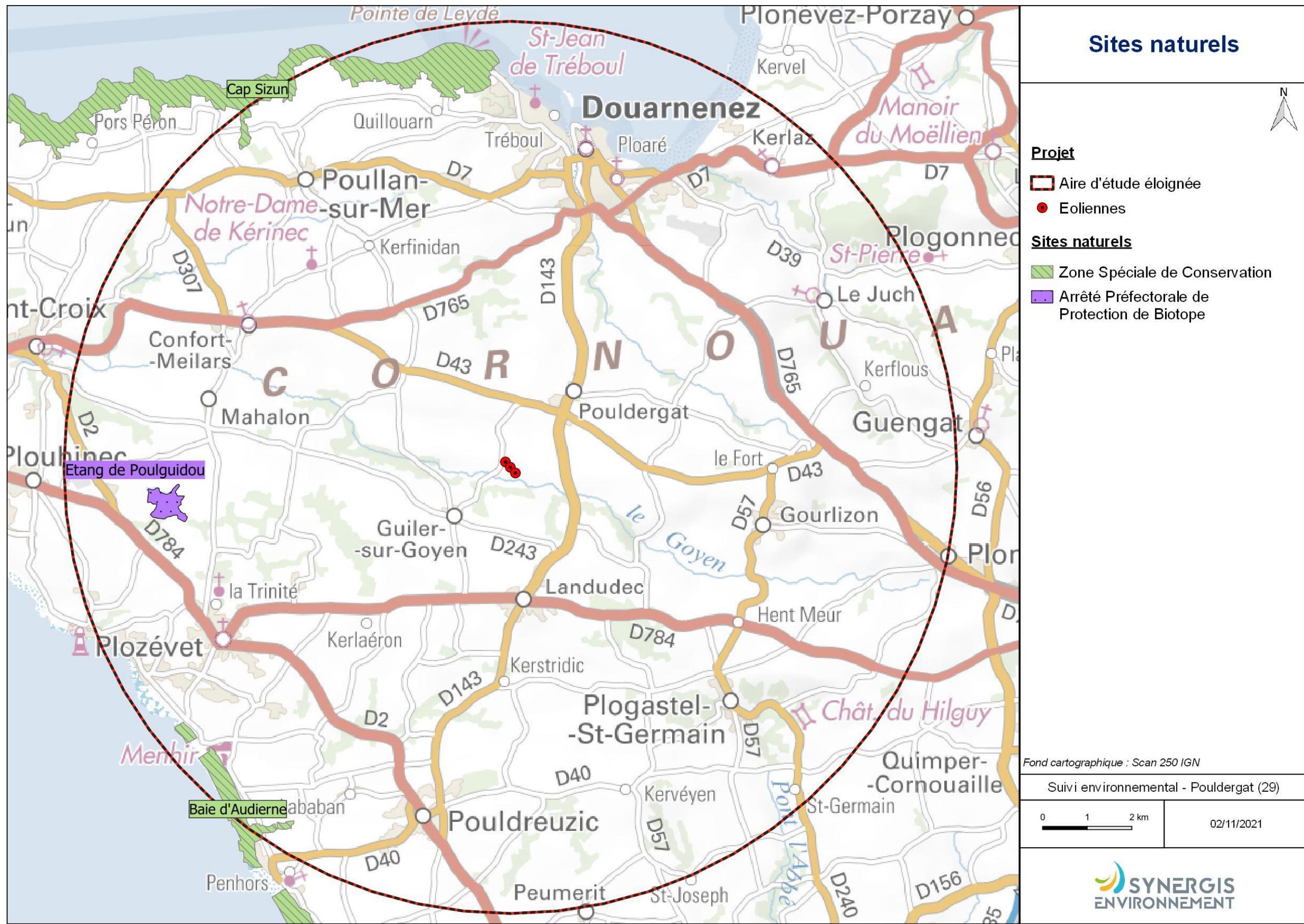


Figure 13 : Carte du réseau Natura 2000 dans un rayon de 20 km

#### **IV.1.3 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 la ZIP.**

#### **IV.1.4 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 constituent des « sanctuaires ».

Le PNR a quant à lui pour objectif de permettre un développement durable dans des zones au patrimoine naturel et culturel riche, mais fragile.

**Aucun parc naturel régional ou national n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour de la ZIP.**

#### **IV.1.5 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.

**Six ZNIEFF sont localisées dans l'aire d'étude éloignée dont deux de type I et quatre de type II.**

Type	Identifiant	Nom	Distance au site
ZNIEFF II	530030027	Rivière du Goyen et ses zones humides connexes	<b>150 m</b>
ZNIEFF I	530120005	Le Goyen	<b>4 km</b>
ZNIEFF I	530030090	Etang de Poulguidou et prairies tourbeuses de Lescran	<b>6 km</b>
ZNIEFF I	530014347	Baie d'Audierne	<b>9 km</b>
ZNIEFF I	530030106	Ilots, falaises et landes de la côtes nord du Cap-Sizun	<b>9,5 km</b>
ZNIEFF I	530030119	Etang de Gourinet	<b>9,5 km</b>

Les caractéristiques principales ainsi que les informations de distance relatives de chaque ZNIEFF sont synthétisées dans le Tableau 20.

#### **Bilan**

Cinq des six ZNIEFF portent sur des espèces et des habitats de zones humides et principalement de littoral, ce qui n'est pas le cas des habitats rencontrés dans l'AEI. L'une des ZNIEFF porte quant à elle sur un site de reproduction des chiroptères qui reste éloigné de l'AEI (3,7 km).

**Ainsi les enjeux identifiés dans les ZNIEFF ne semblent pas être présents dans l'AEI.**

Tableau 20 : Description des ZNIEFF dans l'AEE

Type	Identifiant	Nom	Habitats déterminants	Espèces déterminantes	Description	Distance au site
ZNIEFF II	530030027	Rivière du Goyen et ses zones humides connexes	Habitats déterminants principaux : 24.12 Zones à Truites, 31.1 Landes humides, 22.11 Eaux oligotrophes pauvres en calcaire, 37.3 Prairies humides oligotrophes et 24.4 Végétations immergées des rivières	Espèces déterminantes : 4 espèces de mammifères, 11 espèces de Phanérogames et 2 espèces de Poissons	Petit fleuve côtier dont l'intérêt premier est dirigé vers son peuplement salmonicole.	150 m
ZNIEFF I	530120005	Le Goyen	44.3 Forêt de Frênes et d'Aulnes des fleuves médio-européens, 37.7 Lisières humides à grandes herbes, 24.4 Végétations immergées des rivières	4 espèces de Phanérogames, 4 de Poissons, et 1 Ptéridophytes	Cours moyen d'un petit fleuve côtier salmonicole à grands migrateurs, présentant d'excellentes zones de frayères.	4 km
ZNIEFF I	530030090	Etang de Pouleidou et prairies tourbeuses de Lescran	37.3 Prairies humides oligotrophes ; 37.1 - Communautés à Reine des prés et communautés associées ; 22.31 - Communautés amphibiennes pérennes septentrionales ; 31.12 - Landes humides atlantiques méridionales	2 insectes, 2 mammifères, 4 oiseaux et 12 plantes	Zones humides complexes situées sur l'amont d'un ruisseau affluent, présentant une zone d'eau libre ceinturée par des habitats amphibiens oligotrophes et des milieux tourbeux ainsi que des landes et des prairies humides.	6 km
ZNIEFF I	530014347	Baie d'Audierne	16.222 - Dunes grises de Gascogne ; 16.212 - Dunes blanches ; 16.3 - Lettes dunaires humides (= pannes humides, dépressions humides intradunales) ; 15.1 - Gazons pionniers salés ; 16.26 - Dunes à salix arenaria	442 espèces listées dont 70 déterminantes (6 insectes, 27 oiseaux et 37 plantes)	Vaste zone côtière d'accumulation dont la monotonie apparente cache une grande hétérogénéité due à l'existence d'un système hydrographique étendu. La présence de 442 espèces d'oiseaux dont 70 déterminantes rendent ce site d'une haute valeur avifaunistique.	9 km
ZNIEFF I	530030106	Ilots, falaises et landes de la Côte-Nord du Cap-Sizun	31.2 - Landes sèches ; 18.21 - Groupements des falaises atlantiques ; 62.2 - Végétation des falaises continentales siliceuses.	622 espèces listées, dont 56 déterminantes (1 amphibien, 3 insectes, 5 mammifères, 10 oiseaux, 3 reptiles et 32 plantes)	Sur une continuité exceptionnelle (environ 30 kilomètres), le littoral nord du Cap Sizun est caractérisé par de hautes falaises surmontées de landes littorales bien développées, en particulier au niveau des pointes. Les pentes les plus abruptes vers la mer abritent plusieurs habitats naturels originaux. Les colonies d'oiseaux ont une valeur de niveau national.	9,5 km
ZNIEFF I	530030119	Etang de Gourinet	23.2 - Eaux saumâtres ou salées végétalisées ; 16.35 - Roselières et caricaies des lettes dunaires ; 17.3 - Végétation vivace des bancs de galets à Crambe ; 37.1 - Communautés de Reine des prés et communautés associées	12 espèces déterminantes (9 oiseaux et 3 plantes)	Etang connecté à la mer, présentant un large cordon de galets bordé par une ceinture de roseaux. Ce plan d'eau fait partie du complexe « Zone humide de la baie d'Audierne ». Il est utilisé comme site de halte migratoire par certaines espèces d'oiseaux.	9,5 km

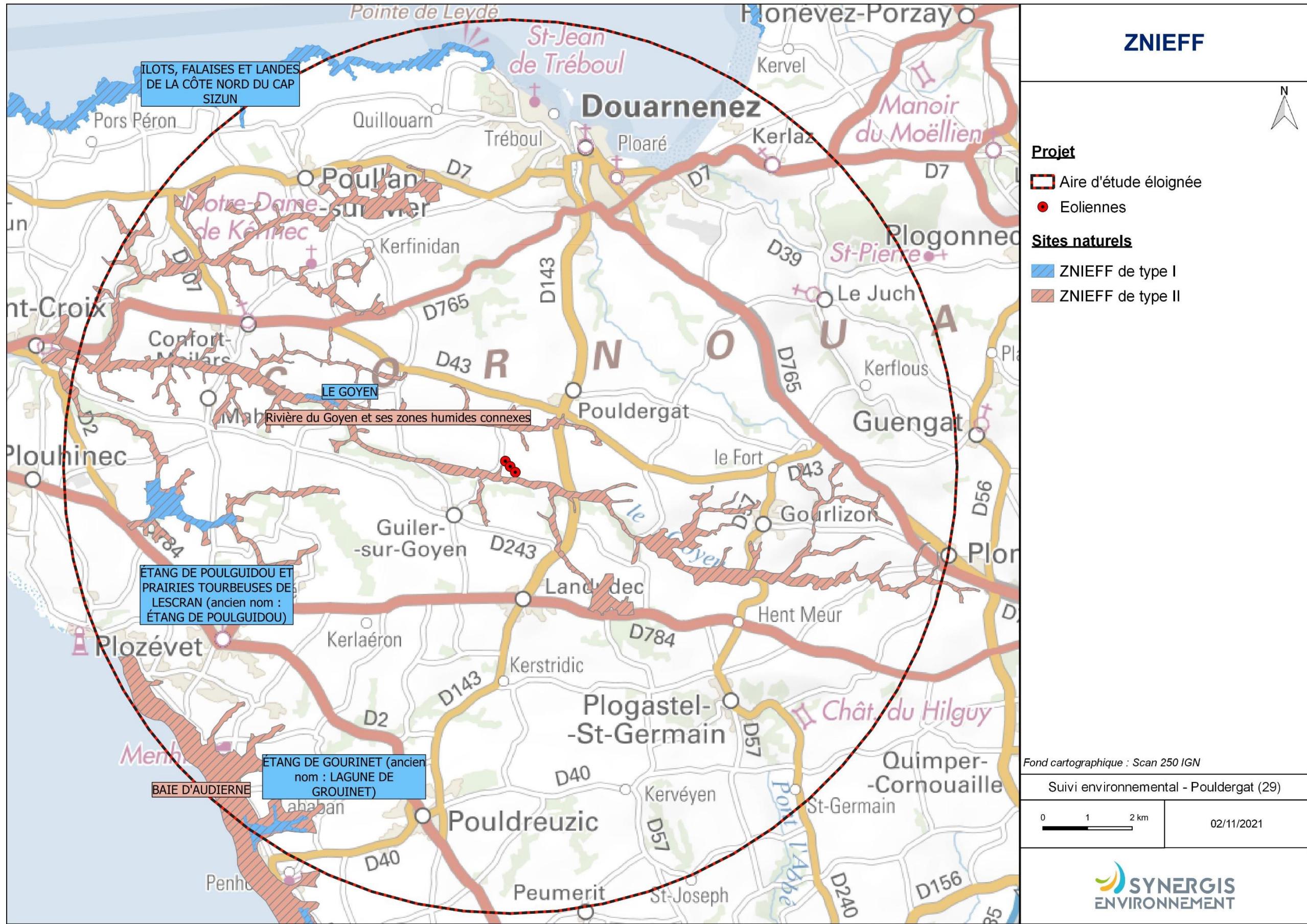


Figure 14 : Localisation des ZNIEFF de type I et II dans un rayon de 10 km

## 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 pas un arrêté préfectoral de conservation d'un biotope...

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

#### Composante bleue :

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

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

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

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

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

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

### 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.

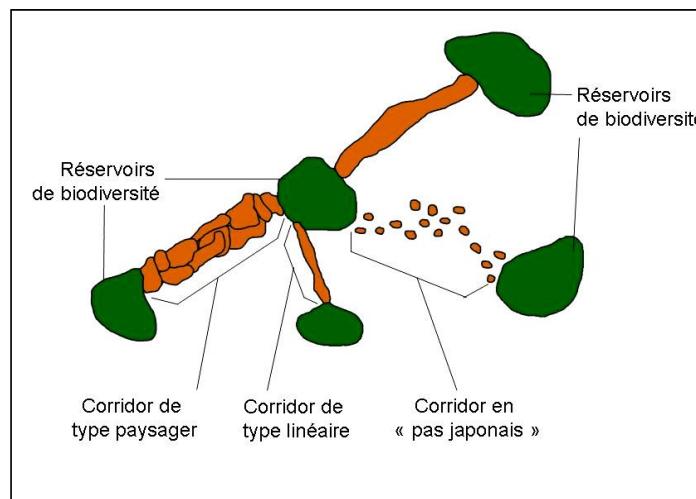


Figure 15 : Éléments de la Trame Verte et Bleue

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'Etat 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°10 : « Du cap Sizun à la baie d'Audierne ».

#### Grand ensemble de perméabilité n° 10 : Du Cap Sizun à la baie d'Audierne



##### Fondements des limites du GEP

- Limite nord-est s'appuyant sur la vallée du Névet, cette dernière étant exclue du GEP.
- Limite sud-est excluant la basse vallée de l'Od et le sud du pays bigouden, correspondant à des secteurs soumis à de fortes pressions urbaines.

##### Occupations du sol et activités humaines

- Paysage ouvert avec bocage résiduel sur la frange littorale/Paysage mixte avec bosquets à l'intérieur des terres [moitié est du grand ensemble].
- Pression d'urbanisation et d'artificialisation faible à moyenne, à l'exception de Douarnenez où elle est forte.
- Orientation des exploitations agricoles: lait très dominant ou lait et porcs.

Figure 16 : Présentation du grand ensemble de perméabilité n°10 Du Cap-Sizun à la baie d'Audierne

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.

Cet ensemble de perméabilité présente un niveau élevé de connexion des milieux naturels. Certaines zones telles que les versants boisés des vallées sont définies comme réservoirs régionaux de biodiversité dans des sous-trames (« zone humide », « bocage » et « forêt »).

##### Bilan

Les alentours des éoliennes présentes des réservoirs de biodiversité et des **connexions entre milieux naturels élevés**. La vallée du Goyen passant d'est en ouest au niveau des éoliennes peut potentiellement apporter un flux d'individus.

##### Bilan des zones naturelles

Les sites naturels décrivent l'aire d'étude éloignée comme un **potentiel couloir de migration** pour les oiseaux avec la présence de l'océan au nord et au sud ainsi que des zones de haltes migratoires avec le réseau d'étangs désigné par la présence des ZNIEFF et d'un APPB. La proximité avec l'océan peut également attirer des espèces d'oiseaux marins venant s'alimenter dans les terres ou traversant la zone pour relier une côte à l'autre. En ce qui concerne les chiroptères, les rivières boisées identifiées en ZNIEFF et par le SRCE indiquent un **enjeu modéré** pour ce groupe.

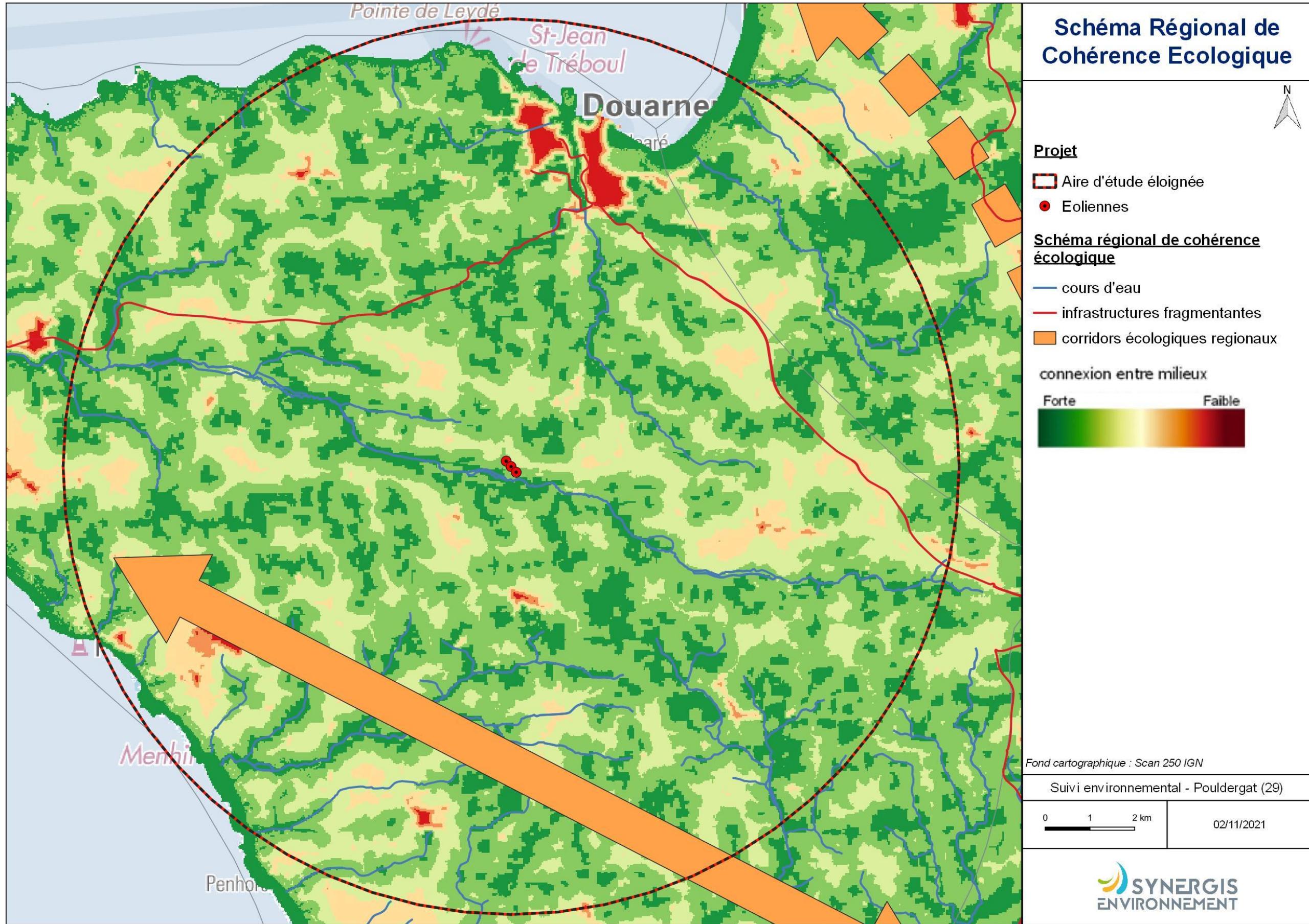


Figure 17 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne (2015)

#### IV.4 Contexte paysager

Le site éolien de Pouldergat se trouve dans un contexte majoritairement agricole comportant de nombreuses cultures et prairies (Figure 18 et Figure 19). De plus, un maillage de haies assez lâches parsème le territoire, donnant un aspect de bocage dégradé au paysage. En contre bas des éoliennes se trouve la rivière Le Goyen s'écoulant au sein d'un dense boisement. Deux vallons boisés l'un au Nord, l'autre au Sud peuvent être considérés comme des corridors pour la faune aviaire et les chauves-souris (Figure 20). La trame des continuités écologiques pour six espèces de chauves-souris réalisée par le Groupe Mammalogique Breton met en évidence un corridor secondaire le long de la rivière de Le Goyen s'écoulant à 200 m au sud du parc (Figure 21).



