



Objet du dossier :
Suivi environnemental
Béganne

Contact :
Mathieu HARLAIS
Chargé de projets éolien
citoyen Milin-Watts
Mathieu.harlais@enr-
citoyennes.fr
7 rue Saint-Conwoïon
35600 REDON



SUIVI ENVIRONNEMENTAL 2021 PARC EOLIEN DE BEGANNE (56)

ETUDE REALISEE PAR :

 **SYNERGIS**
ENVIRONNEMENT
Agence BRETAGNE

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

Mars
2022

TABLES DES MATIERES

I.	Introduction.....	5
I.1	<i>Préambule.....</i>	<i>5</i>
I.2	<i>Porteur de projet.....</i>	<i>5</i>
I.3	<i>Auteurs de l'étude.....</i>	<i>5</i>
II.	Contexte	6
II.1	<i>Caractéristique du parc</i>	<i>6</i>
II.2	<i>Historique du parc.....</i>	<i>6</i>
II.3	<i>Localisation.....</i>	<i>6</i>
III.	Méthodologie	8
III.1	<i>Définition des aires d'études</i>	<i>8</i>
III.2	<i>Cadrage des suivis.....</i>	<i>10</i>
III.2.1	Contexte réglementaire	10
III.3	<i>Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères</i>	<i>10</i>
III.3.1	Rappel de la commande	10
III.3.2	Protocole mis en œuvre.....	10
III.4	<i>Cadre méthodologique générique du suivi de mortalité</i>	<i>13</i>
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 Amikiro	15
III.4.5	Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert	16
III.4.6	Utilisation des données météorologiques et de fonctionnement.....	16
IV.	Contexte écologique et réglementaire.....	18
IV.1	<i>Zones naturelles proches.....</i>	<i>18</i>
IV.1.1	Le réseau Natura 2000	18
IV.1.2	Les Arrêtés de Protection de Biotope (APPB)	18
IV.1.3	Les réserves naturelles.....	20
IV.1.4	Les parcs nationaux et les parcs naturels régionaux (PNR)	20
IV.1.5	Les zonages d'inventaires : ZNIEFF	20
IV.2	<i>Schéma Régional Eolien de la région Bretagne.....</i>	<i>25</i>
IV.3	<i>Continuités écologiques</i>	<i>25</i>

IV.3.1	Définition	25
IV.3.2	Aspects légaux.....	25
IV.3.3	La trame verte et bleue	25
IV.3.4	Le SRCE de la région Bretagne.....	26
IV.4	Contexte paysager	28
V.	Écoutes en nacelles	30
V.1	<i>Résultats des écoutes en nacelle.....</i>	<i>30</i>
V.1.1	Observations globales	30
V.1.2	Diversité spécifique	31
V.1.3	Abondance.....	31
V.1.4	Répartition temporelle des contacts.....	33
V.1.5	Impact de la température sur l'activité des chiroptères sur E1	33
V.1.6	Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères	34
V.1.7	Impact des précipitations sur l'activité des chiroptères	34
V.1.8	Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil.....	34
V.1.9	Évaluation du niveau de vulnérabilité face à l'éolien.....	35
V.2	<i>Synthèse des enjeux et vulnérabilités</i>	<i>40</i>
VI.	Suivi de mortalité	41
VI.1	<i>Résultats</i>	<i>41</i>
VI.1.1	Protocole mis en œuvre	41
VI.1.2	Occupation du sol au pied des éoliennes.....	44
VI.1.3	Surfaces prospectées.....	44
VI.1.4	Coefficients de correction	45
VI.1.5	Prise en compte conjoint de la détectabilité et du couvert.....	45
VI.1.6	Données de mortalité constatée.....	45
VI.1.7	Évaluation de la mortalité réelle	50
VI.2	<i>Analyses.....</i>	<i>52</i>
VI.2.1	Répartition par éolienne des cas de mortalité.....	52
VI.2.2	Espèces retrouvées.....	53
VI.2.3	Position des cadavres	54
VII.	Prise en compte du risque de mortalité	55
VII.1	<i>Analyse du risque</i>	<i>55</i>
VII.1	<i>Réduction du risque.....</i>	<i>55</i>
VIII.	Bilan.....	57

VIII.1 Bridage préconisé par SYNERGIS-ENVIRONNEMENT.....57

VIII.2 Bridage préconisé par Bégawatts.....58

IX. Bibliographie 60

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Localisation régionale du projet.....	6
Figure 2 : Localisation communale du projet.....	7
Figure 3 : Localisation précise du projet.....	7
Figure 4 : Localisation de l'aire d'étude éloignée.....	9
Figure 5 : Principe de l'écholocalisation des chiroptères.....	10
Figure 6 : Enregistreur placé en nacelle (source : Synergis Environnement).....	11
Figure 7 : Enregistreur SM3BAT placé dans la nacelle (source : Amikro).....	11
Figure 8 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle.....	15
Figure 10 : Carte des Arrêtés de Protection de Biotope un rayon de 10 km.....	19
Figure 11 : Localisation des ZNIEFF de type I dans un rayon de 10 km.....	23
Figure 12 : Localisation des ZNIEFF de type II dans un rayon de 10 km.....	24
Figure 13 : Éléments de la Trame Verte et Bleue.....	26
Figure 14 : Présentation du grand ensemble de perméabilité n°18 De la forêt de Lorges à la forêt de Brocéliande.....	26
Figure 15 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne (2015).....	27
Figure 16 : Valeur moyenne des continuités écologiques de 6 espèces de chauves-souris en Bretagne continentales. Ces valeurs, distribuées de 1 à 100 dans cette trame diffuse, synthétisent la qualité et la quantité des connexions possibles entre les cœurs d'habitats de différentes espèces sensibles de chiroptères (grand et petit rhinolophes, murins de Bechstein et de Daubenton, barbastelle d'Europe et sérotine commune). Source : Groupe Mammalogique Breton 2020.....	29
Figure 17 : Évolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison 2021.....	33
Figure 18 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C).....	33
Figure 19 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s).....	34
Figure 20 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil.....	34
Figure 21 : Noctule commune.....	37
Figure 22 : Carte de répartition.....	37
Figure 23 : Pipistrelle de Nathusius.....	37
Figure 24 - Carte de répartition.....	37
Figure 25 : Noctule de Leisler.....	37
Figure 26 - Carte de répartition.....	37
Figure 27 : Sérotine commune.....	37
Figure 28 : Carte de répartition.....	37
Figure 29 : Pipistrelle commune.....	38
Figure 30 - Carte de répartition.....	38
Figure 31 : Pipistrelle de Kuhl.....	38
Figure 32 - Carte de répartition.....	38
Figure 33 : Activité (en ct/h) de la noctule commune au cours de la saison en nacelle.....	38
Figure 34 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Nathusius au cours de la saison en nacelle.....	39
Figure 35 : Activité (en ct/h) de la noctule de Leisler au cours de la saison en nacelle.....	39
Figure 36 : Activité (en ct/h) de la sérotine commune au cours de la saison en nacelle.....	39
Figure 37 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle commune au cours de la saison en nacelle.....	40
Figure 38 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Kuhl au cours de la saison en nacelle.....	40
Figure 39 : Schéma de principe des recherches de terrain.....	42
Figure 40 : Localisation des transects du suivi de mortalité du site éolien de Béganne.....	43
Figure 41 : Habitats simplifiés dans les quadras des éoliennes du site de Béganne.....	44
Figure 42 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires.....	45
Figure 43 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2021.....	45

Figure 44 : Chronologie des découvertes de cadavres.....	45
Figure 45 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères.....	46
Figure 46 : Localisation des cadavres retrouvés lors du suivi de mortalité de 2021.....	49
Figure 47 : Répartition du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée ».....	50
Figure 48 : 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.....	51
Figure 49 : Niveau d'activité des éoliennes (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 18 : >18 tr/min.....	52
Figure 50 : Illustration du calcul de la distance réelle entre les pâles et un élément paysager.....	52
Figure 51 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière.....	53
Figure 52 : Position des cadavres découverts autour des éoliennes (regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique).....	54