Figure 18 : Vu depuis l'éolienne E1



Figure 19 : Vu éloignée du parc éolien



Figure 20 : Continuité écologique autour du parc de Pouldergat

Le contexte bocager, la localisation entre deux côtes et la présence d'un réseau d'étangs peuvent induire un attrait pour les espèces d'oiseaux ainsi que pour les chauves-souris chassant le long des linéaires de haies et installant pour certaines leurs gîtes dans les boisements (Montgomery *et al.*, 2020).

##### Bilan contexte paysager

L'aire d'étude éloignée et le contexte paysagé bocager mettent en évidence un potentiel d'attrait de l'avifaune et des chauves-souris modérées.

##### Bilan des zones naturelles et du contexte paysager

Les zones de haltes migratoires, la présence de la côte, les corridors écologiques dont notamment la vallée du Goyen et le réseau de boisements et bocages permettent de définir un potentiel d'attrait de l'avifaune et des chiroptères modérés.

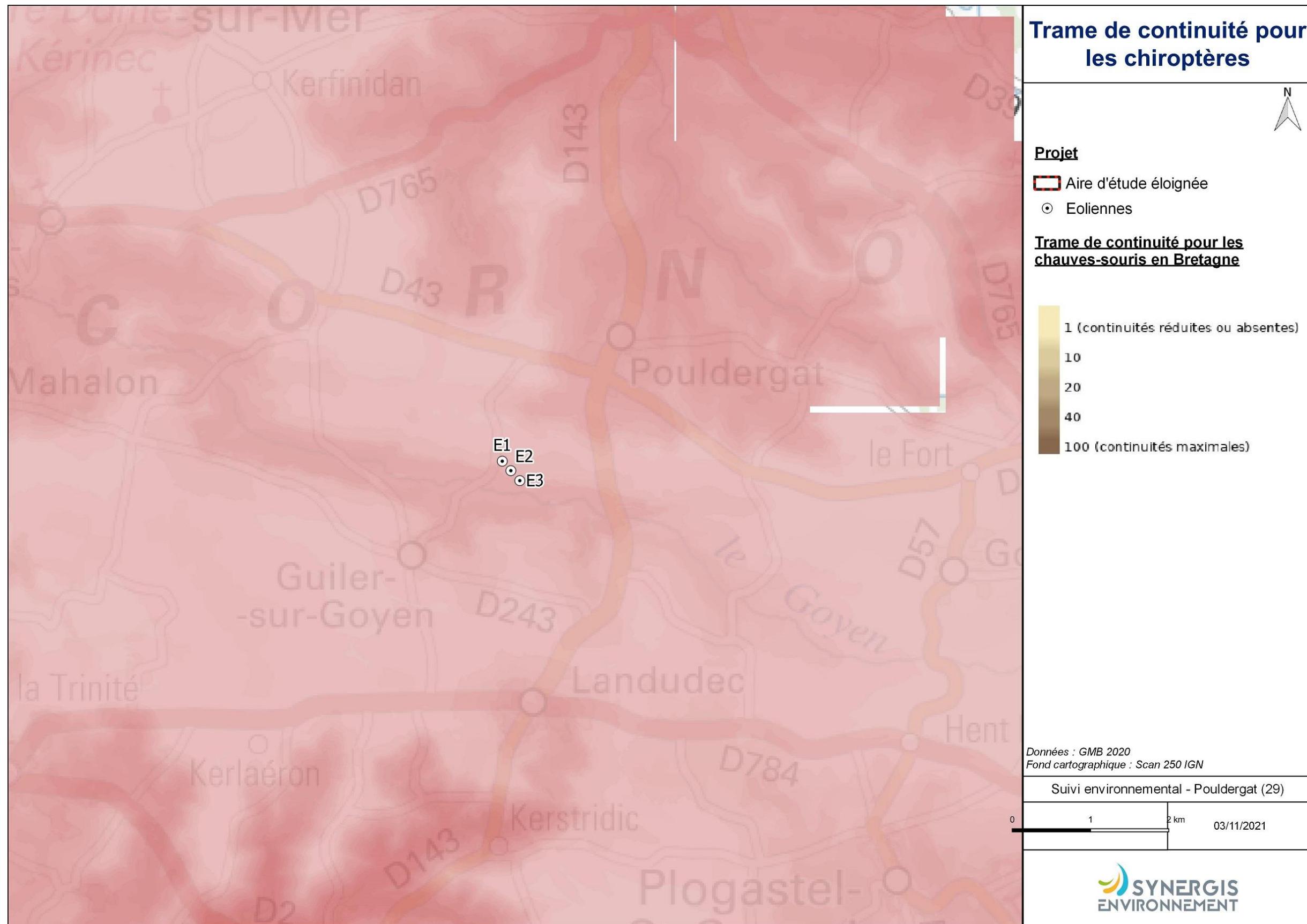


Figure 21 : Valeur moyenne des continuités écologiques de 6 espèces de chauves-souris en Bretagne continentale. Ces valeurs, distribuées de 1 à 100 dans cette trame diffuse, synthétisent la qualité et la quantité des connexions possibles entre les coeurs d'habitats de différentes espèces sensibles de 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 Résultats des écoutes en nacelle

Pour rappel, les écoutes en nacelle se sont déroulées du 11 mai 2021 au 31 octobre 2021 dans le module de l'éolienne E1. Les résultats bruts enregistrés lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans le tableau suivant.

#### V.1.1 Observations globales

Ce sont au total 664 contacts qui ont été enregistrés au cours de la saison, pour une moyenne de 0,45 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 modéré au cours du mois de mai (malgré une pose de l'enregistreur le 11 mai), notamment sur la deuxième partie de ce mois. Le taux d'activité est faible entre les mois de juin et de juillet. Puis très faible sur le reste de la saison.

Tableau 21 : Nombre de contacts par espèce de chauves-souris

Date d'enregistrement	Durée d'enregistrement (H)	Mois	Espèces						Groupes			Nombre de contacts bruts total
			Pp	Pk	Pn	Es	Nn	NI	P35	P40	Sérotule	
11/05/2021 au 15/05/2021 au 15/05/2021 au 31/05/2021	178,67	Mai	90	90	10		1		2	1		194,00
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin	113	7	14		13	2			2	151,00
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	67	1	5		34	4			1	112,00
01/08/2021 au 15/08/2021 au 15/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août	6	28	2	2	9	9			1	57,00
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre	17		1		16	4			2	40,00
01/10/2021 au 30/10/2021	408,38	Octobre	78	10	10	1	4	7				110,00

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 ; P40 : Groupe des pipistrelles de nathusius/commune ; Sérotule : Groupe des noctules et sérotines.

### V.1.2 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 8 espèces couramment rencontrées à cette altitude en Bretagne. Ainsi que trois groupes d'espèces, il s'agit du groupe P35, du groupe P40 et du groupe Sérotules (Tableau 22).

On note la présence de la pipistrelle commune, de la pipistrelle de Nathusius et de la noctule commune tout au long de la saison d'écoute. La pipistrelle de Kuhl et la noctule de Leisler sont présentes sur 5 mois des 6 mois d'écoutes. Ces cinq espèces sont considérées comme à forte sensibilité face à l'éolien.

Tableau 22 : Espèces inventoriées en nacelle

Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	Nombre de Mois de Présence
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	6
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	6
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	6
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	5
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	5
Sérotules	<i>Sérotules</i>	4
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	2
P35	<i>Pipistrellus kuhlii / Pipistrellus nathusii</i>	1
P40	<i>Pipistrellus nathusii / Pipistrellus pipistrellus</i>	1

### V.1.3 Abondance

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.

Tableau 23 : Evaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle

Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	Activité (Cts Ajustés /H)	Niveau d'activité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0,248	Faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0,109	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	0,028	Faible
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	0,012	Très faible
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	0,004	Très faible
P35	<i>Pipistrellus kuhlii / Pipistrellus nathusii</i>	0,002	Très faible
Sérotules	<i>Sérotules</i>	0,001	Très faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	0,001	Très faible
P4	<i>Pipistrellus nathusii / Pipistrellus pipistrellus</i>	0,001	Très faible

Les trois espèces de pipistrelles ressortent avec un niveau d'activité globalement faible, malgré une présence tout au long de la saison. Les autres espèces présentent toutes un niveau d'activité très faible au cours de la période.

L'espèce ayant l'activité la plus « élevé » est la pipistrelle commune avec 0,24 ct/h, 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	P40	Sérotule		
11/05/2021 au 15/05/2021 au 15/05/2021 au 31/05/2021	178,67	Mai	0,504	0,504	0,056		0,001		0,011	0,006		1,08	Moyen
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin	0,470	0,029	0,058		0,014	0,003			0,003	0,58	Faible
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	0,257	0,004	0,019		0,033	0,005			0,002	0,32	Très faible
01/08/2021 au 15/08/2021 au 15/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août	0,020	0,093	0,007	0,004	0,007	0,009			0,001	0,14	Très faible
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre	0,050		0,003		0,012	0,004			0,002	0,07	Très faible
01/10/2021 au 30/10/2021	408,38	Octobre	0,191	0,024	0,024	0,002	0,002	0,005				0,25	Très faible

Les espèces sont donc présentent de manière différente au cours de la saison :

- ❖ La pipistrelle commune est présente toute l'année sur le site. Elle a **une activité faible en mai, juin, juillet et octobre**. Son niveau d'activité est jugé très faible entre le mois d'août et le mois de septembre. On observe une activité plus « élevé » en termes de nombre de contacts/heure au début de la saison de mise bas et élevage des jeunes. Cette activité peut s'expliquer par l'arrivée sur site des femelles pour former les colonies d'élevage des jeunes. L'activité plus faible qui s'ensuit ne concerne que la hauteur, il est possible que les individus chassent plus près du sol et ne soient pas captés à hauteur de nacelle.
- ❖ La pipistrelle de Kuhl est présente sur 5 mois, elle n'a pas été contactée au cours du mois de septembre. On note un **taux d'activité modéré au mois de mai**, en période de fin de dispersion printanière et au début de la période de mise bas et élevage des jeunes. Comme pour la pipistrelle commune, cette activité peut s'expliquer par l'arrivée sur site des femelles pour former les colonies d'élevage des jeunes. Des signaux de chasse active ont également été notés pour cette espèce, notamment à la saison printanière et estivale. Son niveau **d'activité est faible au mois d'août**, au début de la période de la période de dispersion automnale. Enfin, son niveau d'activité est très faible sur le reste de la saison.
- ❖ La pipistrelle de Natusius est présente tout au long de la saison. Son **niveau d'activité est faible entre les mois de mai, juin et octobre**. Puis très faible entre le mois de juillet et le mois de septembre. À l'image de la pipistrelle commune, son niveau d'activité est plus « élevé » entre les mois de mai et juin, lors de la période de mise bas et élevage des jeunes.
- ❖ La sérotine commune est observée sur deux mois de l'année, entre le mois d'août et le mois d'octobre. Son niveau d'activité est très faible sur ces deux mois.
- ❖ La noctule commune, comme la pipistrelle commune et la pipistrelle de Natusius, est présente toute l'année à proximité de l'éolienne E1. Son activité est très faible sur tous les mois **sauf pour le mois de juillet où elle devient faible**. C'est majoritairement une activité de transit qui est enregistrée pour cette espèce, toutefois une activité de chasse a été observée entre le mois de juin et le mois de juillet. Au vu du nombre de contacts sur ce dernier mois, il s'agit probablement de femelles qui utilisent le site de Pouldergat comme territoire de chasse de façon éparse. Cela peut également s'expliquer par la présence d'un gîte d'été à proximité. Ainsi, **les environs de l'éolienne E1 sont utilisés comme un territoire de chasse et comme une zone de transit**.
- ❖ La noctule de Leisler a une activité très faible tout au long de l'année 2021. Il s'agit essentiellement d'une activité de transit, aucun signal de chasse n'a été relevé. Au cours de l'année, le nombre de contacts enregistré est assez similaire. Il est cependant noté légèrement plus de contact lors de la saison de dispersion automnale et de swarming.

#### V.1.4 Répartition temporelle des contacts

L'activité la plus élevée est au mois de mai (1,08 ct/h) et la plus faible est au mois de septembre (0,07 ct/h). La diversité spécifique est au maximum de 6 espèces pendant les mois d'août et d'octobre, dans une moindre mesure également au cours des mois de juin et juillet, avec 5 espèces. Le mois de mai correspond à la période de dissolution des colonies d'hivernage et à l'arrivée en gîte de mise bas de certaines espèces, comme la pipistrelle commune par exemple. Toutefois, la richesse spécifique semble plus élevée lors de la période dispersion automnale, correspondant à la période de migration pour certaines espèces comme la noctule commune et la pipistrelle de Natusius.

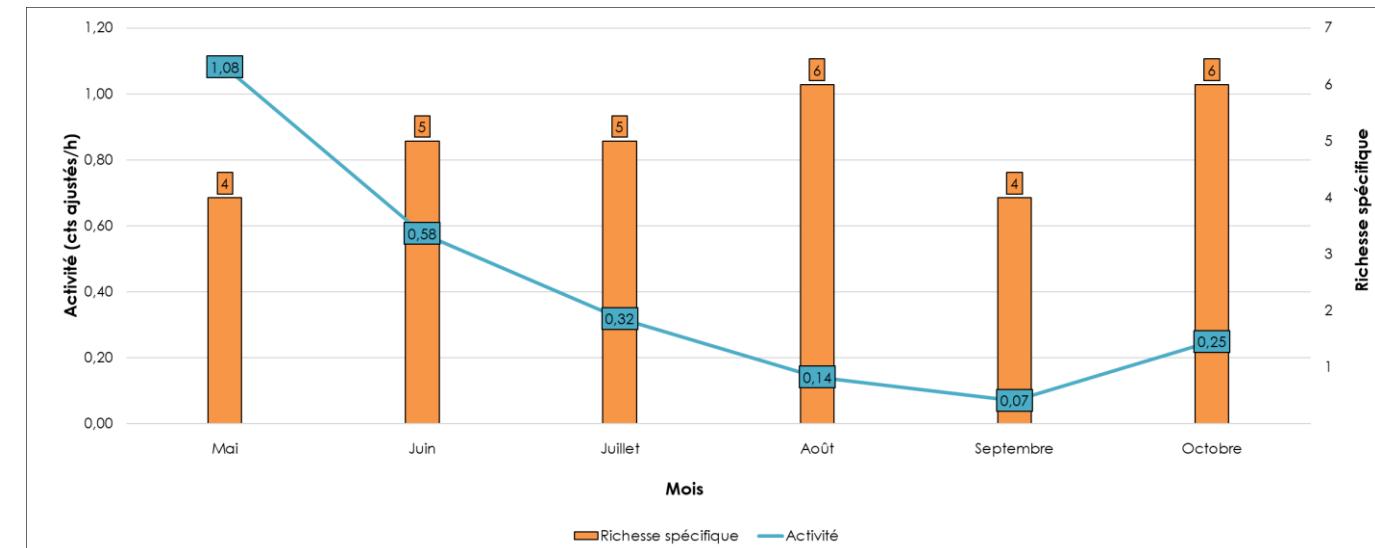


Figure 22 : Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison 2021

#### V.1.5 Comparaison du suivi en nacelle 2021 avec le suivi en nacelle 2020

Lors du suivi au cours de l'année 2020, 5 espèces de chauves-souris avaient été identifiées, il s'agit de la pipistrelle commune, la pipistrelle de Kuhl, la pipistrelle de Natusius, la noctule de Leisler et la noctule commune. En 2021, ces mêmes espèces ont de nouveau été contactées, à cette liste s'ajoute la sérotine commune.

À l'image de l'année 2020, la pipistrelle commune est l'espèce la plus active sur le site. Toutefois, on note une diminution importante des contacts passants de plus de 1 000 pour cette espèce l'année dernière contre moins de 400 en 2021. Toutes les autres espèces connaissant également une diminution de leur activité, excepté la pipistrelle de Kuhl qui augmente légèrement.

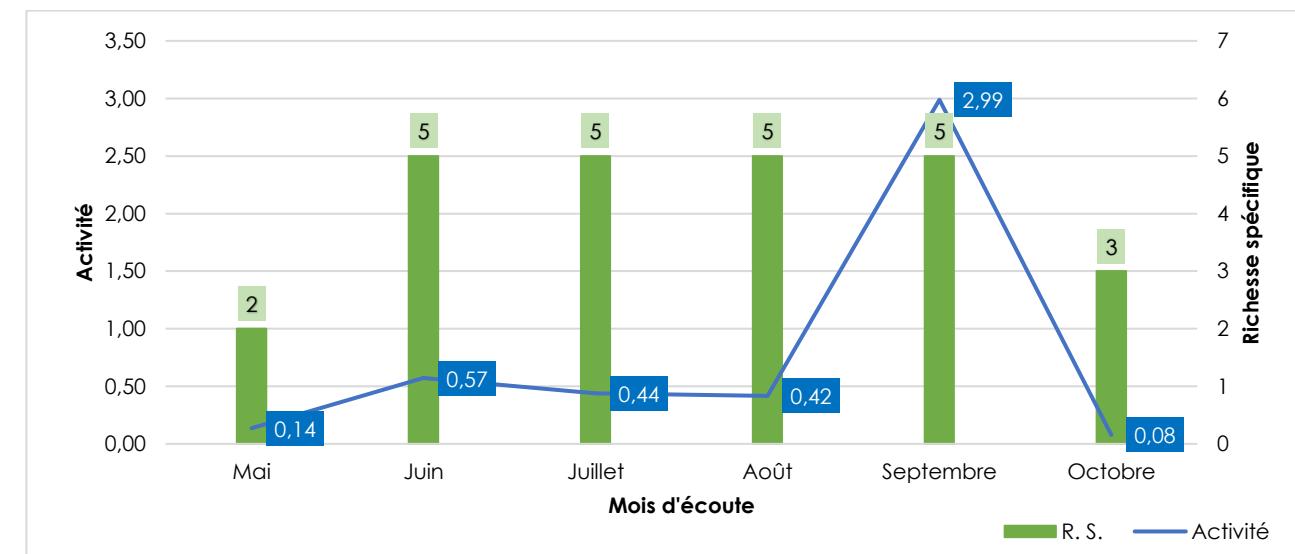


Figure 23 : Evolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison 2020, R.S. = Richesse spécifique.

Le nombre de contacts est également en diminution sur l'ensemble des mois de l'année 2021, excepté pour le mois de mai et d'octobre où l'on observe une augmentation. La diminution la plus importante concerne le mois de septembre. En 2020, le niveau d'activité était considéré comme « fort » sur ce mois avec un nombre de contacts par heure de 2,99 ct/h contre 0,07 ct/h en 2021, soit un niveau d'activité très faible.

On peut toutefois mentionner le contre-exemple du mois de mai 2021. Le niveau d'activité passant de très faible l'année dernière à moyen au cours de cette année 2021.

#### V.1.6 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.

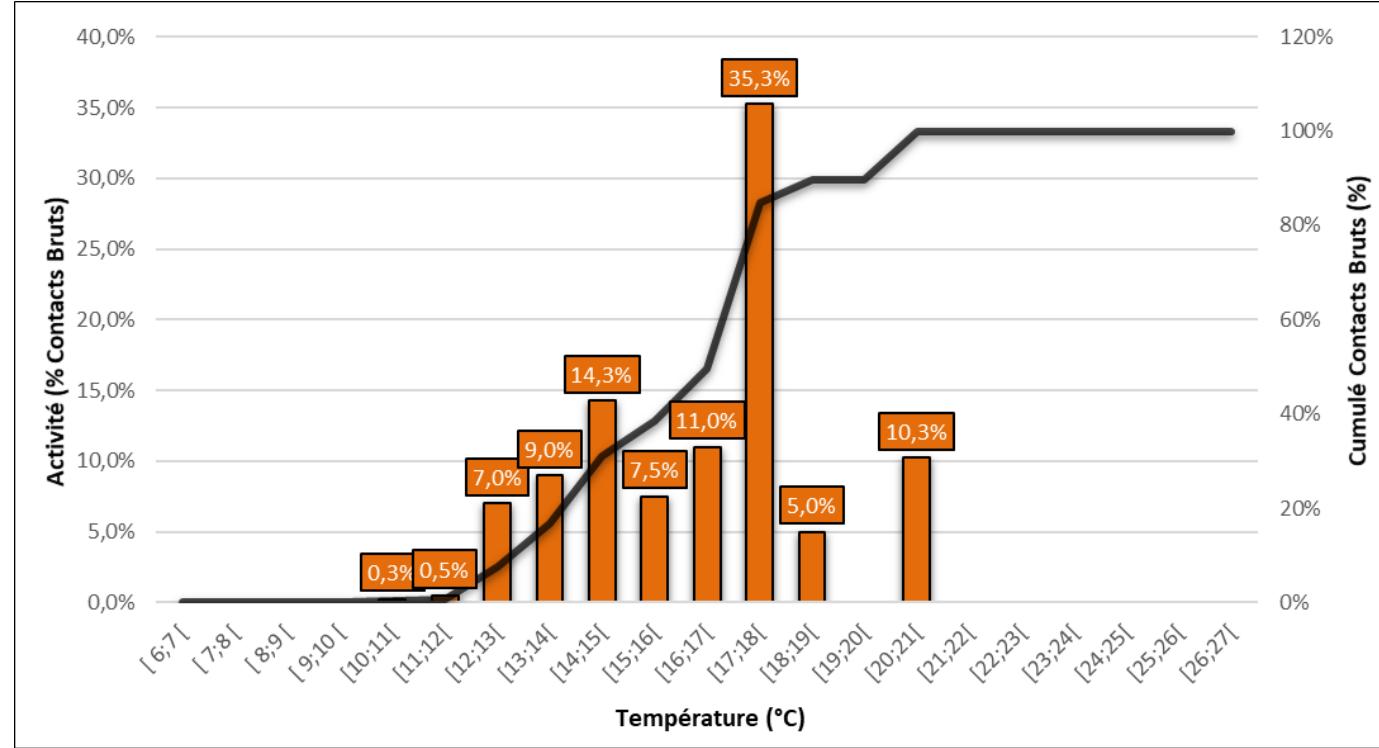


Figure 24 : Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C)

Après croisement de l'activité chiroptérologique en fonction de la température, on remarque que **90% de l'activité se concentre entre 12°C et 19°C inclus** dont 68% compris entre 14°C et 18 °C (voir graphique ci-dessus). En dessous de 12°C, on note seulement 1,5% de l'activité. Au-dessus de 17°C, l'activité décroît, mais on retrouve tout de même 15% de l'activité chiroptérologique.