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes.....	6
Tableau 2 : Conditions de bridage retenues par BEGAWATTS en 2020 pour l'année 2021.....	10
Tableau 3 : Regroupement d'espèces possibles.....	11
Tableau 4 : Tableau des distances de détection des chauves-souris en fonction des espèces et leur coefficient de détectabilité en fonction du milieu.....	12
Tableau 5 : Calcul du niveau d'activité en altitude.....	12
Tableau 6 : Calcul du niveau de richesse spécifique.....	12
Tableau 7 : Évaluation du seuil d'activité en altitude pour chaque espèce de chauves-souris en Bretagne.....	13
Tableau 8 : Exemple de notation des types de couverts pour une éolienne.....	16
Tableau 10 : Exemple de calculs de A et d.....	16
Tableau 11 : Période de vent favorable à l'activité des chiroptères.....	17
Tableau 12 : Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes.....	17
Tableau 13 : APPB présentent dans l'AEF.....	18
Tableau 14 : Description des ZNIEFF dans un rayon de 10 km.....	21
Tableau 15 : Nombre de contacts bruts par espèce de chauves-souris – E1.....	30
Tableau 16 : Nombre de contacts bruts par espèce de chauves-souris – E3.....	30
Tableau 17 : Espèces inventoriées en nacelle.....	31
Tableau 18 : Évaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle sur E1.....	31
Tableau 19 : Évaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle sur E3 à retirer ??.....	31
Tableau 20 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h) sur E1.....	32
Tableau 21 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h) sur E3 à retirer ??.....	32
Tableau 22 : Échelle des enjeux patrimoniaux pour la faune et la flore.....	35
Tableau 23 : Critères de seuil des enjeux patrimoniaux.....	35
Tableau 24 : Statut de protection et de conservation des espèces inventoriées et leur niveau d'enjeu.....	35
Tableau 25 : Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les espèces.....	36
Tableau 26 : Calcul du niveau de sensibilité.....	36
Tableau 27 : Comportement et sensibilité des espèces.....	36
Tableau 28 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris.....	36
Tableau 29 : Niveau d'enjeu et de vulnérabilité des espèces sur le parc éolien de Béganne.....	40
Tableau 30 : Planning de réalisation du suivi de mortalité.....	41
Tableau 32 : Types d'habitats rencontrés et surfaces associées.....	44
Tableau 35 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités.....	45
Tableau 36 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2014.....	47
Tableau 37 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2015.....	47
Tableau 38 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2016.....	47
Tableau 39 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2017.....	47
Tableau 40 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2020.....	48

Tableau 47 : Condition de bridage en 2021 sur le parc de Bégonne 50

Tableau 48 : Période de fonctionnement et de dysfonctionnement du système de bridage **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 49 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers estimés. 52

Tableau 50 : Enjeu patrimonial des espèces de chiroptères retrouvées..... 53

Tableau 51 : Comportement et sensibilité des espèces de chiroptères retrouvées 53

Tableau 52 : Vulnérabilité des espèces de chiroptères retrouvées..... 54

Tableau 53 : Répartition des séquences (sur toute la nuit) de début avril à fin octobre 55

Tableau 54 : Répartition des séquences entre début avril et fin octobre (sur la période -30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) ; en encadré rouge les périodes protégées si applications d’un bridage à 7 m/s. 55

Tableau 55 : simulation d’impact du bridage avec le jeu de données de vents de température et d’activité du rotor en 2021 56

Tableau 56 : Mesures de bridage proposées* 56

I. INTRODUCTION

I.1 Préambule

BEGAWATTS est responsable depuis 2014 de l'exploitation de 4 aérogénérateurs sur la commune de Béganne (56). La réglementation prévoit, dans les trois ans suivant la mise en place d'un parc éolien terrestre, puis tous les 10 ans, un suivi environnemental au titre de l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations classées de la rubrique 2980 : « ...un suivi environnemental permettant d'estimer l'impact de ce parc sur la mortalité de l'avifaune et des chiroptères ».

Le parc a été suivi en 2015, 2016 et 2017 depuis son installation. Le bureau d'étude O-GEO a ainsi été missionné pour réaliser, le suivi post-implantation du parc éolien de Béganne en 2020, en répondant aux exigences réglementaires et au cahier des charges de BEGAWATTS. Ce suivi met en avant 5 cas de mortalité.

Compte tenu de cette mortalité en 2020, O-GEO a préconisé la mise en place de mesures de bridage. BEGAWATTS 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. C'est l'association AMIKIRO qui les a réalisées pour 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 dans la mesure du possible.

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

Point particulier, AMIKIRO a réalisé le suivi de mortalité au sol et les enregistrements en nacelle en 2021. Début 2022, l'association est en cours de dissolution. Elle ne peut donc pas analyser les résultats et rédiger le rapport de suivi environnement. C'est alors Synergis Environnement qui en a la charge.

I.2 Porteur de projet

Le projet éolien de Béganne, en région Bretagne, est porté par la société BEGAWATTS.



BEGAWATTS
7 rue Saint-Conwoïon
35600 REDON

I.3 Auteurs de l'étude

Le suivi de mortalité des chiroptères et de l'avifaune, ainsi que le suivi en nacelle ont été réalisés par l'association AMIKIRO. Le bureau d'étude SYNERGIS-ENVIRONNEMENT - Agence Bretagne, a analysé les résultats et rédigé le présent rapport de suivi.



1 Rue de la Gare
56540 KERNASCLEDEN
09 67 38 18 59



Agence BRETAGNE

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

Romain CRIOU
Ronan DESCOMBIN
Hugo PONTY
Romain LE GOFF

Directeur
Chef de projet
Rédacteur
Rédacteur

II. CONTEXTE

II.1 Caractéristique du parc

Le parc éolien de Béganne, d’une puissance de 8 MW, est constitué de quatre aérogénérateurs du modèle Servion MM92/2050.

Tableau 1 : Caractéristique des éoliennes

Élément de l'éolienne	Caractéristiques maximales du gabarit
Diamètre du rotor	92 m
Hauteur de la tour	104 m
Hauteur en bout de pale	150 m

II.2 Historique du parc

Date	Réalisation	Détails
2014	BEGAWATTS	Mise en service du parc
2015	O-GEO	Suivi environnemental - Suivi en nacelle - Suivi mortalité
2017	O-GEO	Suivi environnemental - Suivi en nacelle - Suivi mortalité
2020	O-GEO	Suivi environnemental - Suivi en nacelle - Suivi mortalité
2021	AMIKIRO	Suivi environnemental - Suivi en nacelle - Suivi mortalité

II.3 Localisation

Le parc éolien de Béganne situe dans le département du Morbihan, proche de l’Ille-et-Vilaine, sur les lieux dits la Grée de Salarin et Bois du Boschet à 3,1 km au nord du bourg de Béganne.