Il n'est pas possible faire une comparaison avec 2020, car les données de température n'ont pas été disponibles pour cette année de suivi.

#### V.1.7 Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

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

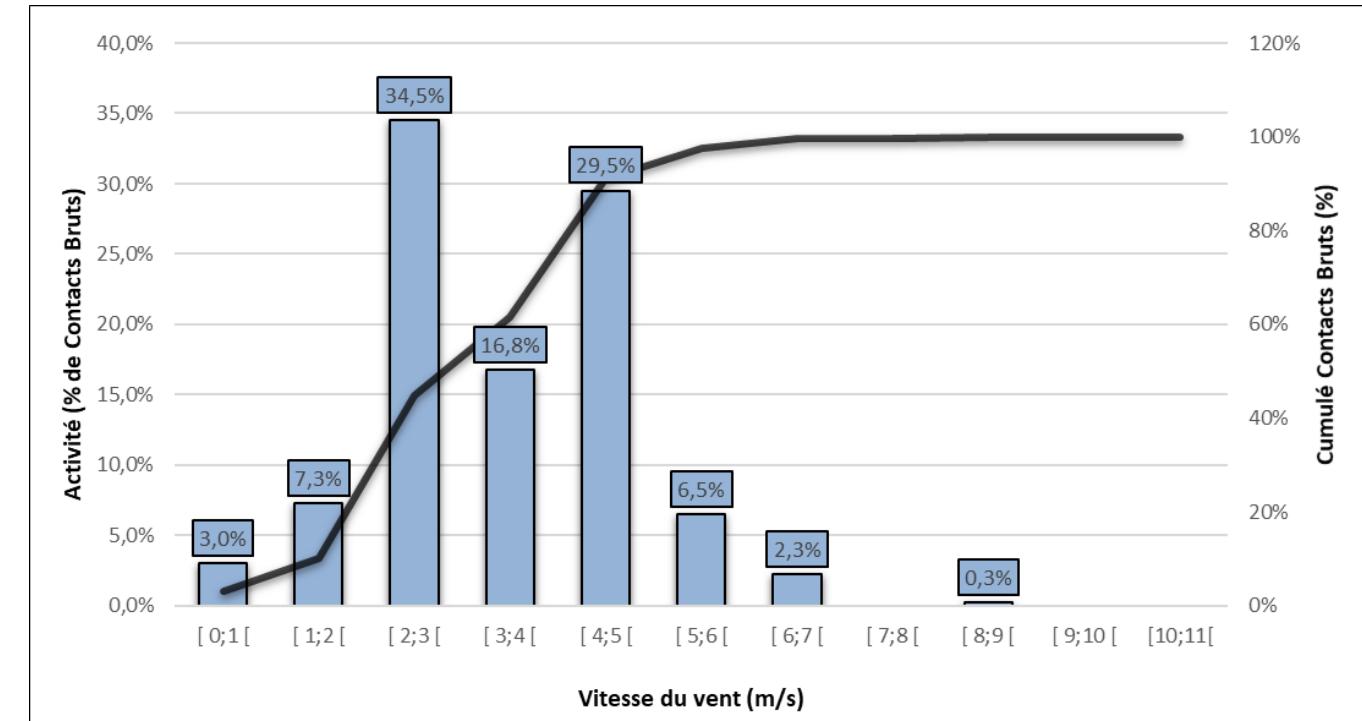


Figure 25 : Evolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s)

Les chauves-souris sont ainsi majoritairement actives à hauteur de pale lorsque la vitesse du vent est comprise entre 0 et 5 m/s, ainsi 90% de l'activité est enregistré dans cet intervalle de vitesse. L'optimum est atteint entre 2 et 5 m/s, avec 82% des contacts. Au-delà de ces valeurs, l'activité chiroptérologique diminue fortement, mais il y a quelques contacts jusqu'à 8 m/s.

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

#### V.1.7.1 Comparaison avec le suivi en nacelle de 2020

Tableau 25 : Comparaison de l'influence de la vitesse du vent pour les chiroptères entre 2020 et 2021.

Vitesse de vent	2020		2021	
	Nombre de contacts	% cumulé	Nombre de contacts	% cumulé
[0 ; 1[	235	14%	12	3%
[1 ; 2[	355	36%	29	10%
[2 ; 3[	433	62%	138	45%
[3 ; 4[	359	84%	67	62%
[4 ; 5[	211	96%	118	91%
[5 ; 6[	47	99%	26	98%
[6 ; 7[	13	100%	9	100%
[7 ; 8[	1	100%	0	100%
[8 ; 9[	1	100%	1	100%

Lors du suivi en nacelle de 2020 l'influence de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères avait déjà été mise en avant. Une variation interannuelle est observable, avec cette année 2021 un plus grand nombre d'individus étant actifs par vent plus fort avec cependant la même limite que lors de l'année 2020 des vents supérieurs à 6 m/s.

### V.1.8 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.1.9 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.

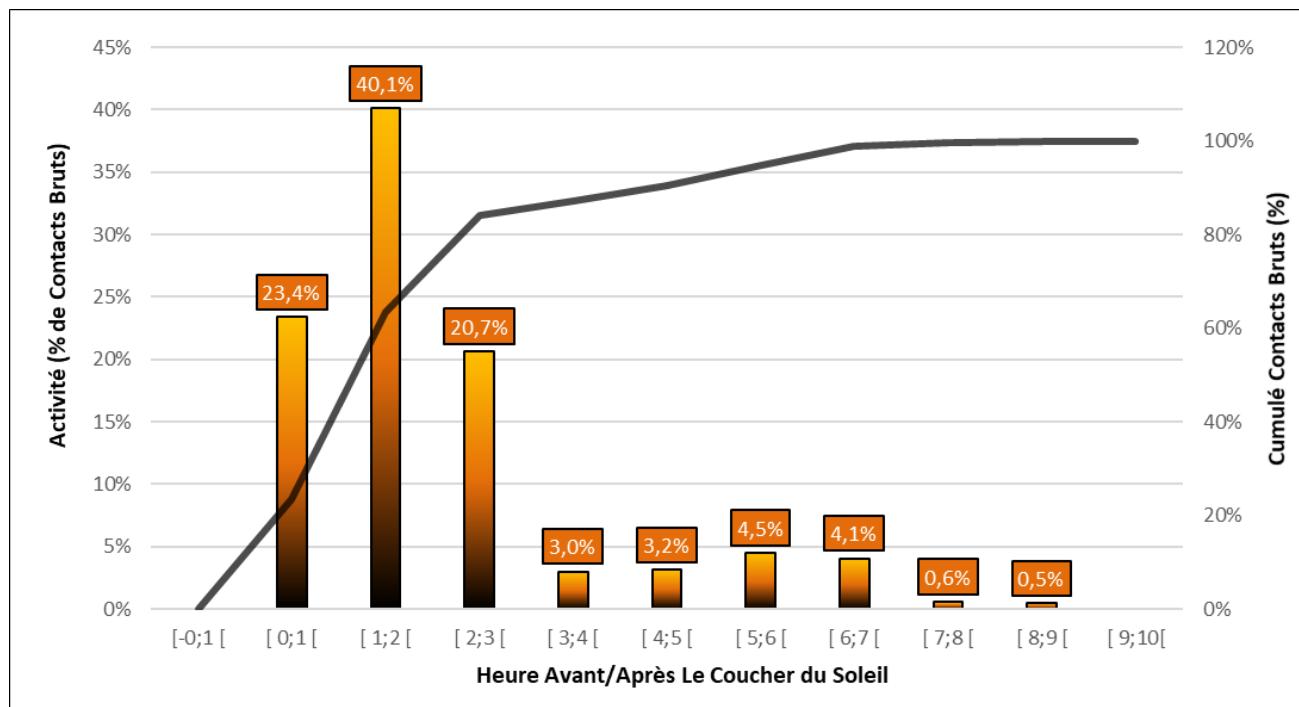


Figure 26 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil

Si l'on s'intéresse à l'activité en fonction de l'heure du coucher du soleil, on constate que **90% de l'activité est comprise entre 0 et 5 h après le coucher du soleil**. On aperçoit un pic d'activité entre 1 h et 2 h après le coucher du soleil, qui représente 40% de l'activité. Au-delà de 3 h après le coucher de soleil l'activité décroît (16% de l'activité). Cette dernière correspond à la seconde période d'activité des chiroptères, où l'activité est généralement plus faible.

### V.1.10 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.1.10.1 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.1.10.2 Evaluation du niveau d'enjeu

Il y a au total 6 espèces qui ont été inventoriées au niveau de l'éolienne E1. 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	Enjeu patrimonial
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	VU	NT	Article 2	Annexe IV	Fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	NT	NT	Article 2	Annexe IV	Fort
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	NT	LC	Article 2	Annexe IV	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	NT	NT	Article 2	Annexe IV	Fort
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	NT	LC	Article 2	Annexe IV	Faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	LC	Article 2	Annexe IV	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 classées comme quasi menacées 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.1.10.3 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
<i>Nyctalus spp.</i>	<i>Eptesicus spp.</i>	<i>Myotis spp.**</i>	<i>Roussettas aegytiacus</i>
<i>Pipistrellus spp.</i>	<i>Barbastella spp.</i>	<i>Plecotus spp.</i>	<i>Taphozous nudiventris</i>
<i>Vesperilio murinus</i>	<i>Myotis dasycneme*</i>	<i>Rhinolophus spp.</i>	<i>Otonycteris hemprichii</i>
<i>Hypsugo savii</i>			<i>Miniopterus pallidus</i>
<i>Miniopterus</i>			
<i>Tadarida teniotis</i>			

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.1.10.4 Evaluation 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	Attriée 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.1.10.5 Evaluation du niveau de vulnérabilité

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 le risque lié à l'implantation d'un parc éolien.

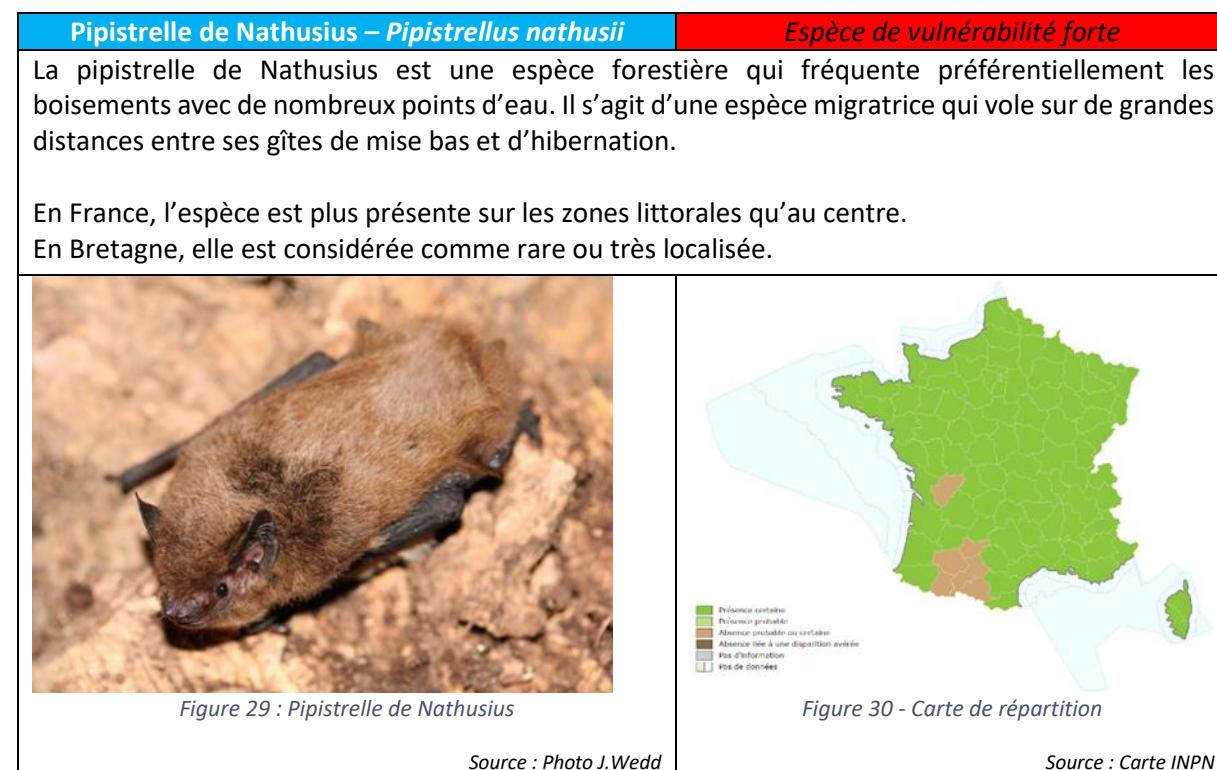
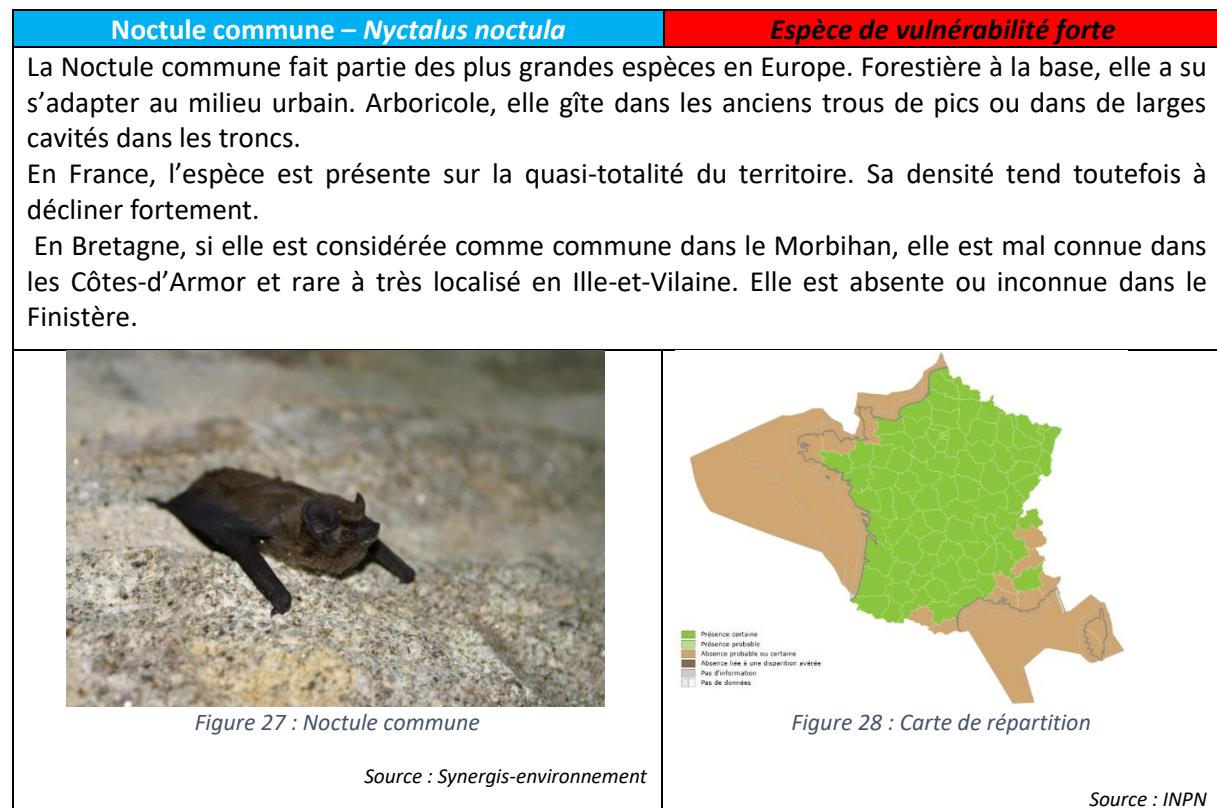
Tableau 32 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris

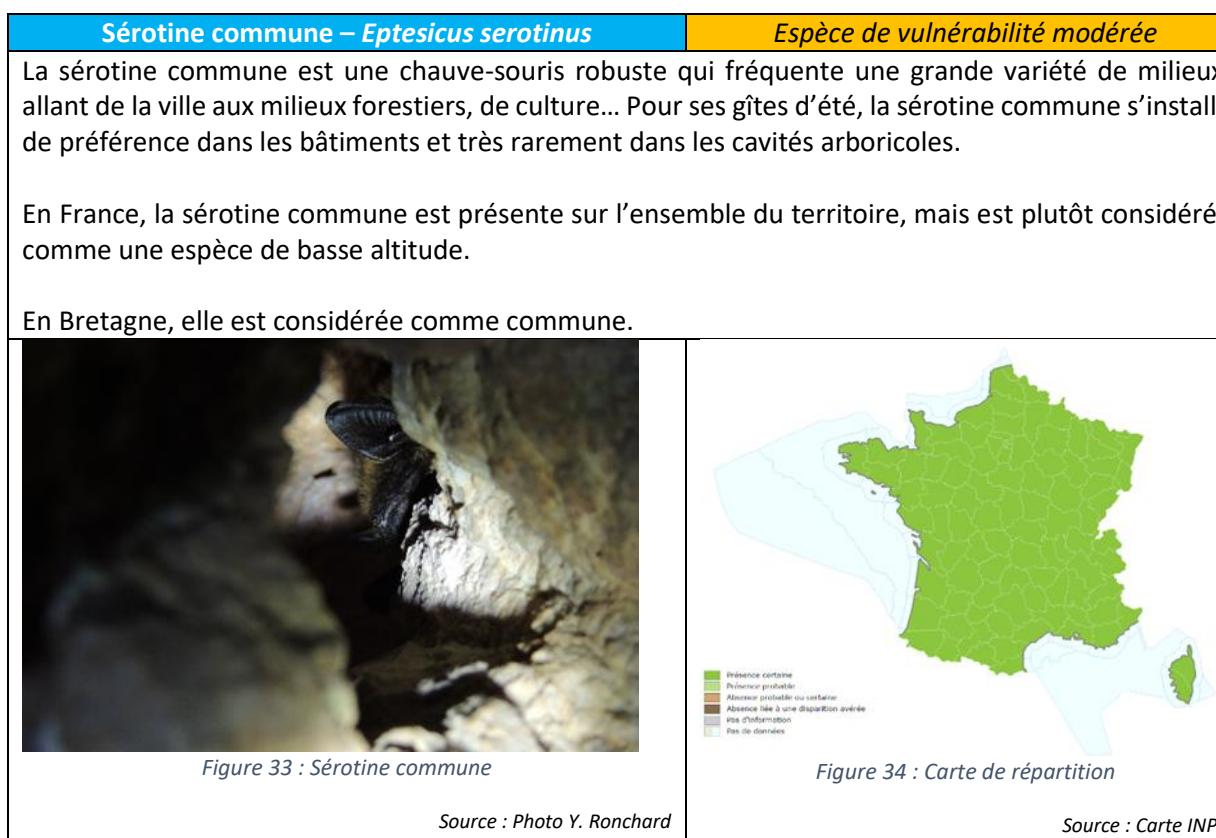
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu patrimonial	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Fort	Fort	Fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Fort	Fort	Fort
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Faible	Moyen	Modéré
Pipistrelle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

Toutes les espèces présentes sont donc concernées par un niveau de vulnérabilité modéré (pour la sérotine commune) ou assez fort et sont à prendre en compte, notamment les espèces migratrices.