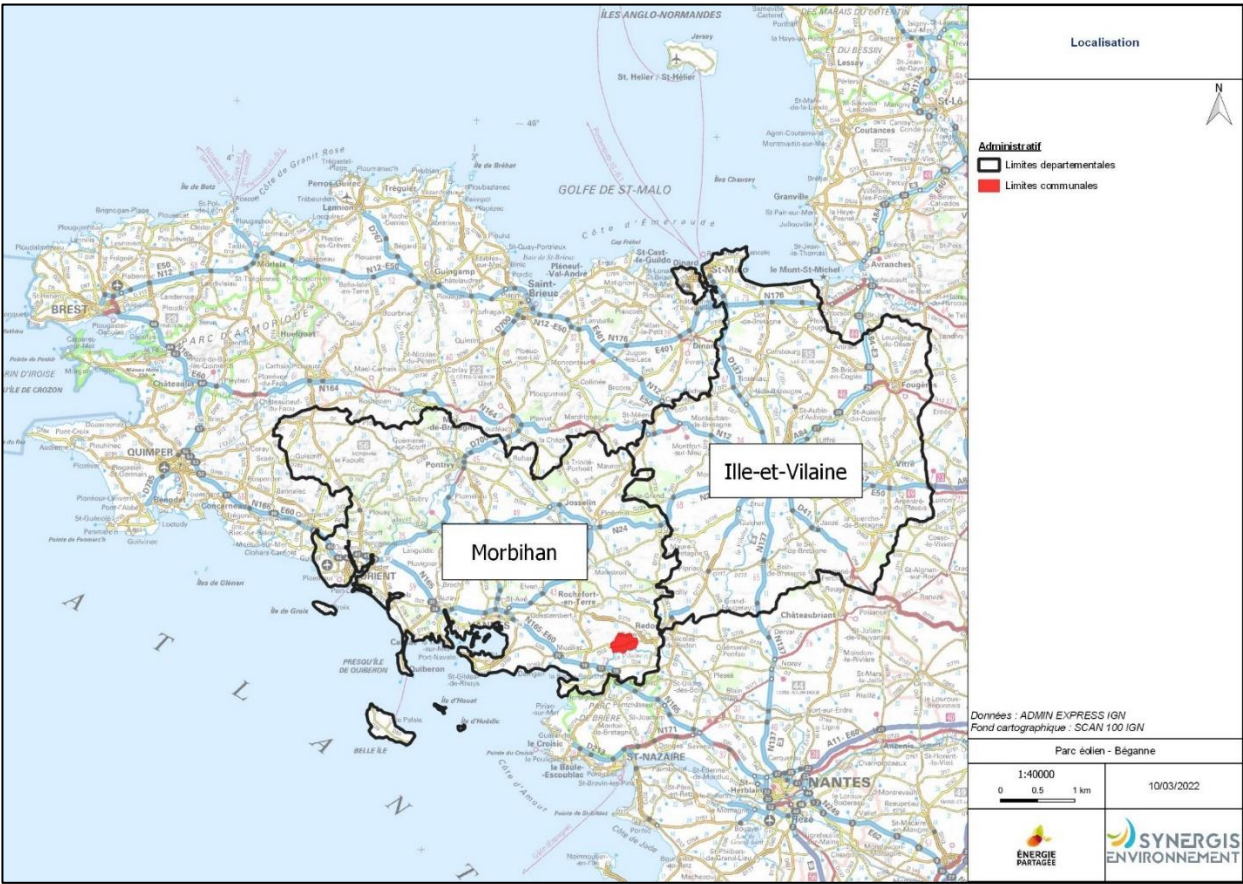


Figure 1 : Localisation régionale du projet

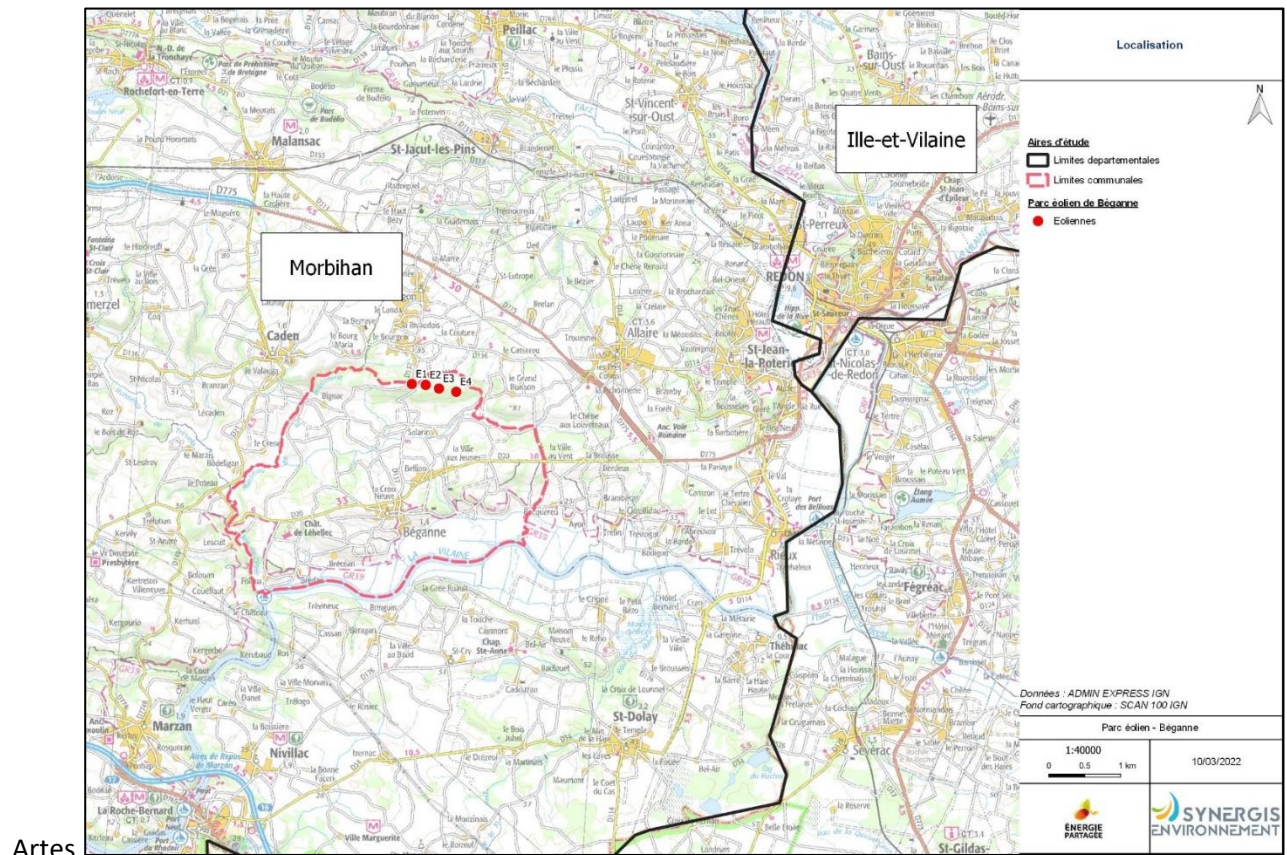


Figure 2 : Localisation communale du projet

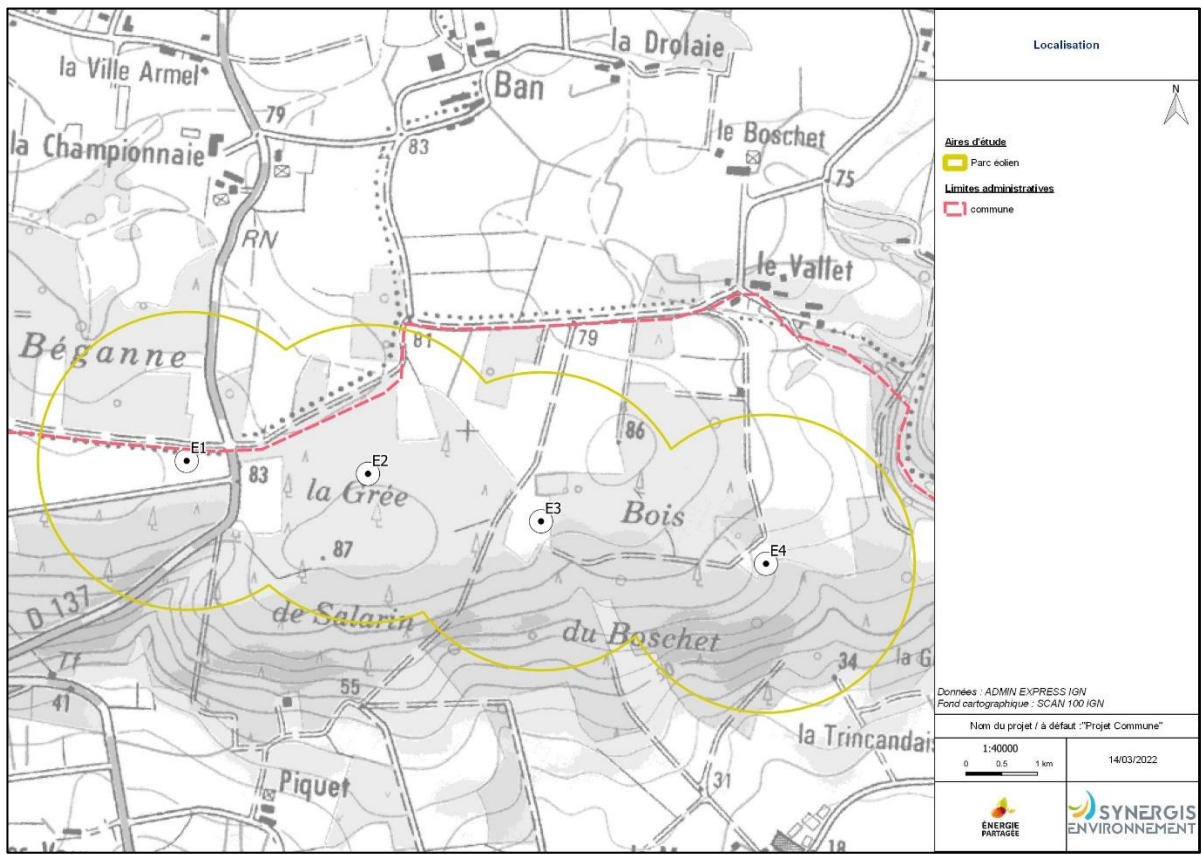


Figure 3 : Localisation précise du projet

III. METHODOLOGIE

III.1 Définition des aires d'études

Dans le but de mener à bien les suivis 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.. Enfin, l'analyse de cette aire d'étude rapprochée permet également la connaissance des continuités écologiques locales.