#### V.1.10.5.1 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.





### V.1.10.5.2 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.1.10.5.2.1 Noctule commune

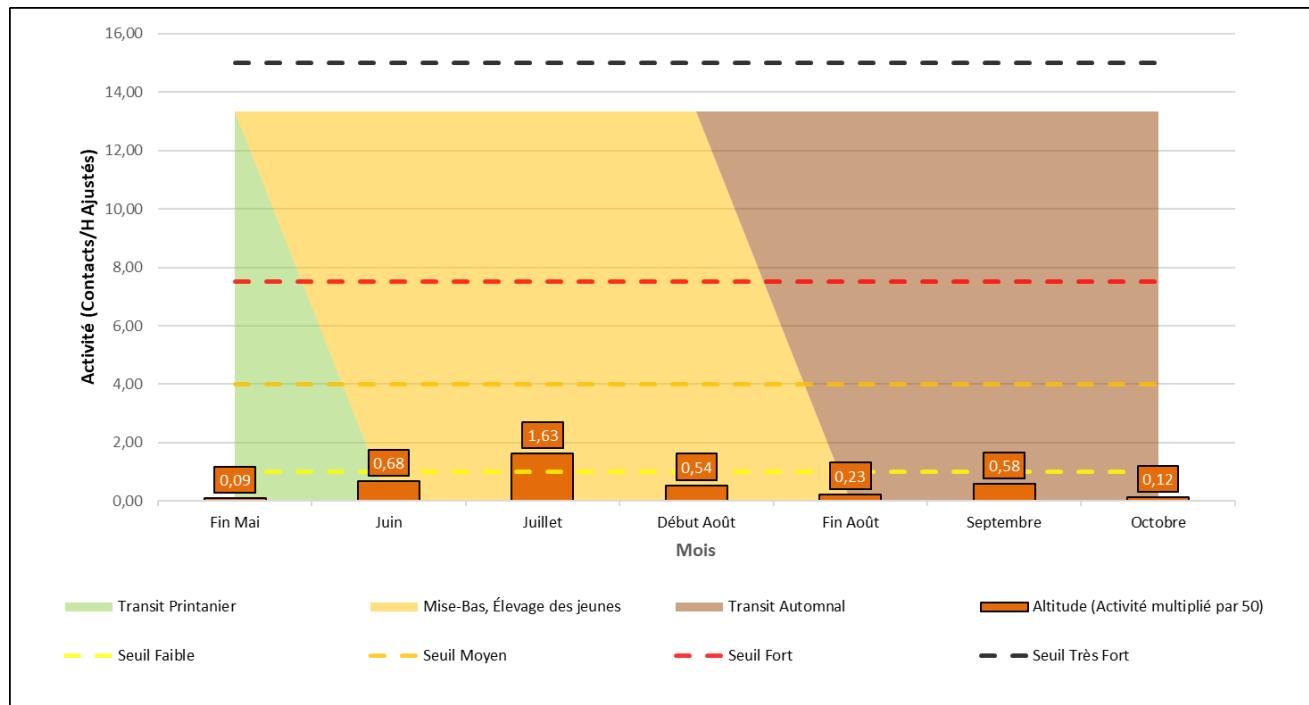


Figure 39 : Activité (en ct/h) de la noctule commune au cours de la saison en nacelle

L'activité de la noctule commune est très faible tout au long de la saison d'écoute, excepté lors du mois de juillet où le nombre de contacts est plus élevé. Le niveau d'activité est faible pour ce mois.

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.1.10.5.2.2 Pipistrelle de Natusius

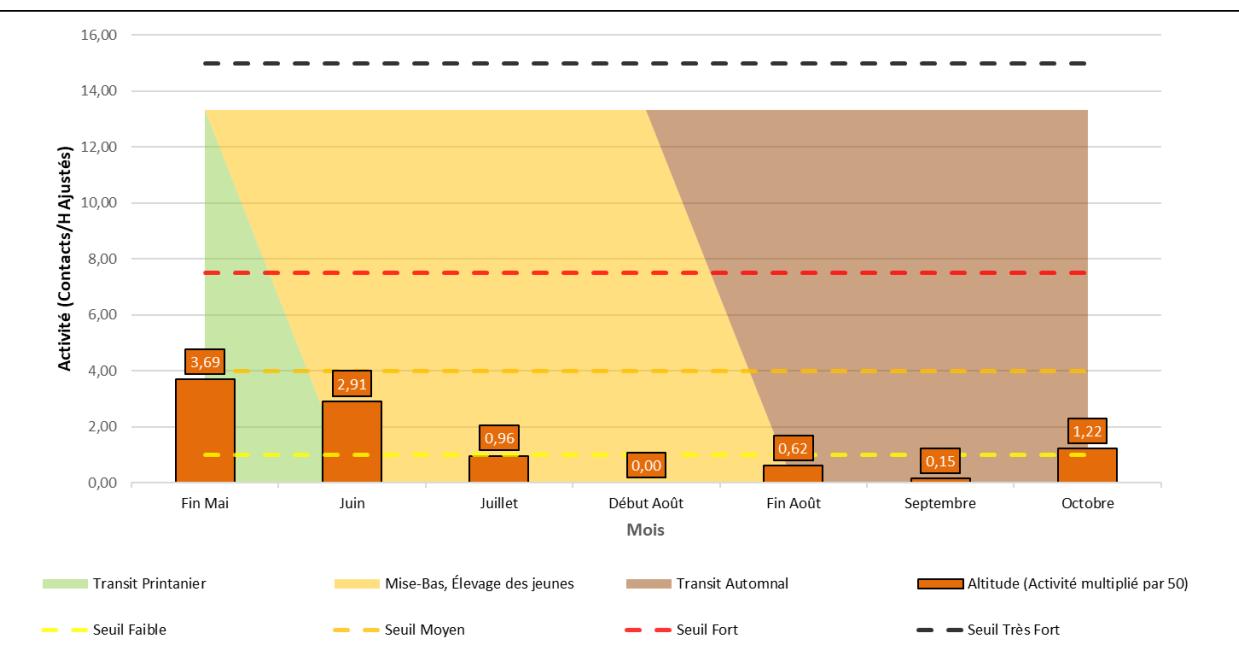


Figure 40 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Natusius au cours de la saison en nacelle

Espèce migratrice, la pipistrelle de Natusius fait partie des espèces les plus représentées en altitude sur le parc éolien de Pouldergat. Elle se montre active au début de la saison de mise bas et élevage des jeunes. Avec un pic d'activité modéré au mois de mai. Son activité baisse, en altitude, par la suite, pour de nouveau augmenter en période de transit automnal, restant toutefois à un niveau faible.

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

#### V.1.10.5.2.3 Noctule de Leisler

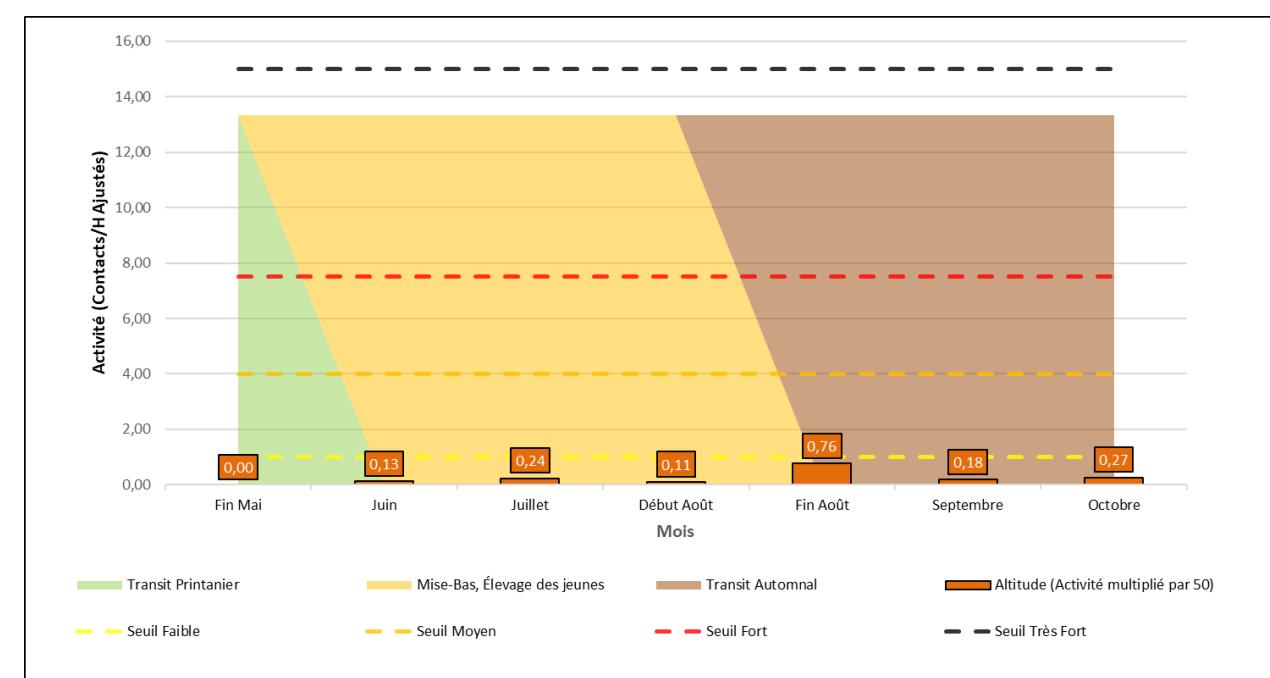


Figure 41 : Activité (en ct/h) de la noctule de Leisler au cours de la saison en nacelle

L'activité de la noctule de Leisler est généralement très 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**.

#### V.1.10.5.2.4 Sérotinge commune

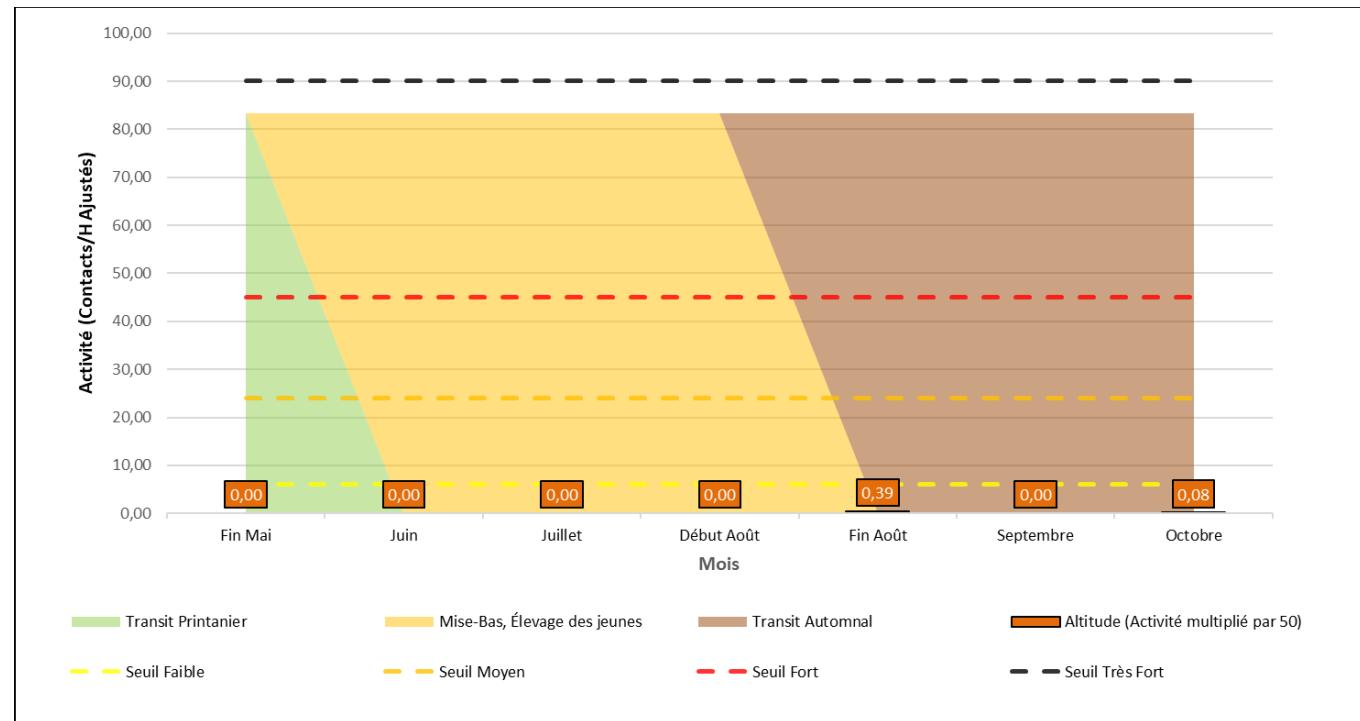


Figure 42 : Activité (en ct/h) de la sérotinge commune au cours de la saison en nacelle

L'activité de la sérotinge commune est anecdotique 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.1.10.5.2.5 Pipistrelle commune

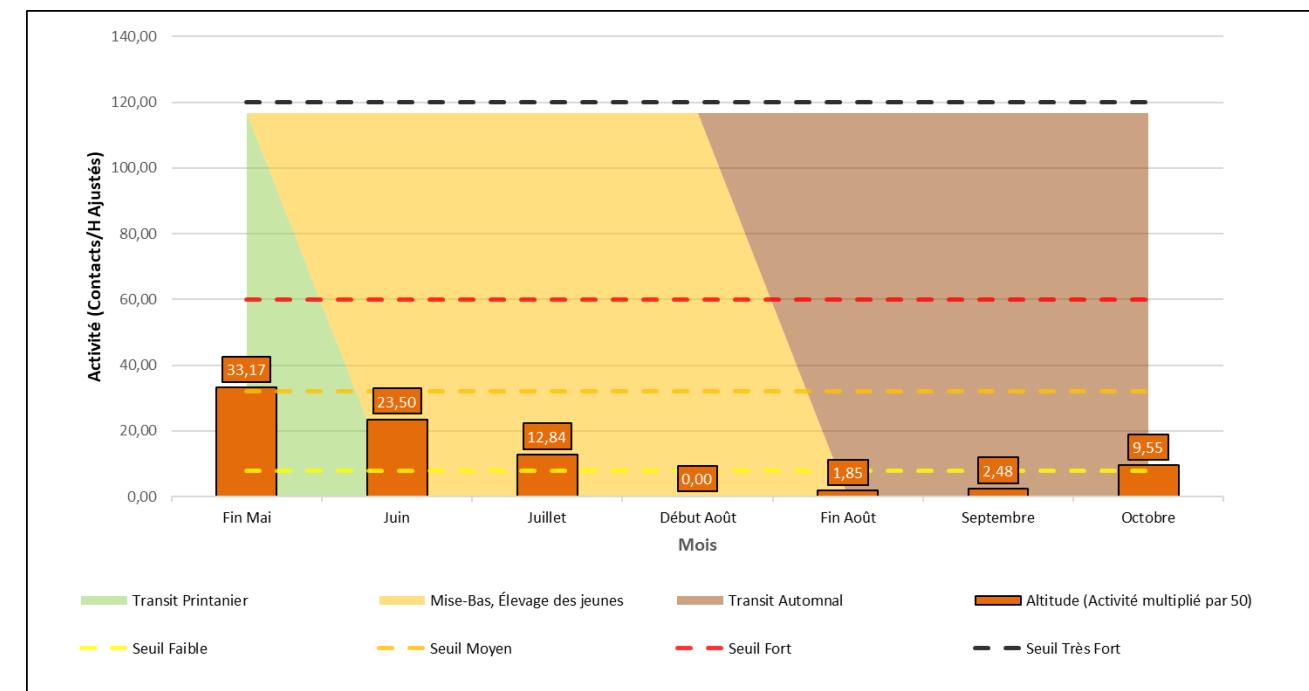


Figure 43 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle commune au cours de la saison en nacelle

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. Toutefois, son niveau d'activité est modéré à la fin du mois de mai et reste relativement élevé au mois de juin. Comme pour la pipistrelle de Nathusius son activité est nulle au cours du mois d'août, mais redouble lors du transit automnal.

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

## V.1.10.5.2.6 Pipistrelle de Kuhl

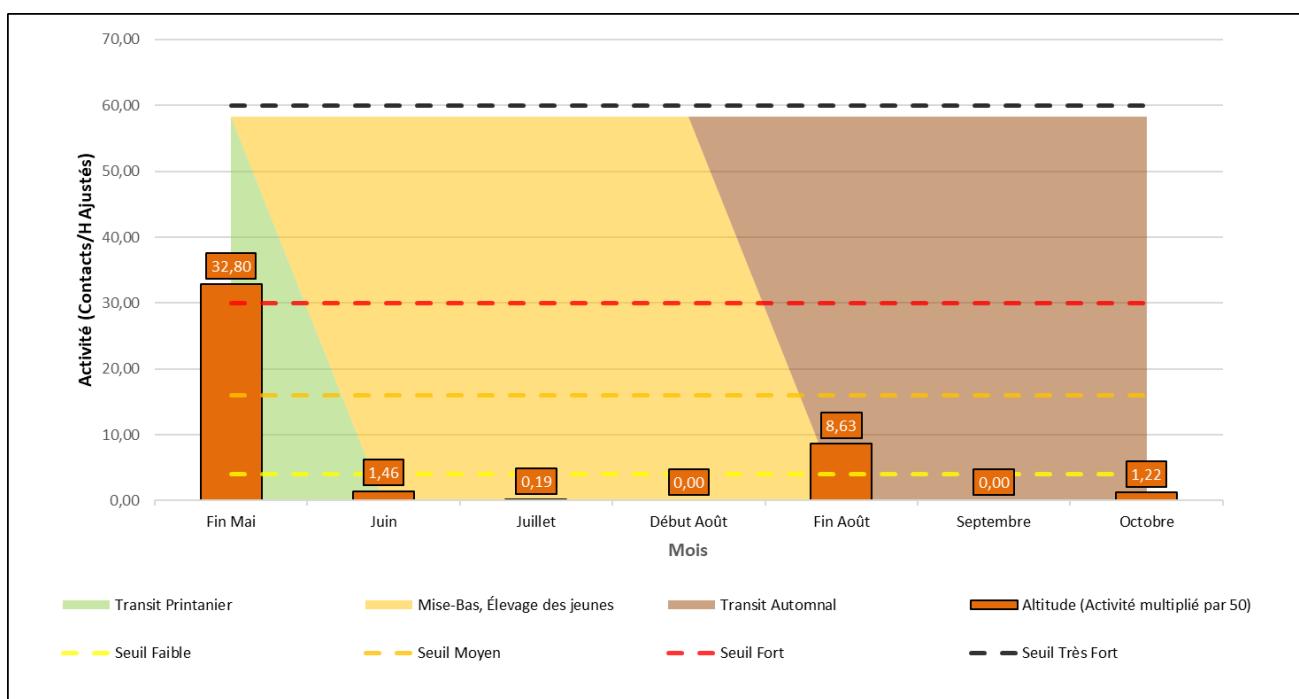


Figure 44 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Kuhl au cours de la saison en nacelle

La pipistrelle de Kuhl est la deuxième espèce la plus contactée sur le site. Son activité est variable en fonction des saisons. Elle est globalement faible, mais un pic de forte activité est observé au début de la période de mise bas et élevage des jeunes. Un second avec un pic d'activité plus faible est observé fin août, au début de la période de swarming et de transit automnal.

Il est noté qu'un cadavre de pipistrelle de Kuhl a été découvert en septembre 2021 alors qu'aucun contact en nacelle n'est enregistré. Cela peut s'expliquer par la non-utilisation de leur système d'écholocation lors par exemple de simple transit entre deux zones dont le chemin est connu.

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

## V.2 Synthèse des enjeux et vulnérabilités

Tableau 33 : Niveau d'enjeu et de vulnérabilité des espèces sur le parc éolien de Pouldergat

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	Faible
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	Modérée

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

## Conclusion du suivi en nacelle des chiroptères

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Pouldergat s'est fait entre les semaines 19 et 43 sur l'éolienne E1.

L'activité est faible sur l'ensemble de la saison, avec une activité de 0,45 ct/h. Ces contacts ont été enregistrés à la fin de la saison printanière jusqu'à la fin la saison automnale. **Le pic d'activité est au mois de mai** avec 1,18 ct/h, soit un niveau d'activité modéré.

98% des individus ont été contactés avec un vent inférieur à 6 m/s. Dans le même temps, l'activité se concentre principalement dans un intervalle de température compris entre 12°C et 18°C. Enfin, on note une activité élevée lors des trois premières heures de la nuit après le coucher du soleil.

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 « forte » pour la pipistrelle de Kuhl du fait d'un fort pic d'activité au début de la saison de mise bas et élevage des jeunes. La vulnérabilité est « modérée » concernant la pipistrelle commune et la pipistrelle de *Nathusius* et « faible » pour la noctule commune, la noctule de Leisler et la sérotine commune.

Le risque de collision pour les chiroptères est assez élevé pour la période de mise bas et d'élevage des jeunes.

## VI. SUIVI DE MORTALITÉ

### VI.1 Résultats

#### VI.1.1 Protocole mis en œuvre

##### VI.1.1.1 Fréquence de suivis

Les interventions ont été réalisées de mi-mai à fin octobre (semaine 20 à 43), chaque lundi 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
17/05/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
24/05/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
31/05/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
07/06/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
14/06/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
21/06/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
28/06/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
28/06/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
05/07/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
12/07/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
19/07/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
26/07/2021	Bastien Blanc, Romain Le Goff
02/08/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
09/08/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
16/08/2021	Sébastien Nedellec, Mathilde Migault
23/08/2021	Sébastien Nedellec, Mathilde Migault
30/08/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
06/09/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
13/09/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
20/09/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
27/09/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
04/10/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
11/10/2021	Bastien Blanc, Mathilde Migault
18/10/2021	Ronan Arhuro, Mathilde Migault
25/10/2021	Sébastien Nedellec, Mathilde Migault

##### VI.1.1.2 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 3 éoliennes. La surface à prospecter correspond à un carré de 100m x 100m, soit une surface de 1 ha autour de chaque éolienne (Figure 45). Il est considéré que cette surface est suffisante pour obtenir une valeur précise de la mortalité induite par les éoliennes.