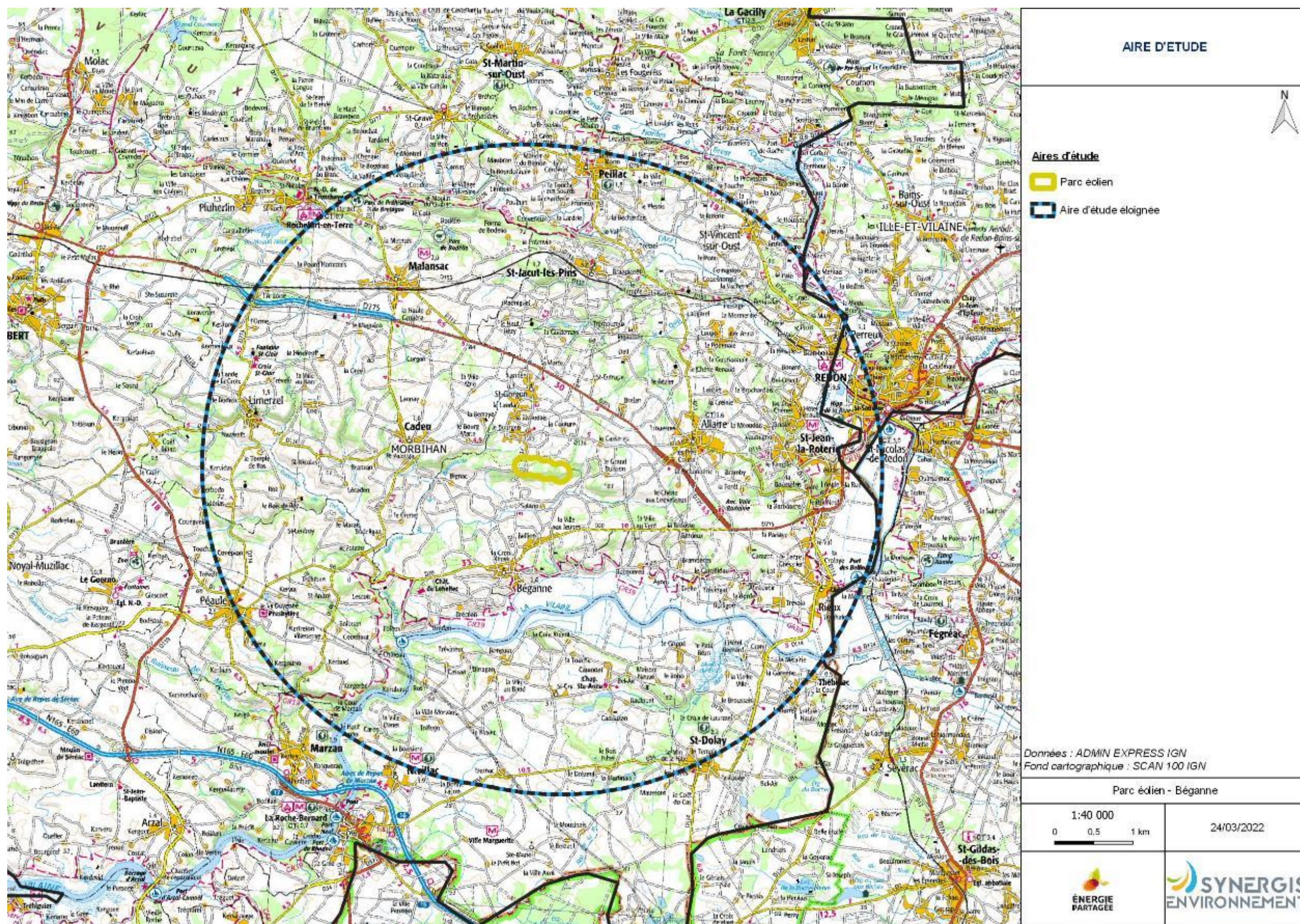


Figure 4 : Localisation de l'aire d'étude éloignée

III.2 Cadrage des suivis

Les cadres méthodologie des deux volets de l'étude (« suivi de la mortalité des chiroptères et de l'avifaune » et le « suivi en nacelle de l'activité des chiroptères ») mis en place par Synergis Environnement sont présentés et replacés dans le cadre réglementaire s'appuyant sur le document-cadre dernièrement validé par le ministère de la transition écologique et solidaire (2018) et le cahier des clauses techniques particulières fournit par BEGAWATTS.

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), BEGAWATTS a commandé en 2020 un suivi de mortalité au bureau d'étude O-GEO 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 Béganne présente une mortalité de 5 cadavres, avec 3 d'oiseaux et 2 de chiroptères. Compte-tenu, la mortalité constatée en 2020, O-GEO a préconisé la modification des mesures de bridage. BEGAWATTS 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 effectives de BEGAWATTS suite aux modifications des préconisations de bridage du rapport de suivi environnemental de 2020, via l'APC sont les suivantes :

Tableau 2 : Conditions de bridage effectives par BEGAWATTS en 2020 pour l'année 2021

Période	Du 1 ^{er} janvier au 31 mars	1 ^{er} avril au 30 avril	1 ^{er} mai au 30 mai	1 ^{er} juin au 30 juin	1 ^{er} juillet au 31 août	1 ^{er} septembre au 31 octobre	1 ^{er} novembre au 31 décembre
Éolienne	Pas de bridage	Toutes	Toutes	Toutes	Toutes	Toutes	Pas de bridage
Vent		<4 m/s	<4 m/s	<6 m/s	<8 m/s	<6 m/s	
T°		>15°C	>16°C	>16°C	>10°C	>12°C	
Horaire de mise en application		Les deux premières heures de la nuit	Les trois premières heures de la nuit	Les cinq premières heures de la nuit	-0h30 avant coucher du soleil jusqu'au lever du soleil	Les huit premières heures de la nuit	

Le parc n'étant pas pourvu de capteur de pluie, ce critère n'est pas inclus dans les paramètres de bridage.

III.3 Méthodologie du suivi en nacelle des chiroptères

III.3.1 Rappel de la commande

Il s'agit d'un suivi à hauteur de nacelle. Un enregistrement de l'activité des chiroptères doit être réalisé en continu (sans échantillonnage) entre les semaines 13 à 52 (début avril à fin décembre). Le suivi concerne l'éolienne E1 et E3.

III.3.2 Protocole mis en œuvre

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

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

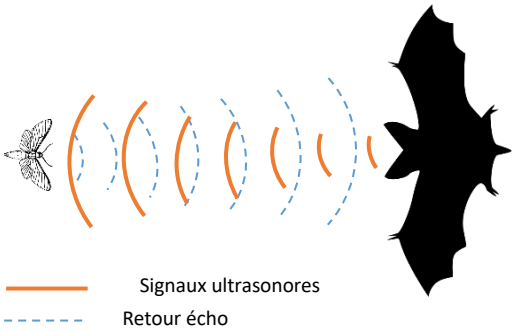


Figure 5 : Principe de l'écholocation des chiroptères

Chaque espèce possède des gammes de signaux qui lui sont propres. Il est alors possible d'identifier une espèce à partir de signaux ultrasonores enregistrés. Toutefois, en fonction du contexte, il peut exister des recouvrements (signaux ayant les mêmes caractéristiques), rendant l'identification plus délicate (BOONMAN 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 un SM3BAT de chez Wildlife acoustic, qui répond à tous les critères précédents.

III.3.2.2.2 Installation

Le SM3BAT 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). Le micro est fixé dans un trou réalisé dans la plancher de la nacelle.



Figure 6 : Enregistreur placé en nacelle (source : Synergis Environnement)



Figure 7 : Enregistreur SM3BAT placé dans la nacelle (source : Amikiro)

Dans notre cas, le module a été installé dans la nacelle de l'éolienne E1 et E3 du parc éolien de Béganne, au cours du mois de mars 2021. Le choix de l'éolienne s'appuie sur la présence à proximité de lisière et de boisement à proximité de ses deux éoliennes, représentant un corridor de déplacement attractif pour les chauves-souris.

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. Afin de vérifier le bon fonctionnement du matériel, renouveler les batteries et récupérer les données, des visites de contrôle sont effectuées régulièrement (environ tous les 2 mois).

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.

III.3.2.3 Analyse des signaux et identification des espèces

Plusieurs centaines de séquences sont obtenues à la fin de l'étude. Cependant, toutes ne correspondent pas à des contacts de chauves-souris. En effet, une majorité de ces fichiers sont liés à l'enregistrement de bruits « parasites » tels que des chants d'orthoptères. Au vu du volume considérable de fichiers à traiter, une détermination automatique à l'aide du logiciel Kaléidoscope Pro est réalisée afin de permettre un pré-tri. Celui-ci permet notamment d'identifier les séquences correspondant à des chiroptères. Une fois l'analyse par le logiciel terminée, il en ressort un tableur 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 Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)
P40	Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>) Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)
P50	Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)
Plecotus sp	Oreillard gris (<i>Plecotus auritus</i>) Oreillard roux (<i>Plecotus austriacus</i>)
Myotis sp	Tous les Murins
Sérotule	Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>) Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>) Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)

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

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

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

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

Source : Barataud, 2015

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

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

Tableau 5 : Calcul du niveau d'activité en altitude

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

Tableau 6 : Calcul du niveau de richesse spécifique

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

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	$n < 0,16$	$0,16 \leq n < 0,64$	$0,64 \leq n < 1,2$	$1,2 \leq n < 2,4$	$2,4 \leq n$
Pipistrelle de Kuhl	Moyen	Commune	$n < 0,08$	$0,08 \leq n < 0,32$	$0,32 \leq n < 0,6$	$0,6 \leq n < 1,2$	$1,2 \leq n$
Pipistrelle de Nathusius	Moyen	Peu commune	$n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,08$	$0,08 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n < 0,3$	$0,3 \leq n$
Pipistrelle pygmée	Moyen	Rare	$n < 0,01$	$0,01 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,075$	$0,075 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n$
Barbastelle d'Europe	Faible	Peu commune	$n < 0,004$	$0,004 \leq n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,06$	$0,06 \leq n$
Sérotine commune	Fort	Commune	$n < 0,12$	$0,12 \leq n < 0,48$	$0,48 \leq n < 0,9$	$0,9 \leq n < 1,8$	$1,8 \leq n$
Noctule commune	Très fort	Rare	$n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,08$	$0,08 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n < 0,3$	$0,3 \leq n$
Noctule de Leisler	Très fort	Rare	$n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,08$	$0,08 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n < 0,3$	$0,3 \leq n$
Sérotine bicolore	Très fort	Anecdotique	$n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,08$	$0,08 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n < 0,3$	$0,3 \leq n$
Grande Noctule	Très fort	Anecdotique	$n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,08$	$0,08 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n < 0,3$	$0,3 \leq n$
Oreillard roux	Fort (milieu ouvert)	Assez commune	$n < 0,06$	$0,06 \leq n < 0,24$	$0,24 \leq n < 0,45$	$0,45 \leq n < 0,9$	$0,9 \leq n$
Oreillard roux	Moyen (milieu semi-ouvert)	Assez commune	$n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,16$	$0,16 \leq n < 0,3$	$0,3 \leq n < 0,6$	$0,6 \leq n$
Oreillard roux	Faible (milieu fermé)	Assez commune	$n < 0,01$	$0,01 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,075$	$0,075 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n$
Oreillard gris	Fort (milieu ouvert)	Assez commune	$n < 0,06$	$0,06 \leq n < 0,24$	$0,24 \leq n < 0,45$	$0,45 \leq n < 0,9$	$0,9 \leq n$
Oreillard gris	Moyen (milieu semi-ouvert)	Assez commune	$n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,16$	$0,16 \leq n < 0,3$	$0,3 \leq n < 0,6$	$0,6 \leq n$
Oreillard gris	Faible (milieu fermé)	Assez commune	$n < 0,01$	$0,01 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,075$	$0,075 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n$
Grand Rhinolophe	Faible	Peu commune	$n < 0,004$	$0,004 \leq n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,06$	$0,06 \leq n$
Petit Rhinolophe	Faible	Peu commune	$n < 0,004$	$0,004 \leq n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,06$	$0,06 \leq n$
Murin d'Aicathoe	Faible	Peu commune	$n < 0,004$	$0,004 \leq n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,06$	$0,06 \leq n$
Murin de Bechstein	Faible	Peu commune	$n < 0,004$	$0,004 \leq n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,06$	$0,06 \leq n$
Murin à Orelles échancrées	Faible	Peu commune	$n < 0,004$	$0,004 \leq n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,06$	$0,06 \leq n$
Murin de Natterer	Faible	Assez commune	$n < 0,01$	$0,01 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,075$	$0,075 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n$
Murin à moustaches	Faible	Assez commune	$n < 0,01$	$0,01 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,075$	$0,075 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n$
Murin de Daubenton	Faible	Commune	$n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,08$	$0,08 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n < 0,3$	$0,3 \leq n$
Grand Murin	Moyen (milieu ouvert et semi-ouvert)	Peu commune	$n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,08$	$0,08 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n < 0,3$	$0,3 \leq n$
Grand Murin	Faible (milieu fermé)	Peu commune	$n < 0,004$	$0,004 \leq n < 0,02$	$0,02 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,06$	$0,06 \leq n$
Minioptère de Schreibers	Moyen	Rare	$n < 0,01$	$0,01 \leq n < 0,04$	$0,04 \leq n < 0,075$	$0,075 \leq n < 0,15$	$0,15 \leq n$

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 (prédation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages, dégradation rapide par les fortes pluies, enfouissement des cadavres au moment des labours)
- ❖ La difficulté à repérer les animaux, en particulier pour les animaux de petite taille et pendant les périodes où la végétation est la plus haute
- ❖ La réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales

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

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

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

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

La détectabilité diminue si la luminosité est trop faible, il n'est donc pas possible de commencer aux aurores. La prospection doit donc commencer au plus tôt, à partir du lever du soleil.

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

III.4.2 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 :

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

$N_{\text{estimé}}$: = nombre de cadavres total

C = nombre de cadavres comptabilisés

d = taux de détection

p = taux de persistance durant l'intervalle de suivi

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

S_p : Surface prospectée

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

III.4.2.1 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 (N_b) ne sont pas intégrés.

N_a : Nombre de cadavres découverts

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

C = nombre de cadavres comptabilisés = $N_a - N_b$

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

III.4.2.2 Coefficient de détectabilité (d)

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

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

III.4.2.3 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 prédation 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_p) par la surface théorique de prospection ($S_{\text{ap}} = 100\text{m} \cdot 100\text{m}$). 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 Winkelman, est remplacé par la durée moyenne de persistance. L'avantage de cette méthode est de pouvoir réaliser des estimations de mortalité même quand le taux de persistance à la fin de l'intervalle de suivi vaut 0 (intervalle de suivi long).

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

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

I est la fréquence de passage en jour. C est le nombre de cadavres trouvés. A est le coefficient de correction de surface. d est le coefficient de détectabilité. \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 : $\hat{e} = \frac{\text{Min}(I; \hat{I})}{I}$

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

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

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

Formule de Huso

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

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

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

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

III.4.3 Rappels théoriques

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

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

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

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

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

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

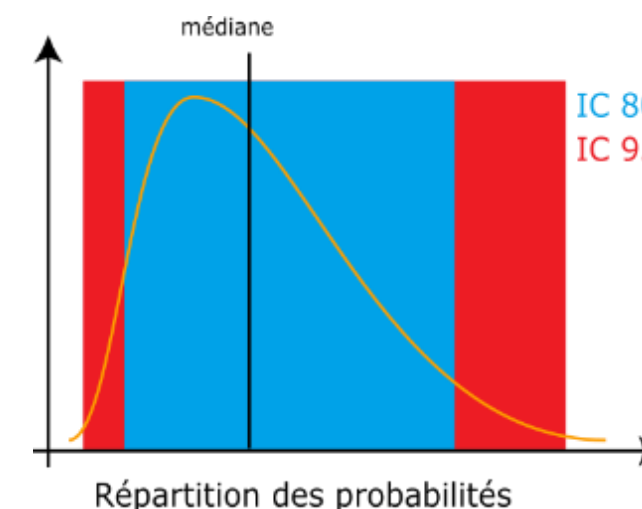


Figure 8 : Répartition des probabilités en fonction d'une valeur théorique de mortalité réelle

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 Amikiro

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 début avril à fin décembre 2021 (semaine 13 à semaine 52) et à lieu une fois par semaine.

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 (voiries, certaines plateformes, champs labourés nivelés)
- ❖ Végétation basse (moins de 15 cm, moins de 25 cm avec un port dressé et un recouvrement inférieur à 20%, sol nu très irrégulier)

- ❖ Végétation moyenne (plus de 15 cm ou plus de 25 avec port dressé, mais moins de 30 cm de hauteur moyenne)
- ❖ Végétation haute (plus de 30 cm, mais pouvant être parcouru)
- ❖ Inaccessible (fourré dense, zone clôturée...)

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

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

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

Éolienne 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

À ce jour, Amikro n'a pas fait parvenir les tests de détection. Ces données seront intégrées par Synergis Environnement dès que possible

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

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

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

A : Coefficient correcteur de surface

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 9 : Exemple de calculs de A et d

Éolienne A	Intervenant	Surface plane			Végétation basse			Non prospectable	Détectabilité moyenné d	Correction de surface prospectée A
		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.4.6 Utilisation des données météorologiques et de fonctionnement

III.4.6.1 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.4.6.2 Séquences

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

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

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.4.6.3 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 88% des contacts de chiroptères sur le parc se font sous un vent de 7 m/s. Les conditions de bridage mises en place cette année 2021 impose une limite de 4 à 8 m/s selon la période. Ainsi, il sera utilisé la limite de 7 m/s 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 10 suivant.

Tableau 10 : Période de vent favorable à l'activité des chiroptères

Mesures du vent		Conditions de vol	Forme simplifiée
Vent moyen (< 7 m/s)	Vent max. (< 7 m/s)	Très favorable	Favorable
	Vent max. (> 7 m/s)	Favorable	
Vent moyen (> 7 m/s)	Vent min. (< 7 m/s)	Peu favorable	Défavorable
	Vent min. (> 7 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.

III.4.6.4 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. Il est cependant possible de graduer le dépassement d'un seuil, selon s'il concerne les activités maximales, moyennes ou minimales.