Les quadrats et les transects associés sont identiques à ceux utilisés lors du suivi de 2020.

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 quadrat (périmètre de la surface à prospector). Celui-ci est ligné par des transects (Figure 46). 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.

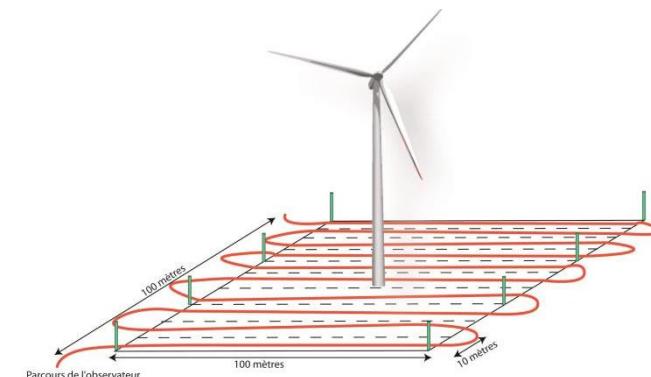


Figure 45 : Schéma de principe des recherches de terrain

Source : LPO, 2004

Pour toutes les journées de suivi et pour chaque éoligénérateur, 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.

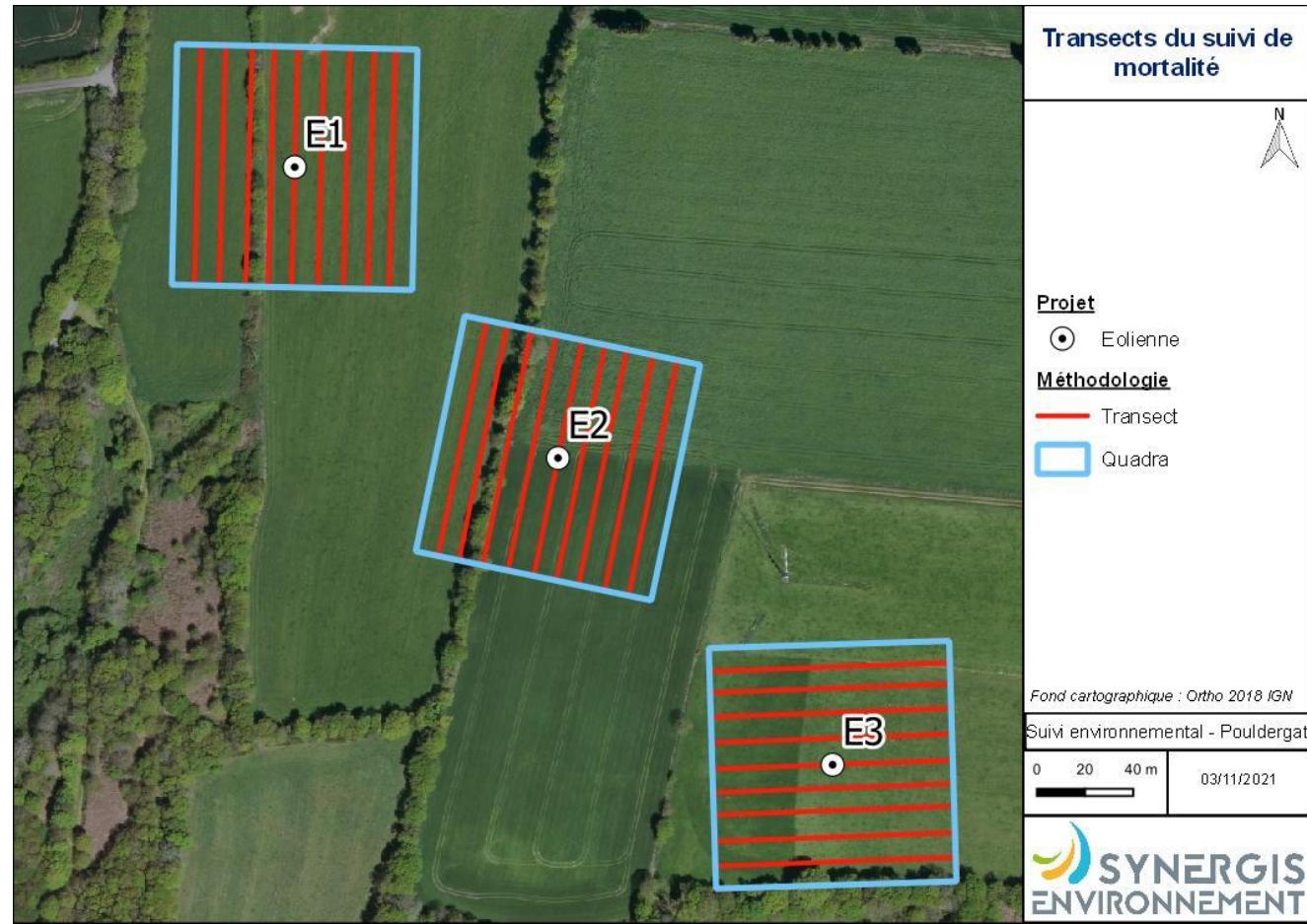


Figure 46 : Localisation des transects du suivi de mortalité du site éolien de Pouldergat

#### VI.1.1.3 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 où de chauve-souris et découvert le jour de la pose des cadavres et qu'il est déterminé comme mort dans la journée il est alors ajouté au test de persistance.

La durée moyenne de persistance des cadavres est calculée ainsi :

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

Un test a été mené, en début de période du suivi (Tableau 35).

Tableau 35 : Planning de réalisation des tests de persistance

Dates	Intervenants	Interventions
14/06/2021	Bastien Blanc	Mise en place du test 1
15/06/2021	Bastien Blanc	Contrôle test 1
13/09/2021	Bastien Blanc	Mise en place du test 2
14/09/2021	Bastien Blanc	Contrôle test 2
16/09/2021	Bastien Blanc	Contrôle test 2

#### VI.1.2 Occupation du sol au pied des éoliennes

Quatre types de couverts sont majoritairement présents : culture, voirie (comprenant les plateformes et les chemins d'accès), prairie de fauche et haie (Tableau 36).

Les cultures sont majoritaires avec 43% de la surface totale des quadrats. Ce sont des cultures de maïs et de blé.

Ces différents couverts fluctuent en hauteur au fil du suivi. Ce qui n'est pas le cas des voiries, des haies et des zones rudérales composées par les plateformes et de leurs chemins d'accès à hauteur de 28% de la surface totale.

Les prairies représentent 24% de la surface totale.

Les haies arborées représentent 5% de la surface totale.

Tableau 36 : Types d'habitats rencontrés et surfaces associées

Typologie simplifiée des habitats	2021		2020	
	Surface (en ha)	Pourcentage	Surface (en ha)	Pourcentage
Culture	1,30	43 %	1,71	57 %
Voirie	0,84	28 %	0,84	28 %
Prairie	0,72	24 %	0,31	10 %
Haie	0,14	5 %	0,14	5 %

Ces couverts induisent quatre types de surfaces, du point de vue du suivi (Figure 47) :

- ❖ les plateformes qui sont considérées comme des « surfaces planes »
- ❖ les prairies qui sont en « végétation basse », « végétation moyenne » ou « végétation haute », selon la période
- ❖ les cultures qui sont « surface plane », « végétation basse », « végétation moyenne » ou « végétation haute », selon la culture et son développement
- ❖ les haies sont considérées comme « non prospectables »

Les différences notables avec l'année 2020 se situent au niveau de E1 où la prairie à l'ouest est devenue cette année un champ de maïs alors que la culture autour de l'éolienne et donnant également sur E2 est-elle devenue une prairie. Un autre changement se trouve sous l'éolienne E2 avec l'utilisation d'une autre culture, du blé au lieu du maïs.



Figure 47 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes du site de Pouldergat

### VI.1.3 Surfaces prospectées

La surface globale prospectée est assez homogène au cours de la période de prospection (médiane : 17 171 m<sup>2</sup> ; Figure 48). Lors des semaines 20, 22 et 23 un pic de surfaces prospectables est observé (environ 20 000 m<sup>2</sup>). Ce pic est dû à la plantation des champs de maïs sous E1 et E3. Par la suite, la pousse du maïs réduit à nouveau la surface prospectable. La pousse de la prairie de fauche sous E1 et E2 fait fluctuer les surfaces prospectables. Le maximum possible prospectable de 30 000 m<sup>2</sup> n'est jamais atteint.

L'éolienne E2 a été la plus prospectée au cours du suivi de 2021 (médiane : 1 648 m<sup>2</sup> ; Figure 49). Ceci est lié à la présence d'une grande plateforme et des champs de blé semés et moissonnés au cours du suivi.

Le quadrat de l'éolienne E3 est recouvert d'un champ de maïs. La surface prospectable notamment du champ de maïs a évolué de plane à haute est n'a pas été fauché avant la fin du suivi (médiane : 7 171 m<sup>2</sup>).

L'éolienne E1 est composée d'un champ de maïs qui a évolué d'une surface plane à haute au cours du suivi, d'une haie qui n'est pas prospectable et d'une prairie de fauche qui a été fauchée au cours du suivi, mais qui présente également des hauteurs de végétation différentes en son sein (médiane : 6 214 ha).

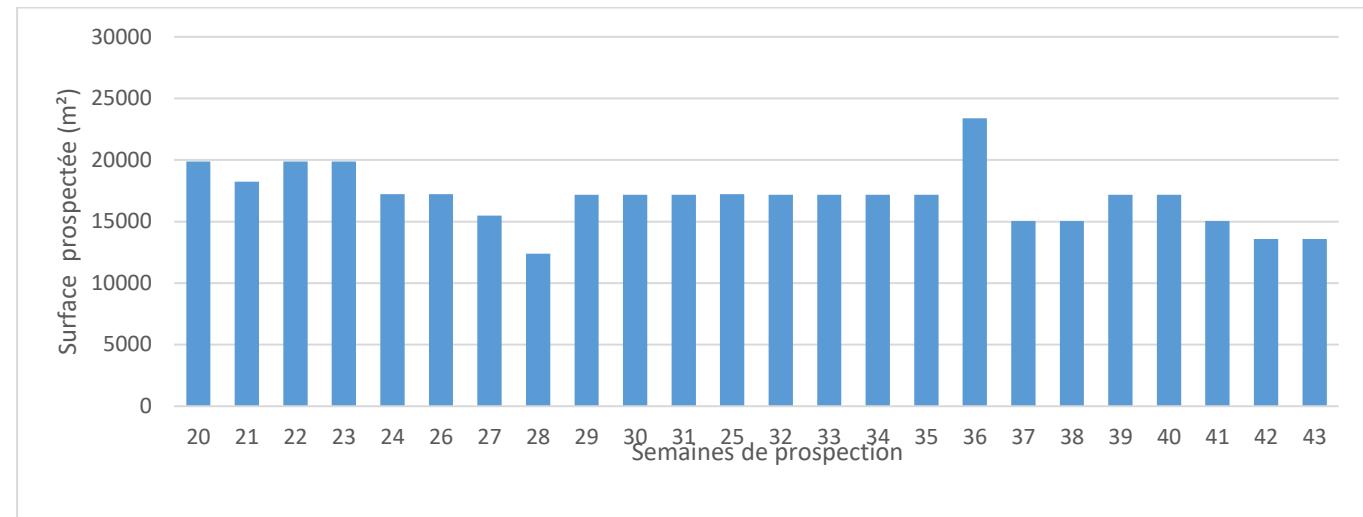


Figure 48 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires

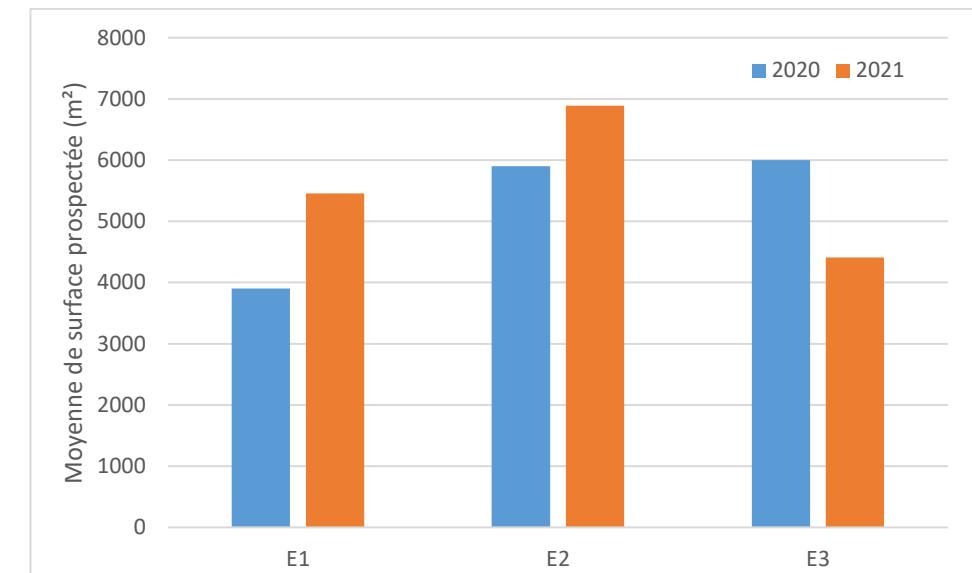


Figure 49 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2020 et 2021

#### VI.1.3.1 Comparaison avec 2020

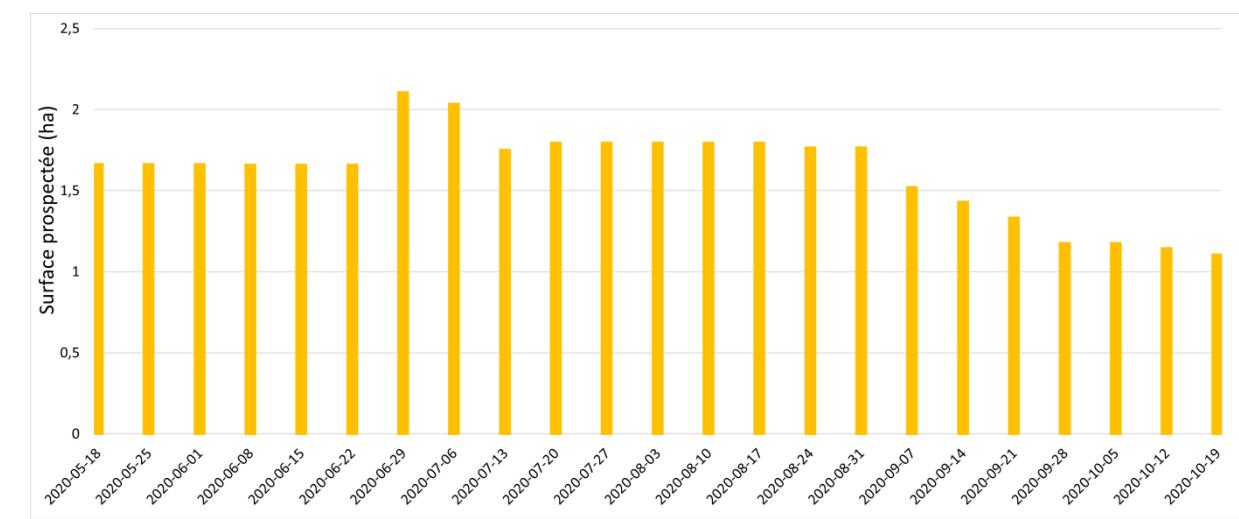


Figure 50 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires en 2020

Au niveau de la surface prospectée par passage peu de différence est notée en comparaison de 2020. C'est plutôt au niveau des surfaces par éoliennes que des différences apparaissent entre les deux années de suivis. En 2020, c'était l'éolienne E1 qui était la moins suivie du fait de la prairie inaccessible à l'ouest et du champ cultivé prospectable peu de fois. Les dates de plantation et de moissonnage du maïs autour de l'éolienne E3 ont fait passer cette éolienne de la plus prospectée, en 2020, à la moins prospectée en 2021.

#### VI.1.4 Coefficients de correction

##### VI.1.4.1 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.1.4.2 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 6 ou 7 proies par éoliennes.

Tableau 37 : Tests de persistance

Tests	Date de passage	Nbre de proies restantes	Persistance (j)	Persistance moyenne (j)
Test 1 du 14 juin	14/06/2021	20	-	0,5
Test 1 du 22 juin	15/06/2019	0	0,5	
Test 2 du 13 septembre	13/09/2020	20	-	0,8
Test 2 du 13 septembre	14/09/2020	16	0,5	
Test 2 du 13 septembre	16/09/2020	0	1,5	

Les deux tests montrent une persistance très faible d'un jour lors des deux tests.

**Le taux de persistance global est de 0,7 jour sur le parc éolien de Pouldergat.**

**En 2020, le taux de persistance global était de 1,3 jour sur le parc éolien de Pouldergat.**

#### VI.1.5 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 E2)

Date	Nom	Eolienne	Surface Plane	Surface Basse	Surface Moyenne	Surface Haute
17/05/2021	Bastien Blanc Mathilde Migault	E2	1087,75	1792,78	190	0
24/05/2021	Bastien Blanc Mathilde Migault	E2	4966,6	0	190	0
31/05/2021	Mathilde Migault	E2	8299,2	0	252,32	0
07/06/2021	Bastien Blanc	E2	3411,45	0	190	0
14/06/2021	Bastien Blanc	E2	8299,2	0	252,32	0

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
E1	0,33	25,42
E2	0,50	38,50
E3	0,33	25,24
Parc	<b>0,37</b>	<b>29,72</b>

### VI.1.6 Données de mortalité constatée

Durant le suivi 2021 sur le parc de Pouldergat et de ses 3 éoliennes, **dix cas de mortalité** ont été enregistrés. **Sept portaient sur des cadavres de chiroptères** (5 pipistrelles communes *Pipistrellus pipistrellus*, 1 pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii* et 1 pipistrelle sp.), répartis sous chacune des trois éoliennes. Les **trois autres cadavres sont des oiseaux** (faisan de Colchide *Phasianus colchicus*, martinet noir *Apus apus*, Goéland brun *Larus fuscus*).  
 Sous **E2**, 5 cadavres ont été retrouvés dont 2 oiseaux et 3 chiroptères.  
 Sous **E1**, 3 cadavres sont retrouvés dont 1 oiseau et 2 chiroptères.  
 Enfin, 2 cadavres de chiroptères sont retrouvés sous **E3**.

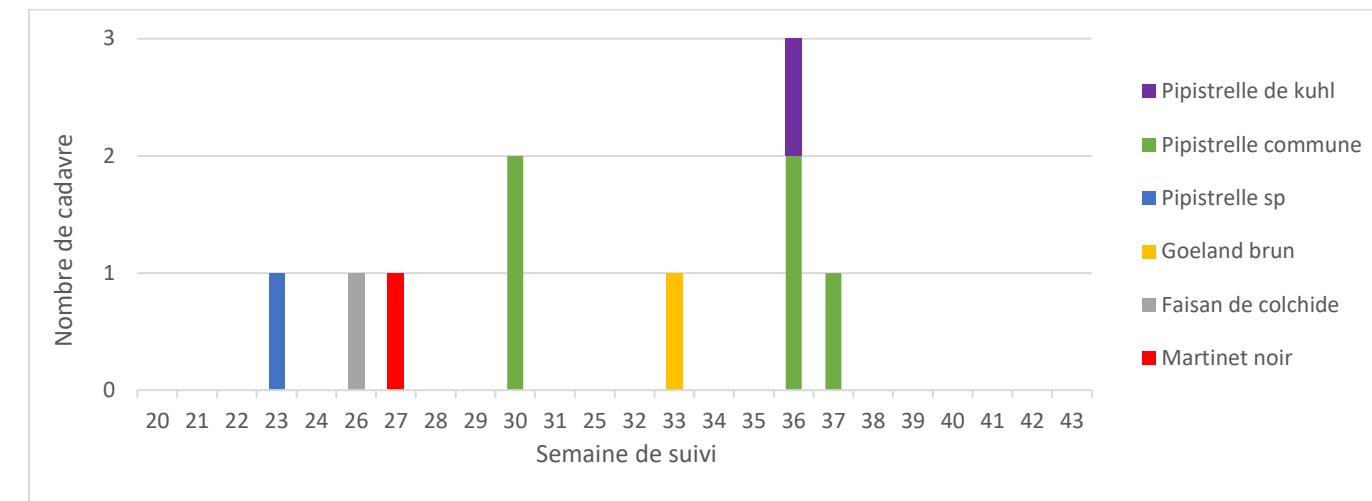


Figure 52 : Chronologie des découvertes de cadavres, par espèces

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

Date	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Eolienne
2021-06-07	Pipistrelle sp	<i>Pipistrellus sp</i>	E3
2021-06-28	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	E2
2021-07-05	Martinet noir	<i>Apus apus</i>	E1
2021-07-26	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	E1
2021-07-26	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	E2
2021-08-16	Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	E2
2021-09-06	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	E1
2021-09-06	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	E2
2021-09-06	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	E3
2021-09-13	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	E2

#### ❖ Chiroptère

- Les trois premiers cas de mortalité de chiroptères observés le sont pendant la période de mise bas et d'élevage des jeunes.
- Les quatre autres cas de mortalité de chiroptère le sont pendant la période d'accouplement et de transit automnal.

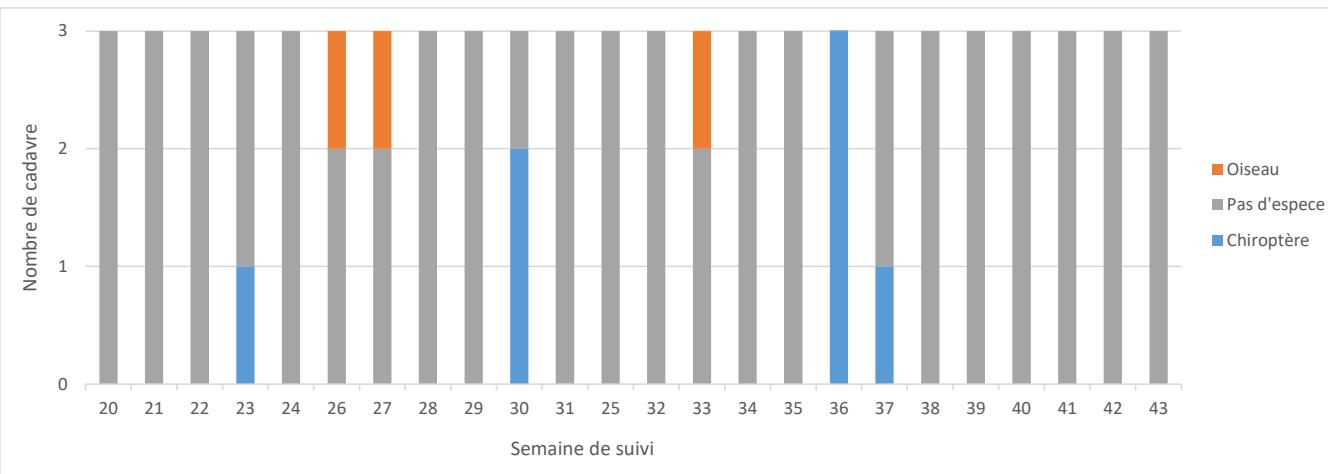


Figure 51 – Chronologie des découvertes des cadavres par taxon

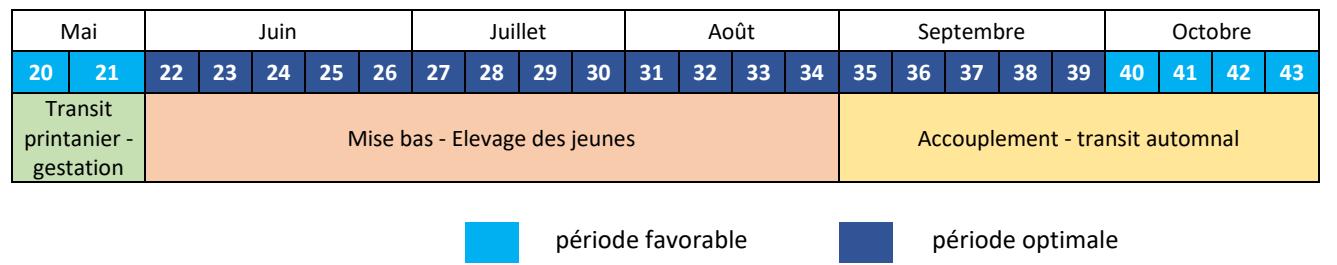


Figure 53 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères

#### ❖ Avifaune

Les deux premiers cas de mortalité d'oiseaux sont découverts lors de la période d'émancipation des jeunes (semaine 26 et 27). Le cas de mortalité du goéland brun est plus vraisemblablement un individu en transit recherchant une zone de gagnage.

#### VI.1.6.1 Comparaison avec 2020

Tableau 41 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2020

Date	Espèce retrouvée	Eolienne
03/08/2020	pipistrelle de Kuhl ( <i>Pipistrellus kuhlii</i> )	E3
07/09/2020	pipistrelle de Kuhl ( <i>Pipistrellus kuhlii</i> )	E1
21/09/2020	pipistrelle de Kuhl ( <i>Pipistrellus kuhlii</i> )	E2
21/09/2020	pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )	E2

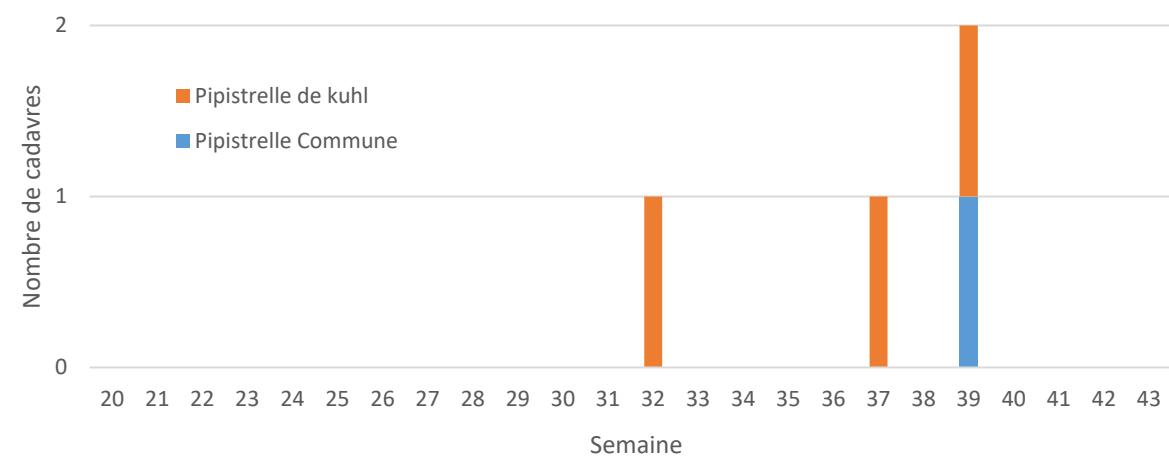


Figure 54 : Chronologie des découvertes de cadavres en 2020

Les cas de mortalités brutes (individu découvert) ont augmenté en 2021 passant de 4 individus découverts à 10 cette année, avec dans le détail, 7 cas de mortalités observés chez les chiroptères en 2021 contre 4 en 2020 et 3 cas de mortalités observés pour les oiseaux contre 0 en 2020.

En 2021, des cas de mortalité de chiroptères sont découverts comme l'année dernière en période d'accouplement et de transit automnal (semaine 35 à 43), mais à la différence de 2020 des cas de mortalités sont aussi découverts en semaine 23 et 30 correspondant à la période de mise bas et d'élevage des jeunes.

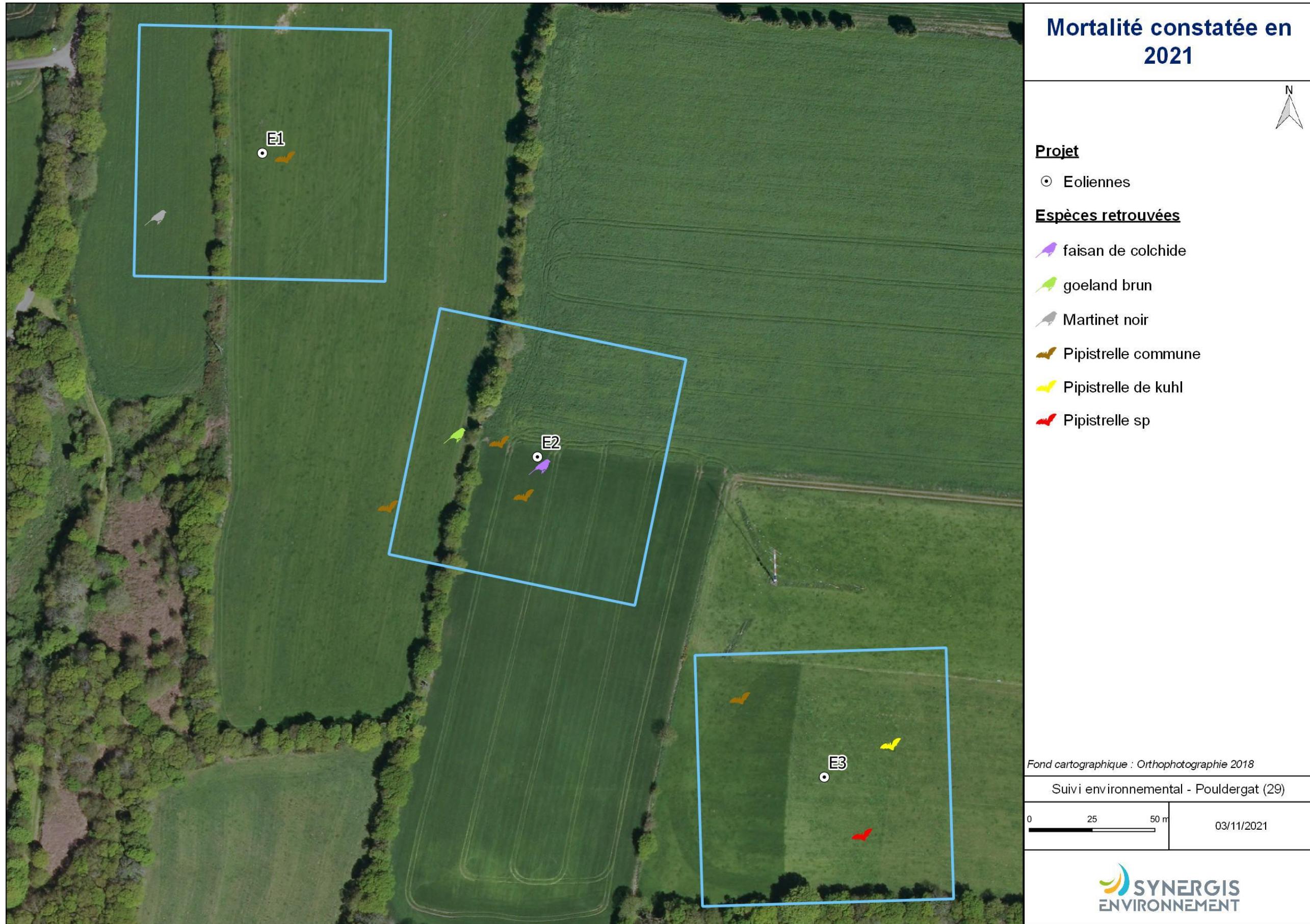


Figure 55 : Localisation des cadavres retrouvés lors du suivi de mortalité de 2021.

## VI.1.7 Évaluation de la mortalité réelle

### VI.1.7.1 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 suivie.

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.

Le taux de persistance des cadavres étant très faible 0,7 jour, l'une des trois formules d'estimation de la mortalité réelle ne permet pas de donner des estimations fiables. Cette méthode : la formule de Jones 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, avec un taux de persistance proche de zéro, le coefficient correcteur d'intervalle effectif est très grand, ce qui rend le résultat peu fiable. Cet estimateur est donc affiché dans les résultats, mais n'est pas pris en compte dans les moyennes globales.

### ❖ Chiroptères

Tableau 42 : Estimations de la mortalité réelle des chiroptères sur le parc éolien de Pouldergat (moyenne calculée sans la formule de Jones)

Parc entier					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	330,46	47,6	791,43	126,21	616,85
Huso	588,148	87,53	973,86	221,55	907,72
Jones	0	0	967,59	0	814,19
Moyenne	<b>459</b>			<b>126</b>	<b>908</b>

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour les chiroptères est de l'ordre de **459 chauves-souris** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre **126 et 908 individus**.

La grande incertitude de ces estimations est en grande partie due à l'écart entre la fréquence des suivis (7 jours) et le taux de persistance (0,7 jour).

### ❖ Avifaune

Tableau 43 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Pouldergat (moyenne calculée sans la formule de Jones)

Parc entier					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	142,7	0	364,02	48,47	272,99
Huso	326,77	0	831,23	109,99	636,02
Jones	0	0	958,67	0	886,38
Moyenne	<b>235</b>			<b>48</b>	<b>886</b>

Pour le parc entier, la mortalité réelle supposée pour les chiroptères est de l'ordre de **235 oiseaux** sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre **48 et 886 individus**.

La grande incertitude de ces estimations est en grande partie due à l'écart entre la fréquence des suivis (7 jours) et le taux de persistance (0,7 jour).

#### VI.1.7.1.1 Comparaison avec 2020

Tableau 44 : Estimations de la mortalité réelle de l'avifaune sur le parc éolien de Pouldergat en 2020

Parc entier					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	97,1	0	260,91	27,94	193,05
Huso	117,65	0	363,5	30,01	254,44
Jones	308,67	0	906,4	87,03	706,76
Moyenne	<b>174</b>			<b>28</b>	<b>707</b>

Le nombre de cas de mortalité de chiroptère réelle estimée a augmenté de **174** [28 ; 707] chiroptères impactés en 2020 à **459** [126 ; 908] en 2021. Le très grand intervalle de confiance ne permet pas de statuer sur une différence significative de mortalité réelle entre les deux années de suivis.

Pour ce qui est de l'avifaune en 2020, aucun cas de mortalité n'était constaté. Cette année 2021, ce sont **235** cas de mortalités qui sont estimés [48 ; 886] IC80%.

### VI.1.7.2 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%.

#### ❖ Chiroptère

Tableau 45 : Mortalité réelle estimée pour les chiroptères par éolienne pour le parc de Poudergat (moyenne calculée sans la formule de Jones)

E1					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	58,71	0	218,08	0	150,45
Huso	133,55	0	534,19	0	361,89
Jones	0	0	851,99	0	0
<b>Moyenne</b>	<b>96</b>			<b>0</b>	<b>362</b>

E2					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	89,08	0	219,28	30,47	169,25
Huso	204,49	0	558,79	69,48	412,6
Jones	485,3	0	985,67	0	927,46
<b>Moyenne</b>	<b>147</b>			<b>30</b>	<b>412</b>

E3					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	201,81	0	644,03	0	459,21
Huso	407	0	950,62	0	814
Jones	0	0	0	0	0
<b>Moyenne</b>	<b>304</b>			<b>0</b>	<b>459</b>

La mortalité réelle estimée pour les chiroptères pour l'éolienne E1 est de l'ordre de 96 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 362 individus.

La mortalité réelle estimée pour les chiroptères pour l'éolienne E2 est de l'ordre de 147 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 30 et 412 individus.

La mortalité réelle estimée pour les chiroptères pour l'éolienne E3 est de l'ordre de 304 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 459 individus.

#### ❖ Avifaune

Tableau 46 : Mortalité réelle estimée pour l'avifaune par éolienne pour le parc de Poudergat (moyenne calculée sans la formule de Jones)

E1					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	58,71	0	218,08	0	150,45
Huso	133,55	0	534,19	0	361,89
Jones	0	0	851,99	0	0
<b>Moyenne</b>	<b>96</b>			<b>0</b>	<b>362</b>

E2					
Formule	Médiane	IC 2,5	IC 97,5	IC 0,10	IC 0,90
Erickson	59,39	0	165,93	0	121,98
Huso	133,2	0	419,7	0	294,35
Jones	0	0	985,67	0	914,77
<b>Moyenne</b>	<b>64</b>			<b>0</b>	<b>915</b>

La mortalité réelle estimée pour l'avifaune pour l'éolienne E1 est de l'ordre de 96 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 1 (1 cadavre découvert) et 362 individus.

La mortalité réelle estimée pour l'avifaune pour l'éolienne E2 est de l'ordre de 64 individus sur la saison de suivi, avec un chiffre réel probablement situé entre 2 (2 cadavres découverts) et 294 individus.

L'absence de découverte de cadavre d'oiseau sous E3 ne permet pas d'appliquer les formules et de proposer d'estimation de la mortalité réelle.

#### VI.1.7.2.1 Comparaison avec 2020.

Tableau 47 : Comparaison de la mortalité réelle estimée pour les chiroptères entre 2020 et 2021.

Eolienne	2020		2021	
	Médiane moyenne	Intervalle de confiance [10-90]	Médiane moyenne	Intervalle de confiance [10-90]
E1	84	[0-265]	96	[0-256]
E2	70	[0-226]	147	[30-291]
E3	32	[0-104]	304	[0-424]

Il est difficile de statuer sur une réelle augmentation de la mortalité réelle entre les deux années, l'augmentation calculée la plus forte est pour l'éolienne E3. Cependant, en 2020 1 cadavre avait été découvert et cette année 2 cadavres. Le très faible taux de persistance oblige à la retenue quant aux comparaisons des valeurs de mortalités réelles calculées.

Pour l'avifaune, en 2020 l'absence de découverte de cas de mortalité ne permettait pas d'estimer la mortalité réelle.

### VI.1.8 Données disponibles pour l'analyse

#### VI.1.8.1 Vents et activité des éoliennes

Les horaires de coucher et de lever de soleil sur le parc de Pouldergat ont été pris en compte chaque jour pour définir 5 périodes (cf.III.4.6.1). La durée de période « journée » et de la nuit sont en conséquence variable, selon l'avancement des saisons.

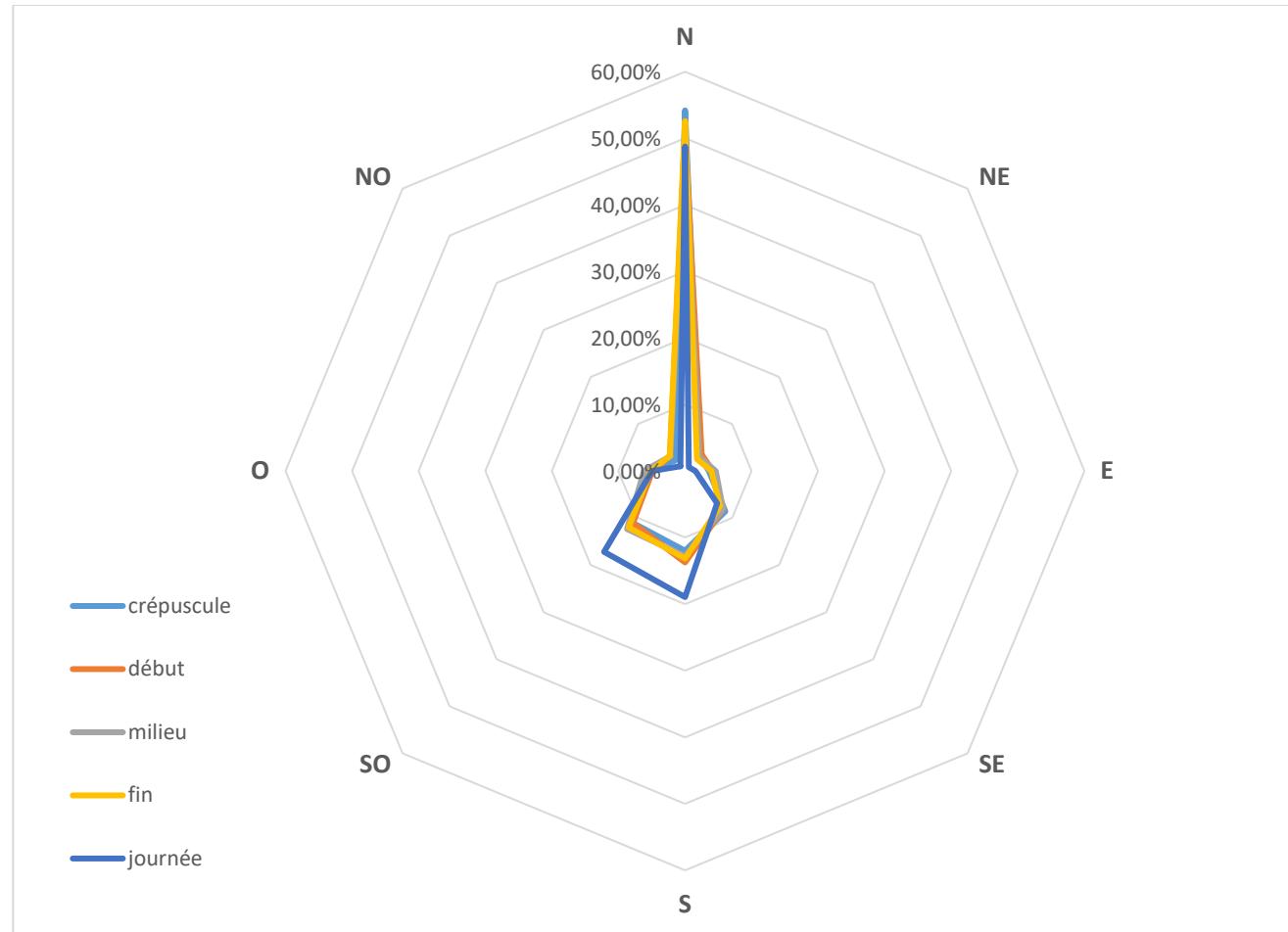


Figure 56 : Répartition du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée ».

Plus de 50% des vents proviennent du nord, avec une tendance au cours de la journée à un peu plus de vent provenant du sud comparé à la nuit. Ces données très différentes de celle de 2020 où les directions des vents étaient principalement réparties entre 4 directions nord, nord-ouest, ouest et sud-ouest incitent à la retenue quant à la validité des données de 2021.