Un seuil de 9 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 11 : Danger en fonction du fonctionnement des éoliennes

Vitesse de rotation		Danger	Forme simplifiée
Moyenne (< 9 tr/min)	Maximale (< 9tr/min)	Très faible	Très faible
	Maximale (> 9tr/min)	Peu élevé	Élevé
Moyenne (> 9 tr/min)	Minimale (< 9tr/min)	Élevé	
	Minimale (> 9tr/min)	Très élevé	

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

III.4.6.5 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 01/04/2021 au 31/12/2021.

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.4.6.1).

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

IV. CONTEXTE ECOLOGIQUE ET REGLEMENTAIRE

IV.1 Zones naturelles proches

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

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 Béganne, aucun site Natura 2000 n'est recensé dans un rayon de 10 km autour de l'aire d'étude éloignée.

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

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

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

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

Tableau 12 : APPB présentent dans l'AEE

Identifiant	Nom	Distance au site	Descriptif	Date de création
FR3800623	Eglise Paroissiale - Commune De Béganne	3,1 km	Combles et clocher accueillant une colonie de reproduction de grands murins	04/04/2000

Bilan

L'APPB présent au sein de l'aire d'étude éloignée concerne une zone de reproduction et/ou d'hibernation pour le Grand Murin.

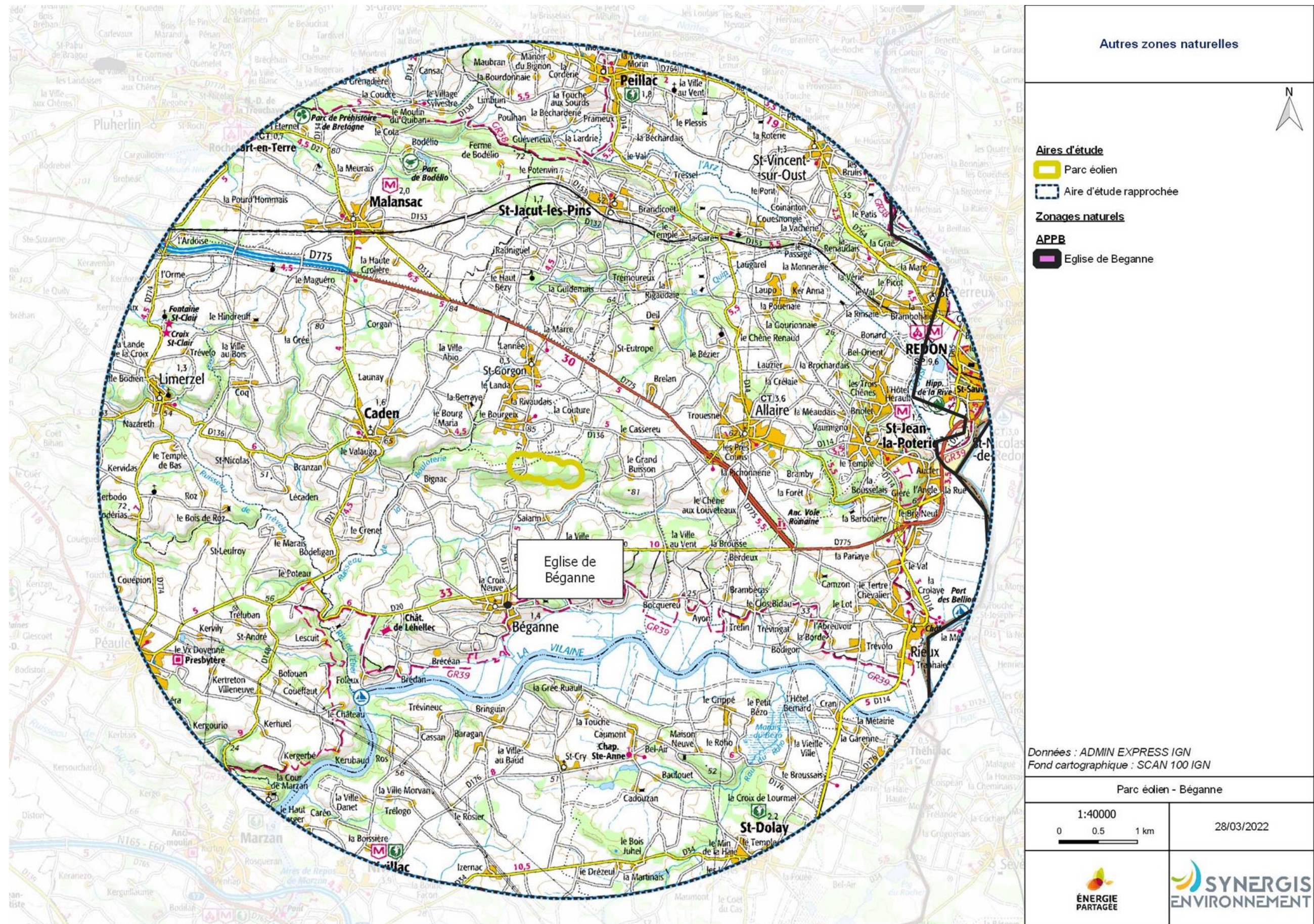


Figure 9 : Carte des Arrêtés de Protection de Biotope un rayon de 10 km

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 du site.

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 constituant des « sanctuaires ».

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

Aucun parc naturel régional ou national n'est répertorié dans un rayon de 10 km autour du site.

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.

Douze ZNIEFF de type I et II sont localisées dans l'aire d'étude éloignée.

Les caractéristiques principales ainsi que les informations de distance relatives de chaque ZNIEFF sont synthétisées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** suivant.

Bilan

L'une des ZNIEFF porte sur un site de reproduction des chiroptères à une distance de 3,1 km au sud, il s'agit de l'église de Béganne.

Tableau 13 : Description des ZNIEFF dans un rayon de 10 km

Identifiant	Nom	Distance à la ZIP en km	Descriptif	Habitats déterminants	Espèces déterminantes
ZNIEFF de type I et II dans de 10 km					
530006043	MARAIS DE BEGANNE ET TREFIN	2,8	Marais et ensemble de prairies plus ou moins halophyles, hygrophiles	53.16 - Végétation à Phalaris arundinacea, 53.11 – Phragmitaies, 37.1 - Communautés à Reine des prés et communautés associées, 22.4 - Végétations aquatiques, 15.52 - Prés salés à Juncus gerardii et Carex divisa, 37.7 - Lisières humides à grandes herbes	17 espèces déterminantes
530020012	COMBLES DE L'EGLISE DE BEGANNE	3,1	Gîte de mise-bas pour le Grand murin	-	1 espèce déterminante
530006018	MARAIS DE SAINT-DOLAY, DU BEZO ET DE LA CORAIS	3,8	Marais et ensemble de prairies plus ou moins halophyles, hygrophiles	53.16 - Végétation à Phalaris arundinacea, 53.16 - Végétation à Phalaris arundinacea, 22.4 - Végétations aquatiques, 15.52 - Prés salés à Juncus gerardii et Carex divisa, 37.3 - Prairies humides oligotrophes	29 espèces déterminantes
530014743	LANDES DE LANVAUX	6,7	Le secteur des Landes de Lanvaux constitue l'élément majeur du relief morbihannais	36 habitats d'intérêt	2 espèces d'amphibien, 8 espèces d'arachnides, 2 espèces de basidiomycètes, 2 espèces de bryophytes, 3 espèces de coléoptères, 11 espèces de lépidoptère, 11 espèces de mammifères, 3 espèces de mollusques, 11 espèces d'odonates, 9 espèces d'oiseaux, 7 espèces d'orthoptères, 28 espèces de plantes
530008256	COTEAUX DE ROCHEFORT EN TERRE DE PLUHERLIN A SAINT-JACUT-LES-PINS	7	Cet espace remarquable de landes, pelouses et rochers de schistes gréseux ou ardoisiers est situé sur la ligne de crête constituant la bordure méridionale des Landes de Lanvaux dans sa partie Est.	31.2 Landes sèches & 35.2 Pelouses siliceuses ouvertes médio-européennes	184 espèces listées, dont 16 espèces déterminantes, 19 espèces protégées (2 reptiles, 16 mammifères et 1 oiseau).
530015505	ARZ	7,2	Tronçon du cours inférieur de l'Arz, situé à l'aval du premier obstacle à la migration des poissons sur cette rivière.	24 Eaux courantes & 44.3 Forêt de Frênes et d'Aulnes des fleuves médio-européens	86 espèces listées, dont 3 espèces déterminantes, 5 espèces protégées (1 mammifère et 4 poissons).
530005991	TOURBIERE, MARAIS ET LANDES DU MOULIN DU ROHO	7,8	Le marais du Roho est l'ancien étang du Moulin du Roho dont l'édification avec sa digue remonte au Moyen-âge. Il occupe un vallon principal, étroit dans sa partie aval avec des versants pentus porteurs de landes sèches plus ou moins densément boisées avec localement des affleurements rocheux	31.1 - Landes humides, 31.2 - Landes sèches, 53.2 - Communautés à grandes Laïches, 53.1 – Roselières, 51.1 - Tourbières hautes à peu près naturelles, 44.9 - Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais, 44.A - Forêts marécageuses de Bouleaux et de Conifères	28 espèces déterminantes
530005992	MARAIS DE RIEUX	8,2	Marais et ensemble de prairies plus ou moins halophyles, hygrophiles	53.16 - Végétation à Phalaris arundinacea, 53.14 - Roselières basses, 53.11 – Phragmitaies, 15.52 - Prés salés à Juncus gerardii et Carex divisa, 37.7 - Lisières humides à grandes herbes, 22.4 - Végétations aquatiques	20 espèces déterminantes
530006044	MARAIS DE THEHILLAC	8,6	Marais et ensemble de prairies plus ou moins hygrophiles	38.21 - Prairies de fauche atlantiques, 37.3 - Prairies humides oligotrophes, 24.1 - Lits des rivières	11 espèces déterminantes