Pour toute la période du suivi et pour la uniquement la nuit (de -30 min du coucher du soleil au lever du soleil) ainsi qu'un focus sur la période d'application du bridage (du 24 juillet au 30 septembre), 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.

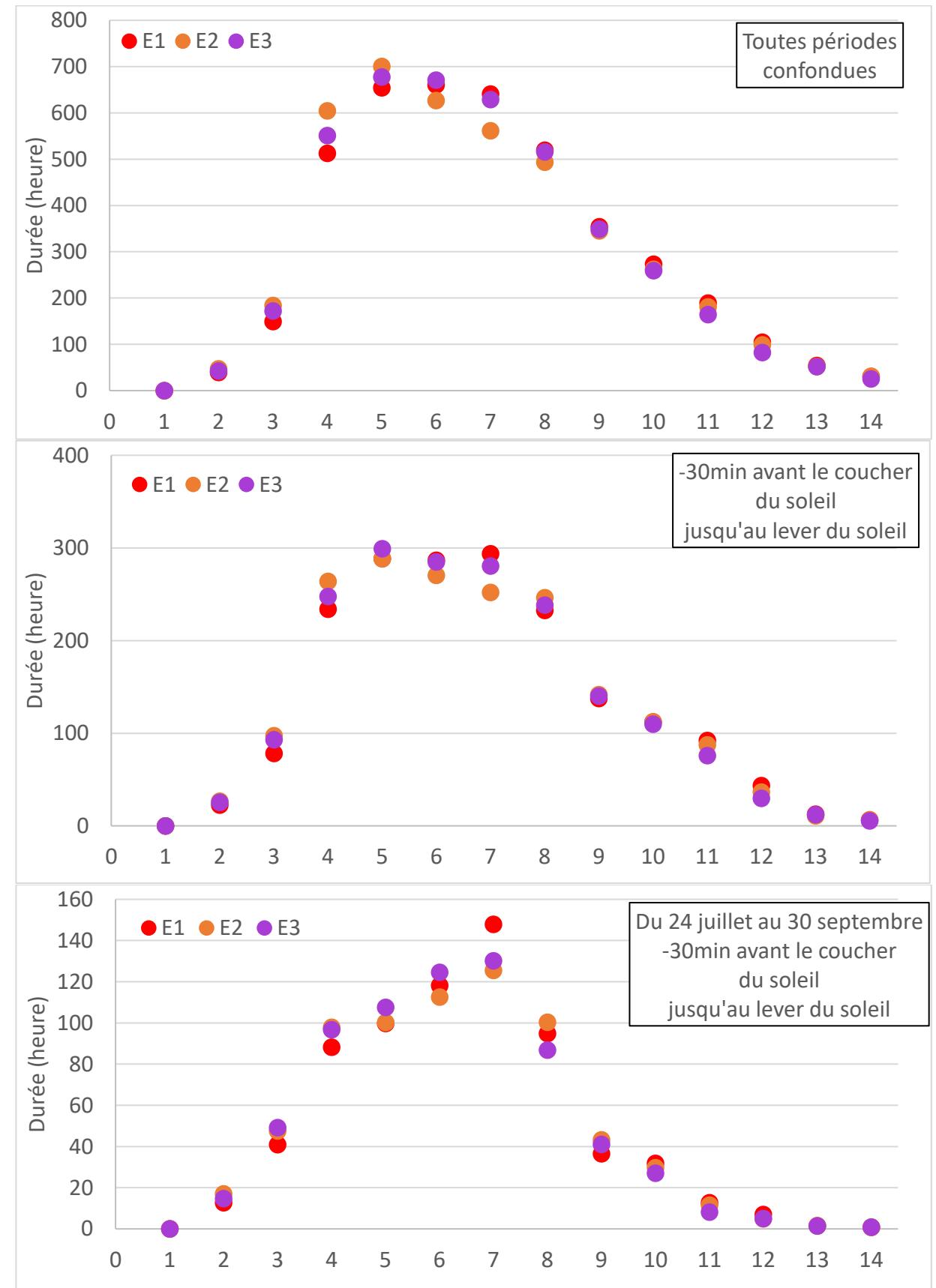


Figure 57 : Vitesse des vents par éolienne en m/s ; utilisation des moyennes par tranche de 10 minutes. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondent à classe 0 : vent de 0 m/s, classe 1 : ]0;1 m/s] ... Classe 13 : ]12;13 m/s], classe 14 : vent >14 m/s.

Sur la période du suivi, la majorité des vents étaient situés entre 3 et 8 m/s. Il n'est pas observé de différence entre les données sur l'ensemble de la journée en comparaison avec uniquement la période de la nuit. La période présentant la plus grande différence est lorsqu'il est étudié la période de la nuit lors des périodes du bridage. Proportionnellement, il y a moins eu de vent fort (supérieur à 8 m/s). Sur cette période, 60 à 63 % du temps, selon les éoliennes, le vent était inférieur à 5,5 m/s, la limite utilisée lors du bridage.

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

La vitesse de rotation des pales est rapidement élevée même avec des vents réduits (Figure 57 et Figure 58). Les classes d'activité des pales les plus fréquentes sont entre 8 et 13 tr/min. La rotation maximale du rotor est de 22 tr/min. Au cours de la nuit, entre 145 h sur fonctionnement, selon les éoliennes, présentaient une activité inférieure à 6 tr/min. Cette valeur de 6 tr/min semble être le seuil au-dessous duquel les éoliennes ne sont pas actives (peut-être considéré comme à l'arrêt). Sur la période de bridage allant du 24 juillet au 30 septembre au cours de la nuit se sont seulement entre 88 et 99 h selon les éoliennes, sur 694 h de fonctionnement qui présentaient une activité inférieure à 6 tr/min, ce qui correspond à 13-14% de la période étudiée. Au regard des 63 à 66 % du temps où sur la même période le vent été inférieur à 5,5 m/s cet écart semble indiquer un défaut dans les conditions de bridage initialement prévues.

Pour rappel le bridage retenu à la suite du rapport du suivi environnemental de 2020 est le suivant :

Période	Du 1 <sup>er</sup> janvier au 23 juillet	24 juillet au 30 septembre	Du 1 <sup>er</sup> octobre au 31 décembre
Eolienne		Toutes	
Vent		<5,5 m/s	
Pluie		Pas de pluie	
T°		>10°C	
Horaire de mise en application		-0h30 avant coucher du soleil jusqu'au lever du soleil	

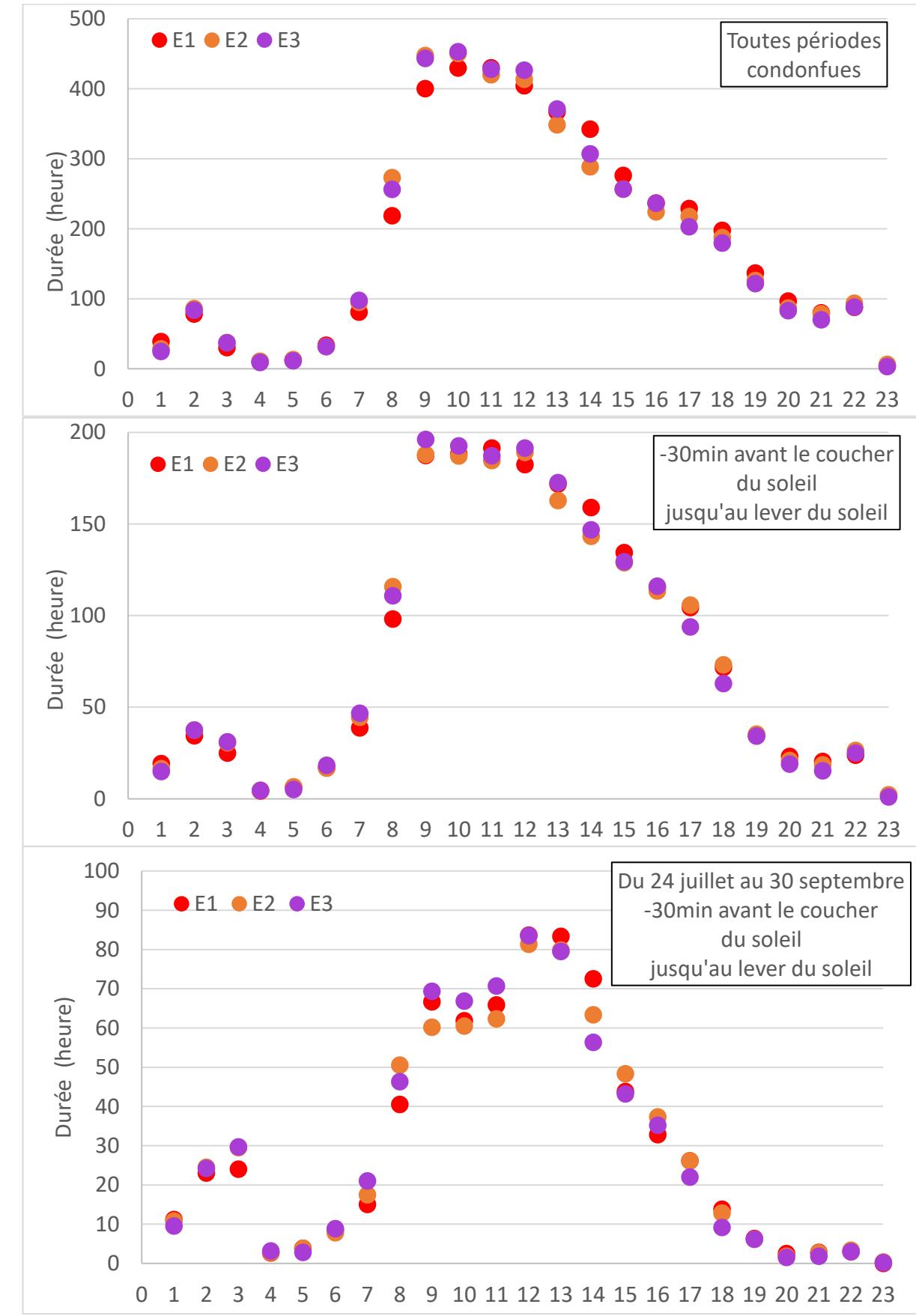
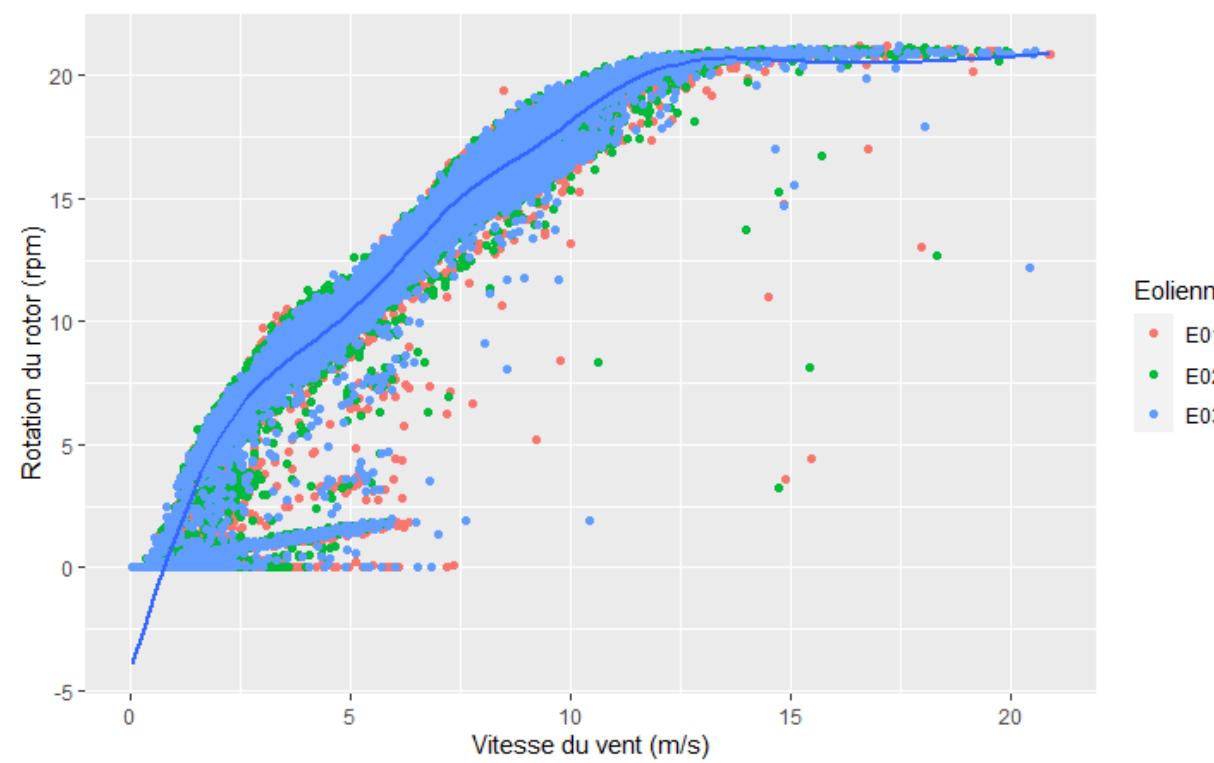


Figure 58 : Niveau d'activité des éoliennes en première partie de nuit (tours/minutes) ; utilisation des moyennes d'activité par tranche de 10min. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondent à classe 0 : rotation de 0 tr/min, classe 1 : ]0 ; 1 tr/min], classe 2 : ]1 ; 2 tr/min], ..., classe 22 : ]21 ; 22 tr/min, classe 23 : >22 tr/min



La relation entre vitesse de rotation du rotor et vitesse du vent met en évidence une phase active entre 6 tr/min est 21 tr/min. Sur d'autres sites éoliens, l'effet du bridage a pu être mis en évidence sur ce genre de graphique grâce aux points isolés sous la courbe pleine présente sur le graphique ci-dessus. Ces points correspondent aux périodes 10 min où le bridage s'active ou s'arrête.

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.

#### I.1.1.1 - Précipitation

Il n'est pas possible de faire d'étude sur la précipitation est données que cette donnée n'est pas disponible sur le parc cette année 2021.

#### VI.1.8.2 Température

Sur la période d'application du bridage (du 24 juillet au 30 septembre ; de -30 min du coucher du soleil au lever du soleil) aucune séquence ne présente de température inférieure à 10°C. Sur la période du 1<sup>er</sup> mai au 31 octobre lors de la nuit c'est 7 % des séquences qui sont en dessous de 10°C et en excluant la période d'application du bridage le pourcentage passe à 11 %.

## VI.2 Analyses

### VI.2.1 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 (Tableau 48) 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. Pour connaître la distance minimale réelle entre les pales et l'élément paysager, il suffit de soustraire le rayon du rotor à l'hypoténuse d'un triangle rectangle donc les deux plus petits côtés correspondent pour l'un à la distance entre le pied du mât et l'élément paysager et le second est obtenu par soustraction de la hauteur de l'élément paysager à la hauteur du mât.

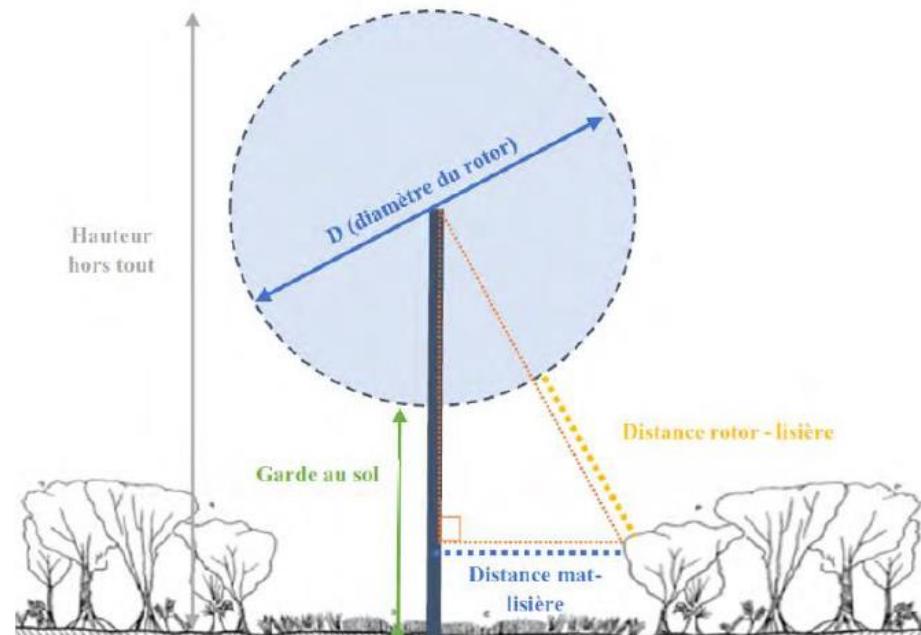
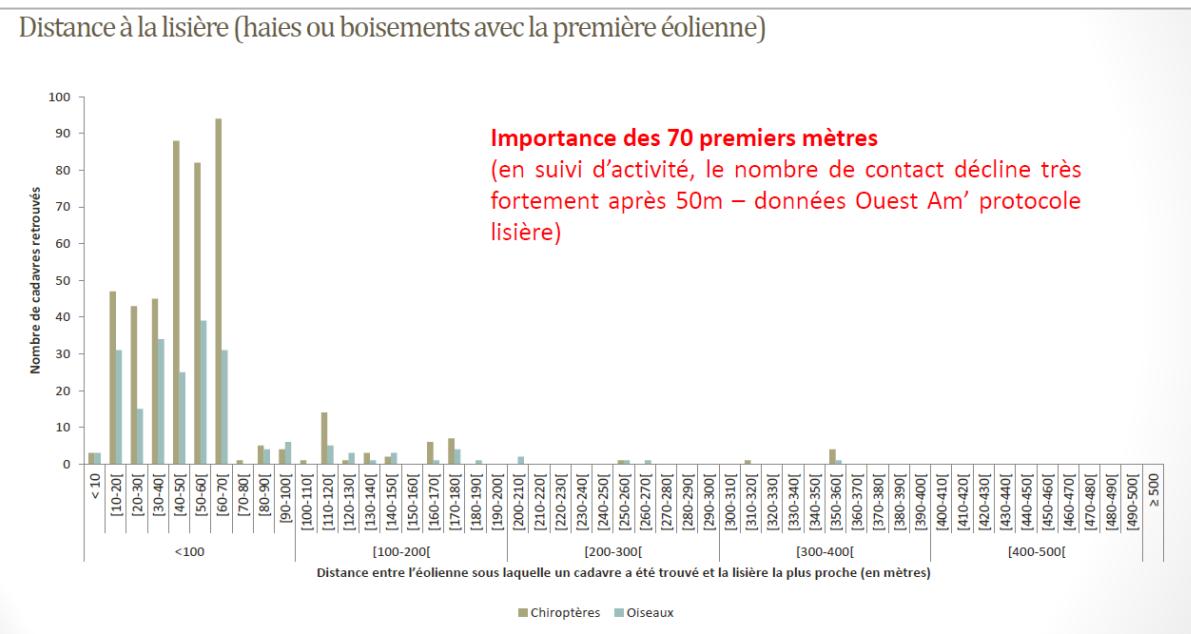


Figure 60 : Illustration du calcul de la distance réelle entre les pales et un élément paysager.

Tableau 48 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers estimés 15 m de haut.

Eolienne	Éléments de relief paysager le plus proche	Distance au mat	Distance aux pales
E1	Haies	13 m	7 m
E2	Haie	24 m	12 m
E3	Boisement	53 m	31 m

L'étude du bureau d'étude Ouest Aménagement (Ouest Am., 2020 ; Figure 61) montre 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 des cas de mortalité. Johnson *et al.* (2004) et Morris *et al.* (2010) mettent également en évidence la diminution de l'activité des chiroptères avec l'éloignement à un boisement et notamment à sa lisière.



Source : Ouest Am, 2020

Sur le parc de Poudergat, toutes les pales des éoliennes sont situées à une distance inférieure ou égale à 31 mètres de la première haie ou boisement. Les pales de l'éolienne E1 et E2 survol même la haie. Un entretien des haies au niveau de la zone de survol des pales est réalisé pour éviter tout risque. Les risques de collisions sont donc forts notamment pour ces deux éoliennes.

Les haies sont toutes reliées à un boisement ce qui augmente leurs attractivités.

Le boisement au sud longeant un cours d'eau (classé en ZNIEFF de type 2) qui est un corridor écologique important pour les chiroptères comme l'a montré l'étude du Groupe Mammalogique Breton (Figure 21). Les haies denses partant directement de ce boisement et arrivant au pied des éoliennes peuvent expliquer la présence des chiroptères sur la zone.

## VI.2.2 Espèces retrouvées

### VI.2.2.1 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).

Selon la compilation de Dürr (2021), la **pipistrelle commune** *Pipistrellus pipistrellus* est l'espèce de chauves-souris la plus impactée numériquement, avec 1 012 cas recensés en France. À l'échelle européenne, ce sont 2 435 cadavres qui ont été retrouvés et c'est en France que la pipistrelle commune est la plus impactée, avec 23% de la totalité des cas.

Selon la compilation de Dürr (2021), la **pipistrelle de Kuhl** *Pipistrellus kuhlii* est l'une des 3 espèces de chauves-souris les plus impactées numériquement, avec 219 cas recensés en France. À l'échelle européenne, ce sont 469 cadavres qui ont été retrouvés.

Tableau 49 : Enjeu patrimonial de la pipistrelle commune

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

### VI.2.2.1.1 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 est l'espèce la plus sensible 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 50 : Comportement et sensibilité de la pipistrelle commune

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Hauteur de vol (Eurobats, 2015)	Migration ou déplacements sur de longues distances	Attriée par la lumière	Mortalité avérée avec les éoliennes (Eurobats, 2016)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Niveau 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

### VI.2.2.1.2 Vulnérabilité

La vulnérabilité d'une chauve-souris est définie selon son niveau d'enjeu patrimonial et son niveau de sensibilité (cf. V.1.10.5). Ainsi, le niveau de vulnérabilité est déterminé comme assez fort pour la pipistrelle commune.

Tableau 51 : Vulnérabilité de la pipistrelle commune

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

## VI.2.2.2 Avifaune

### VI.2.2.2.1 Faisan de Colchide

Une femelle de faisans est retrouvée en période nidification sous une éolienne. L'état de population de cette espèce semble très bon même si il est difficile de distinguer les effets des relâchés, de la reproduction naturelle. Le faisans est une espèce ponctuellement retrouvée lors des suivis de mortalité, sa sensibilité à l'éolien est faible comme l'enjeu patrimonial sur site de l'espèce. Ainsi, la vulnérabilité face à l'éolien sur le site est considérée comme « faible ». De plus, la taille de la population et la rareté des cas de mortalité de cette espèce, le parc éolien de Poudergat ne semble pas remettre en cause la viabilité de la population locale.

### VI.2.2.2.2 Goéland argenté

Un seul cas de mortalité de cette espèce est à relever sur le parc cette année 2021. Les habitats alentour du parc ne peuvent pas attester d'un individu nicheur et donc son enjeu sur site est faible. Les risques de collisions des goélands sont « modérés » pour les parcs éloignés du littoral. Ainsi, la vulnérabilité face à l'éolien est « faible » pour ce parc éolien. Le cas de mortalité peut être vu comme une donnée peu commune ne remettant pas en cause la viabilité de l'espèce.

### VI.2.2.2.3 Martinet noir

Lors du suivi 2021, 1 cadavre de martinet noir, *Apus apus*, est retrouvé, lors de la semaine 27. 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 62), soit entre la mi-juillet et la mi-août (semaine 26 à 31). Les individus découverts sont tous des adultes et retrouvés dans ces semaines identifiées comme les plus mortifères. Ces individus peuvent être considérés comme potentiellement nicheurs (en chasse, car aucun habitat de nidification sur le parc).

#### Enjeux :

Tableau 52 : 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.

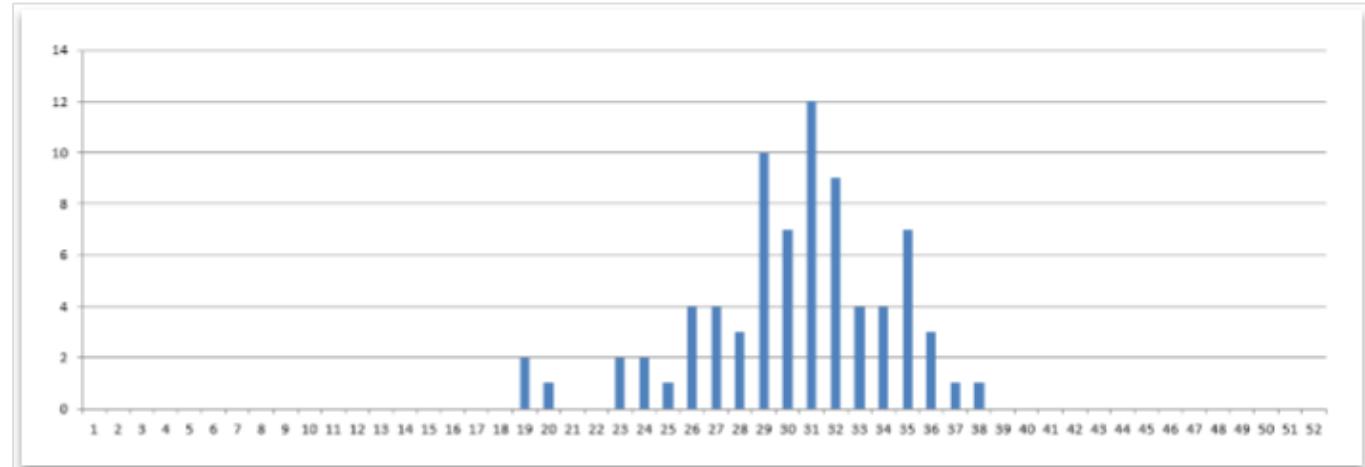


Figure 62 : Chronologie des découvertes de martinet noir au niveau national (Marx, 2017)

#### **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.

La découverte d'un seul cadavre en deux ans même avec une vulnérabilité de l'espèce « modéré » ne permet pas de supposer une potentielle atteinte à la viabilité de la population locale de l'espèce.

## VI.2.3 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 63). Le faible nombre d'individus retrouvés ne permet pas d'analyse statistique fiable. À première vue, aucune orientation préférentielle de découverte des cadavres n'est observable.

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. Cette hypothèse est avec le faible nombre d'individus détectés non validé pour le parc de Poudergat.

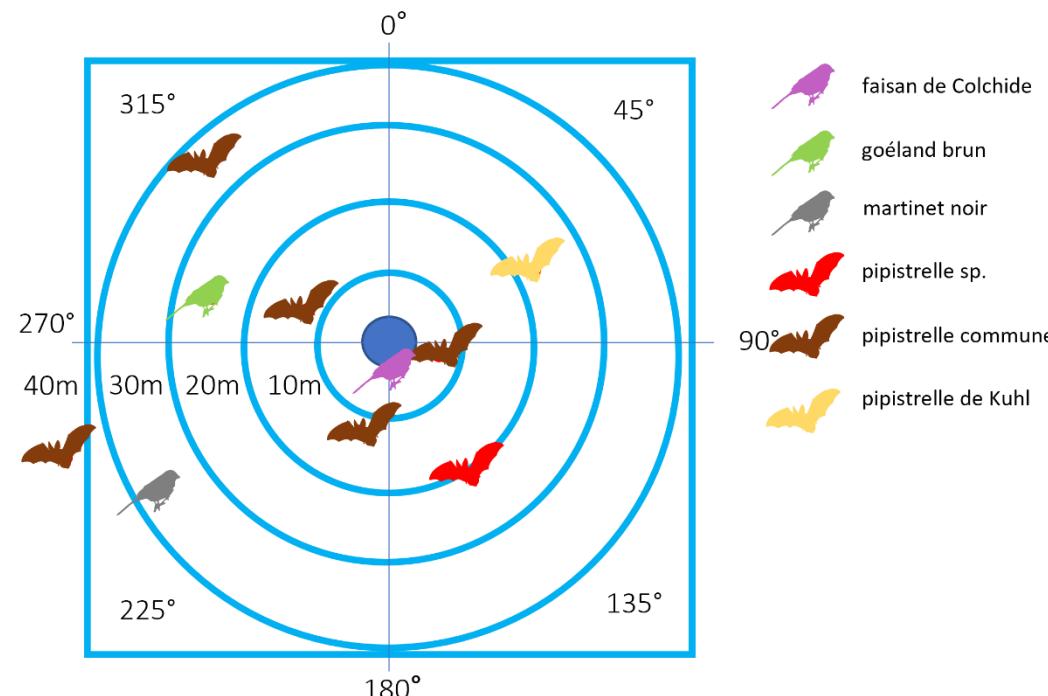


Figure 63 : Position des cadavres découverts autour des éoliennes (regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique)

### Conclusion du suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Le suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères 2021 du parc de Pouldergat porte sur le suivi au sol des 3 éoliennes du parc des semaines 20 à 43.

**L'estimation de la mortalité réelle calculée pour les chiroptères est de l'ordre 459 [126 ; 908] IC 80% cadavres de chiroptères en 2021. Elle semble plus élevée qu'en 2020 où la mortalité réelle était estimée à 174[28 ; 707] IC 80% chiroptère.**

**L'estimation de la mortalité réelle calculée pour l'avifaune est de l'ordre 235 [48 ; 886] IC 80% cadavres. Cette forte mortalité n'avait pas été identifiée au cours du suivi de 2020.**

La proximité des boisements et des haies peut expliquer la présence des chiroptères et de l'avifaune.

## VII. PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE MORTALITE

### VII.1 Analyse du risque

Les espèces de chiroptères impactées par les éoliennes sur ce site sont des espèces à vulnérabilité assez forte face aux collisions éoliennes. La pipistrelle commune présente même un enjeu sur site « modéré », il est faible chez la pipistrelle de Kuhl. La mortalité réelle estimée de 459 [126 ; 908] IC80% chiroptères. L'activité des chiroptères en 2021 se contre au mois de mai et juin avec un regain d'activité en octobre. De plus, des cas de mortalité sont découverts en juillet. Au cours du suivi précédent de 2020 l'activité ce concentré au mois d'août et septembre. Il sera donc étudié les potentiels de risques de collision du mois de mai à octobre pour prendre en compte la variabilité interannuelle de l'activité des chauves-souris.

De plus, sur la période de la nuit un pic d'activité est détecté pour les 3 premières heures après le coucher du soleil avec toutefois une activité sur tout le reste de nuit non négligeable. Ainsi, le potentiel de risque sera étudié comme dit précédemment du mois de mai à octobre et cela sur toute période de la nuit de -30min du coucher du soleil jusqu'au lever du soleil.

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-dessous (cf III.4.6.4 et III.4.6.5).

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 5 m/s, alors la séquence est considérée comme favorable et si elle est supérieure la séquence est considérée comme défavorable.

Pour ce qui est des lignes de danger liées à l'activité des éoliennes, c'est le même principe avec comme valeur charnière 6 tr/min.

La limite de 5 m/s de vent moyen est choisie en fonction des conditions de bridages mises en place cette année 2021. Ainsi, il est possible d'étudier avec cette limite de vent les périodes qui ont été à risque pour chiroptères sur l'année suivie.

Tableau 53 : Répartition des séquences (de -30 min du coucher du soleil au lever du soleil).

Période étudiée : 1 <sup>er</sup> mai au 31 octobre				
Condition de vent (5 m/s) et rotation du rotor (6 tr/min)				
Activité du rotor	Parc entier	Défavorable	Favorable	Total
	Elevé	40%	47%	87%
	Faible	0%	8%	8%
Total		47%	48%	95%

Période étudiée : 24 juillet au 30 septembre			
Condition de vent (5 m/s) et rotation du rotor (6 tr/min)			
Activité du rotor	Défavorable	Favorable	Total
Parc entier	Elevé	33%	46%
	Faible	0%	12%
	<b>Total</b>	33%	58%
Risque de collision	Faible	Modéré	Fort

N.B. : les pourcentages totaux n'atteignent pas 100 % en raison de l'existence de données d'exploitation manquantes parmi les séquences enregistrées.

En prenant comme limite de vent maximal pour le vol des chiroptères la valeur de 5,5 m/s, ce qui correspond à 96 % des contacts enregistrés, et un seuil d'activation des éoliennes à 6 tr/min, il est possible de mettre en évidence, sur les nuits de toute la période d'étude, 47% de période à risque fort pour la collision des chiroptères. Les différences entre éoliennes sont très limitées (valeur de 47 à 48 % selon les éoliennes). Lorsque l'on cible uniquement la période soumise au bridage cette année le pourcentage de période à risque ne diminue guère : 46 %. Ce haut pourcentage paraît étrange au vu des conditions de bridage retenues lors du rapport de suivi environnemental de 2020.

Cette analyse met en évidence qu'une grande partie de la période de la nuit a 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).

Les deux espèces impactées : la pipistrelle commune et de Kuhl, présentent une vulnérabilité face à l'éolien « assez forte ». La grande quantité d'individus impactés au niveau national et européen reliée à la mortalité forte sur le site de Pouldergat pousse à étudier des mesures de réduction des risques.

Comme vu précédemment (V.1.4), l'activité des chiroptères en prenant en compte la variabilité interannuelle s'étale de mai à octobre et cela sur toute la période de la nuit (-30min du coucher du soleil au lever du soleil). De plus, les cas de mortalité en compilant les années, ont été découverts du mois de juin à septembre, ce qui concorde avec les données d'activité de mai à octobre.

Étant donné que le bridage actuel à 5,5 m/s n'est pas suffisant pour supprimer ou limiter la mortalité sous un seuil acceptable, un renforcement des conditions de bridages est nécessaire pour atteindre cet objectif.

Premièrement il est possible d'élargir la période d'application du bridage, en la passant du mois de mai à la fin octobre au lieu du 24 juillet au 30 septembre comme appliquée en 2021. De plus, la limite de bridage à 5,5 m/s ne semble pas suffire pour limiter la mortalité. Il est donc étudié un bridage avec pour condition d'activation des vents inférieurs à 6 m/s (comprenant 98% des contacts enregistrés en 2021 et 99% en 2020). Les autres conditions

d'activation que sont des températures supérieures à 10°C et une absence de pluie sont toujours valables dans les conditions de bridage étudié dans cette partie.

Dans le tableau suivant, à la différence du tableau précédent (Tableau 53), les périodes protégées par les mesures de bridage sont celles encadrées en rouge.

Tableau 54 : Répartition des séquences impactées par le bridage (de -30 min du coucher du soleil au lever du soleil) de mai à octobre.

Condition de vent (6 m/s) et rotation du rotor (6 tr/min)				
Activité du rotor	E1	Défavorable	Favorable	Total
Elevé	Elevé	34%	54%	88%
	Faible	0%	7%	7%
	<b>Total</b>	34%	62%	95%

Condition de vent (6 m/s) et rotation du rotor (6 tr/min)				
Activité du rotor	E2	Défavorable	Favorable	Total
Elevé	Elevé	34%	53%	87%
	Faible	0%	8%	8%
	<b>Total</b>	34%	61%	95%

Condition de vent (6 m/s) et rotation du rotor (6 tr/min)				
Activité du rotor	E3	Défavorable	Favorable	Total
Elevé	Elevé	32%	55%	87%
	Faible	0%	8%	8%
	<b>Total</b>	32%	63%	95%

Risque de collision	Faible	Modéré	Fort
---------------------	--------	--------	------

Les tableaux ci-dessus mettent en évidence qu'un passage du bridage de 5,5 m/s à 6 m/s peut réduire les risques de collision potentiels. C'est entre 6 et 7% de risque qui peut être potentiellement évité.

Il est à noter que le bridage de nuit est principalement ciblé pour réduire les risques de collisions des chiroptères mais un effet bénéfique pour les oiseaux migrant de nuit à aussi pu être identifié dans plusieurs études.

### VII.1.2 Avifaune

La variabilité de la mortalité de l'avifaune : 0 cadavre en 2020 et 3 cadavres en 2021, et la non-atteinte à la viabilité des populations locales pour les trois espèces impactées ne poussent pas Synergis Environnement à définir des mesures de réductions des risques pour l'avifaune.

**Les caractéristiques de bridage à retenir sont les suivantes :**

Tableau 55 : Mesures de bridage proposées

Période	Du 1 <sup>er</sup> janvier au 30 mars	Du 1 <sup>er</sup> mai au 31 octobre	Du 1 <sup>er</sup> novembre au 31 décembre
Eoliennes		Toutes les éoliennes	
Vent	Pas de bridage	<6 m/s	Pas de bridage
Pluie		Pas de pluie	
T°		>12°C	
Horaire de mise en application		-0h30 du coucher du soleil à +3h après le coucher	

## VIII. BILAN

Le parc éolien de Pouldergat exploité par ENGIE GREEN, se situe dans un contexte agricole et bocager, sur le territoire du Finistère. Certains corridors écologiques fonctionnels sont présents autour du site.

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Pouldergat s'est fait entre les semaines 19 et 43 sur l'éolienne 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 mai**, correspondant à l'installation des colonies de parturitions. Elle diminue par la suite, mais réaugmente légèrement au cours du mois d'octobre. Les données du suivi précédent (2020) mettent en évidence une **variabilité interannuelle** dans les périodes d'activités, avec un pic d'activité en 2020 au niveau des mois d'août et septembre.

Six espèces ont été enregistrées, trois du genre *Pipistrellus* et deux du genre *Nyctalus* ainsi que 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 « forte » pour la pipistrelle de Kuhl ; « modérée » pour la pipistrelle commune et la pipistrelle de Nathusius (espèce migratrice) et « faible » pour le reste le reste du cortège d'espèces.

Le suivi de mortalité des oiseaux et des chiroptères a été mené de la semaine 20 à 43 en 2021. Le taux de persistance des cadavres est extrêmement faible cette année 0,7 jour (1,2 jour en 2020) ce qui induit des difficultés lors des calculs de la mortalité réelle notamment sur les intervalles de confiances.

Il met en avant la **mortalité de sept chiroptères**. L'estimation de la mortalité réelle est de l'ordre de 459 [126 ; 908] IC80% chauves-souris. Cette mortalité est au moins aussi forte que l'année précédente.

Ce sont trois oiseaux qui sont découverts cette année sous les éoliennes. L'estimation de la mortalité réelle est de l'ordre de 235 [48 ; 886] IC80% oiseaux. Lors du suivi de 2020, aucun cas de mortalité n'avait été enregistré.

L'analyse des données d'activité des éoliennes a mis en évidence, sur la période d'activation du bridage (664 h par éoliennes), que 437 à 458 h correspondent à des vents inférieurs à 5,5 m/s (seuil supérieur d'activation du bridage) et que seulement 88 à 99 h correspondent à une activité des rotors réduite (moins de 6 tr/min en moyenne par pas de temps de 10 min). Autrement dit, les données montrent que les éoliennes ont produits sur des périodes où elles auraient dû être arrêtées, d'après les paramètres de bridage en vigueur.

Le niveau d'activité des chiroptères au mois de mai et d'octobre en 2021 et au mois d'août et de septembre en 2020, la sensibilité « forte » des espèces à l'éolien et la découverte de sept cadavres de chiroptères entre le mois de juin et septembre en 2021 amène Synergis Environnement à préconiser un rehaussement des conditions de bridage actuellement en vigueur.

En ce qui concerne l'avifaune, les cas de mortalité sur les deux années de suivi semblent assez faibles pour ne pas remettre en cause la viabilité des espèces découvertes. C'est pour cela qu'aucune mesure de réduction du risque n'est préconisée à l'exception de la protection apportée par le bridage pour les oiseaux migrateurs nocturnes.

### VIII.1 Bridage préconisé par SYNERGIS ENVIRONNEMENT :

Les préconisations de bridage sont les suivantes :

Période	Du 1 <sup>er</sup> janvier au 30 mars	Du 1 <sup>er</sup> mai au 31 octobre	Du 1 <sup>er</sup> novembre au 31 décembre
Eoliennes		Toutes les éoliennes	
Vent		<6 m/s	Pas de bridage
Pluie		Pas de pluie	
T°		>12°C	
Horaire de mise en application		-0h30 du coucher du soleil à +3h après le coucher	

Il est recommandé de prévoir la poursuite du suivi environnemental pour l'année 2022, avec la poursuite du suivi de la mortalité et du suivi de l'activité des chiroptères en nacelle. L'objectif étant d'évaluer l'efficacité des mesures de bridages sur la collision des chiroptères.

## 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 plants – National Avian, Wind Power Planning Meeting III – San Diego, California, p 172 -182.
- MONTGOMERY, I., CARUSO, T., & REID, N., 2020. Hedgerows as Ecosystems: Service Delivery, Management, and Restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 51, 81-102.
- MORRIS, A. D., MILLER, D. A., & KALCOUNIS-RUEPPELL, M. C., 2010. Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *The Journal of Wildlife Management*, 74(1), 26-34.
- MOTTE & LIBOIS, 2002. Conservation of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800) (Mammalia: Chiroptera) in Belgium. A case study of feeding habitat requirements. *Belg. J. Zool.*, 132 (1) : 49-
- MTES, 2018. – Protocole de suivi environnemental des parcs 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. KOVÁČ, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDER-MANN, 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. EUROBATS Publication : séries N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- RYDELL J., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.J., GREEN M., RODRIGUES L. & HEDENSTRÖM A. 2010. Mortality of bats at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2), 261-274.
- SIEMERS B.M. & SCHNITZLER H.-U., 2000. – Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to végétation using ecolocation signals of very broad bandwidth. – *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47: 400-412.
- IUCN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

## X. ANNEXES

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

Date	07/06/2021	28/06/2021	05/07/2021
Photo			
Espèce	Pipistrelle sp. <i>Pipistrellus sp.</i>	Faisan de Colchide <i>Phasianus colchicus</i>	Martinet noir <i>Apus apus</i>
Éolienne	E3	E2	E1
Classe d'âge	Indéterminé	Adulte	Indéterminé

Date	26/07/2021	26/07/2021	16/08/2021
Photo			
Espèce	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Goéland brun <i>Larus fuscus</i>
Éolienne	E1	E2	E2
Classe d'âge	Indéterminé	Indéterminé	Adulte

Date	06/09/2021	06/09/2021	06/09/2021
Photo			
Espèce	Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Éolienne	E3	E3	E2
Classe d'âge	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé

Date	13/09/2021
Photo	
Espèce	Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>
Éolienne	E2
Classe d'âge	Indéterminé