520120016	MARAIS DE FEGREAC	9,2	-	15.5 - Prés salés méditerranéens, 44.9 - Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais, 24.1 - Lits des rivières, 53.1 – Roselières, 37.2 - Prairies humides eutrophes	11 espèces déterminantes
530006822	MARAIS DU MOULIN DE MARZAN	9,4	Marais et ensemble de prairies plus ou moins hygrophiles	53.216 - Cariçaies à Carex paniculata, 53.16 - Végétation à Phalaris arundinacea, 53.15 - Végétation à Glyceria maxima, 44.9 - Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais, 37.1 - Communautés à Reine des prés et communautés associées, 53.11 - Phragmitaies	4 espèces déterminantes
520006587	MARAIS DE LA VILAINE EN AMONT DE REDON	13	Zone d'importance régionale pour les oiseaux d'eau (anatidés, limicoles) au cours des transits pré-nuptiaux et comme gagnage hivernal. Nidification d'espèces intéressantes (passereaux inféodés aux milieux palustres entre autres). Zone d'intérêt trophique pour les populations de chiroptères hibernant et se reproduisant dans plusieurs sites des environs. Intéressante richesse et diversité sur le plan entomologique	53.1 – Roselières, 53.2 - Communautés à grandes Laïches, 37.2 - Prairies humides eutrophes, 44.9 - Bois marécageux d'Aulne, de Saule et de Myrte des marais, 22.1 - Eaux douces	1 espèce d'amphibien, 1 espèce de coléoptères, 1 espèce de lépidoptères, 2 espèces de chiroptères, 4 espèces d'odonates, 9 espèces d'oiseaux, 31 espèces de plantes, 2 espèces de poissons, 1 espèce de Ptéridophytes

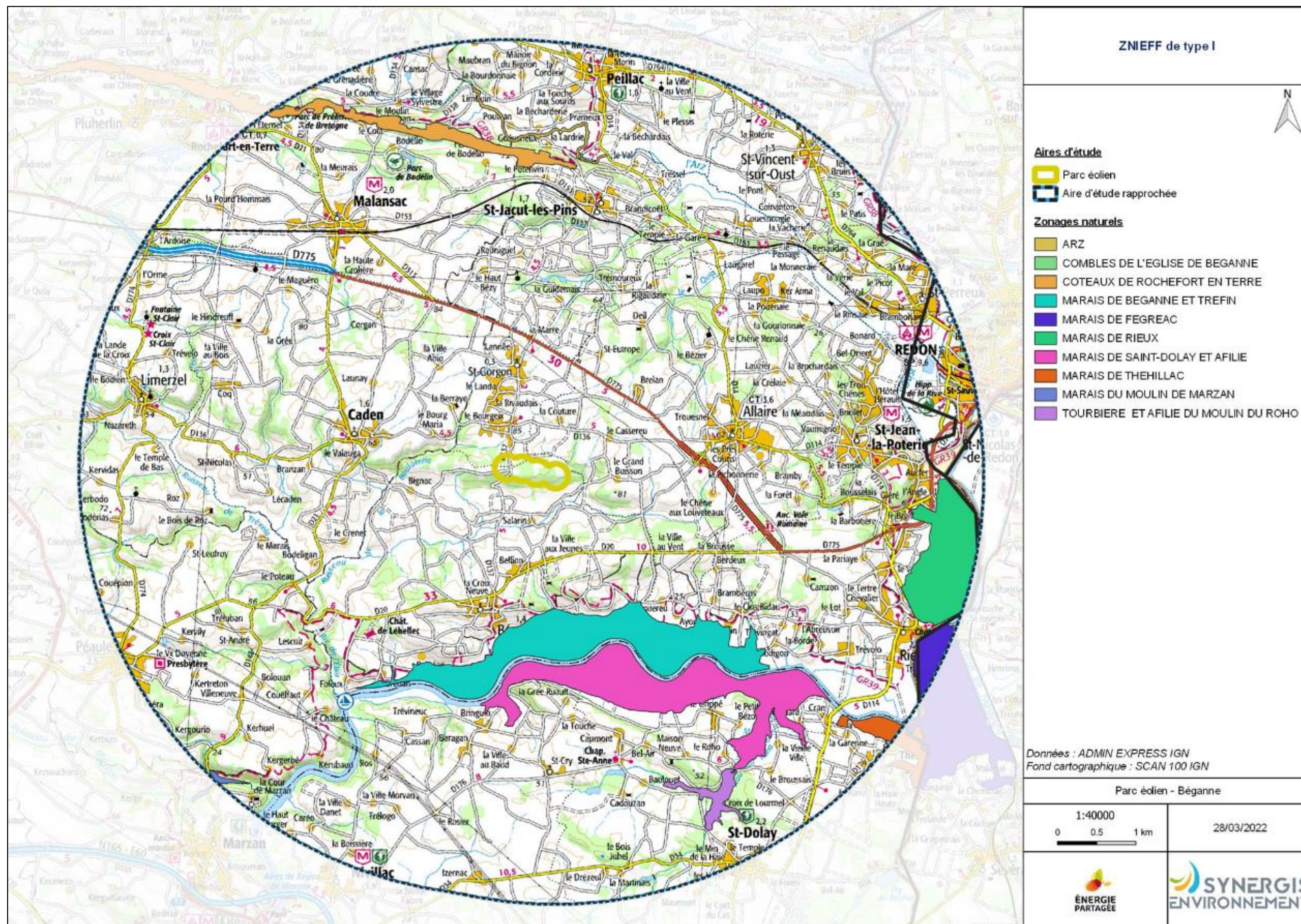


Figure 10 : Localisation des ZNIEFF de type I dans un rayon de 10 km

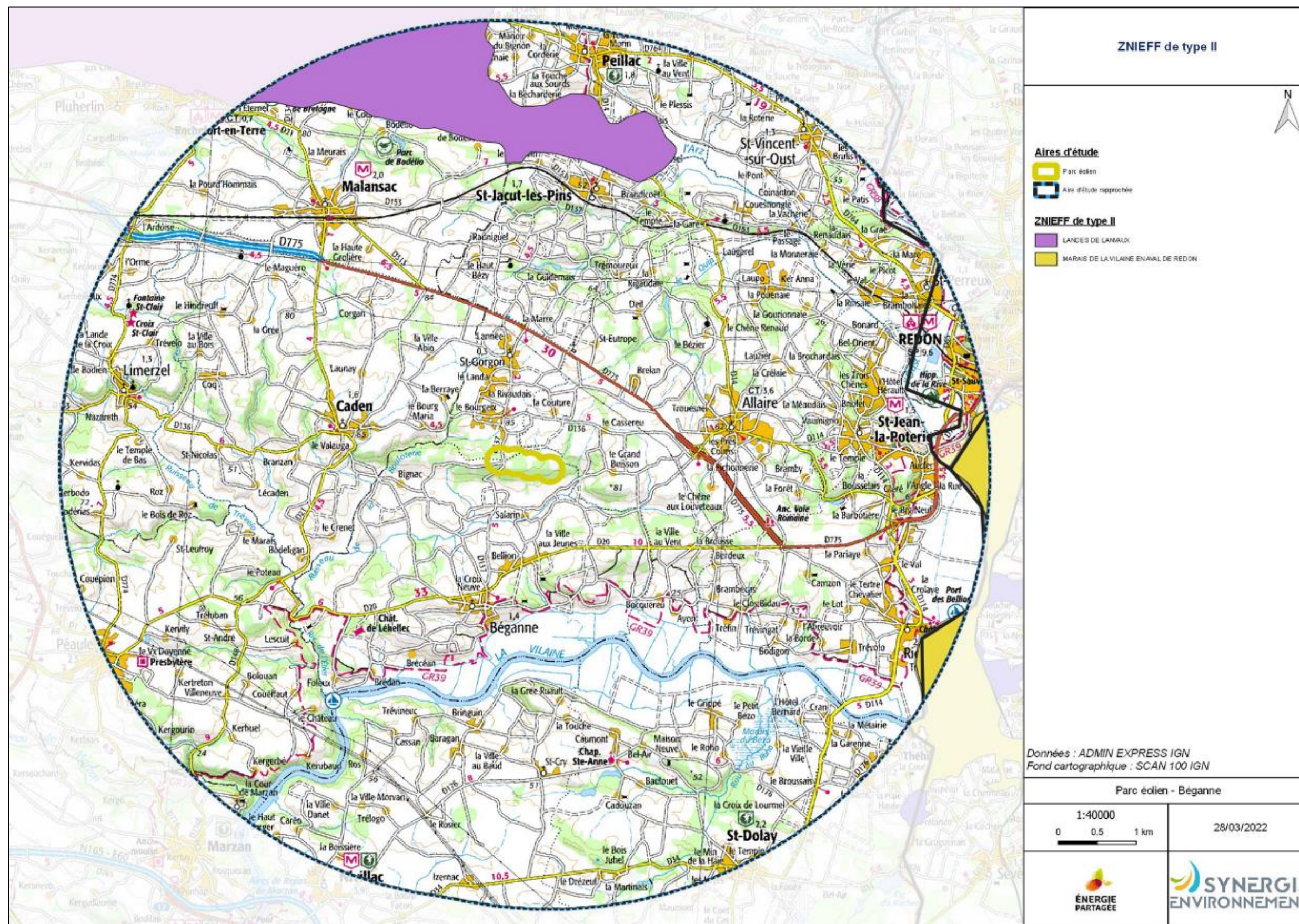


Figure 11 : Localisation des ZNIEFF de type II dans un rayon de 10 km

IV.2 Schéma Régional Eolien de la région Bretagne

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

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

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

IV.3 Continuités écologiques

IV.3.1 Définition

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

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

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

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

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

IV.3.2 Aspects légaux

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

Composante verte :

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

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

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

Composante bleue :

- 1° Les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux figurant sur les listes établies en application de l'article L. 214-17* ;
- 2° Tout ou partie des zones humides dont la préservation ou la remise en bon état contribue à la réalisation des objectifs visés au IV de l'article L. 212-1**, et notamment les zones humides mentionnées à l'article L. 211-3***;
- 3° Les cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux et zones humides importantes pour la préservation de la biodiversité et non visées aux 1° ou 2° du présent III.

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

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

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

IV.3.3 La trame verte et bleue

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

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

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

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

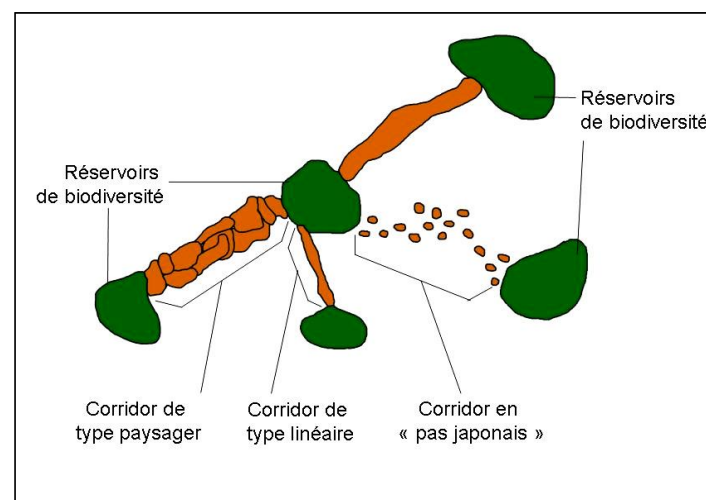


Figure 12 : Éléments de la Trame Verte et Bleue

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) qui doit 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.

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

A 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 ».

L'Aire d'étude immédiate se situe en limite ouest du grand ensemble de perméabilité n° 18 : De la forêt de Lorges à la forêt de Brocéliande.



Figure 13 : Présentation du grand ensemble de perméabilité n°18 De la forêt de Lorges à la forêt de Brocéliande

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, grâce à ses nombreux boisements et massifs forestiers (Paimpont, Lanouée, Lorge, Hardouinais...)

Bilan

Les alentours des éoliennes présentent des réservoirs de biodiversité et des connexions entre milieux naturels élevés.

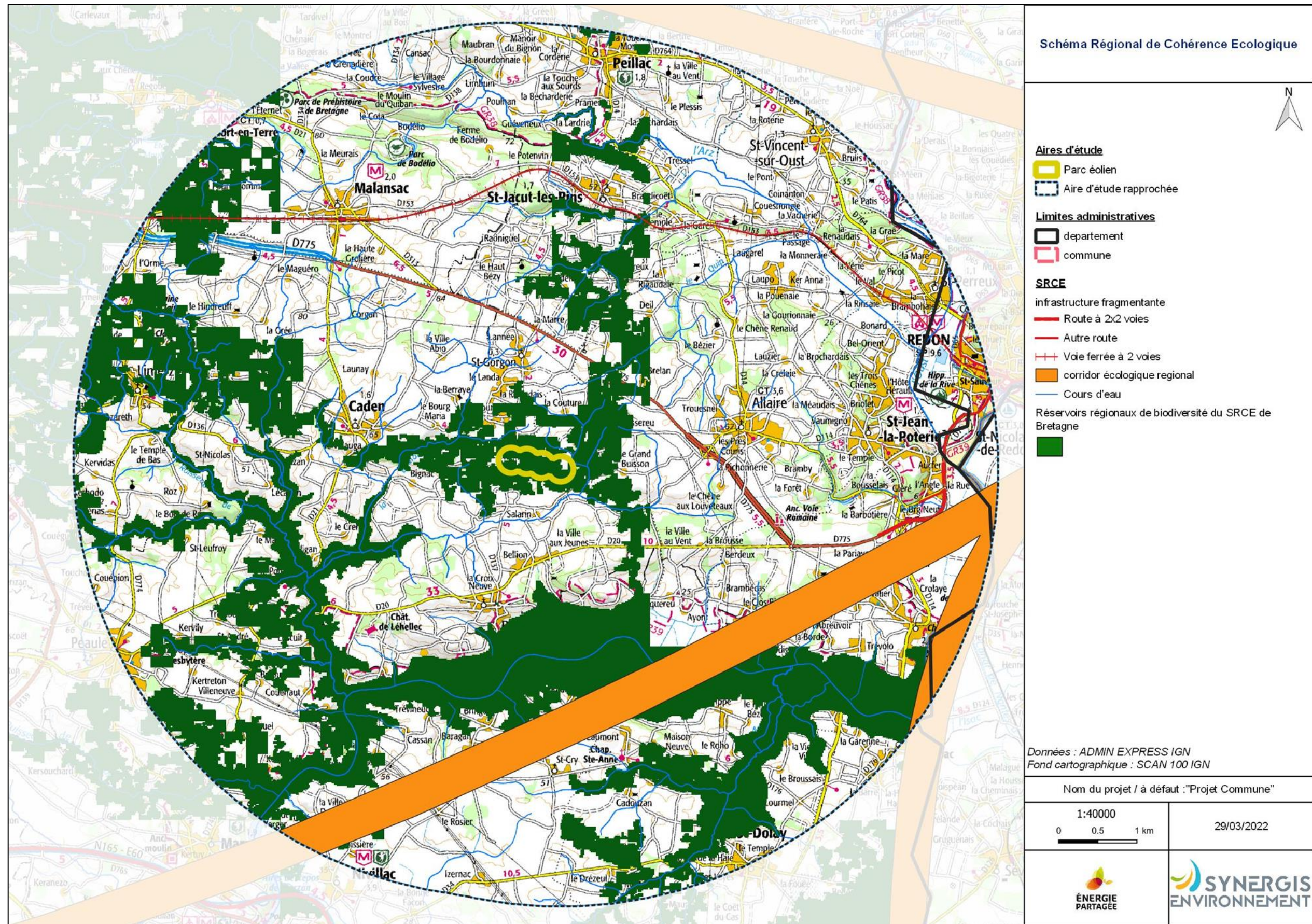


Figure 14 : Schéma régional de cohérence écologique de Bretagne (2015)

IV.4 Contexte paysager

Le site éolien de Béganne se trouve dans un contexte majoritairement agricole et boisé. De plus, un maillage de haies assez important parsème le territoire, donnant un aspect de bocage au paysage qui peuvent être considéré comme des corridors pour la faune aviaire et les chauves-souris. La trame des continuités écologiques pour six espèces de chauves-souris réalisée par le Groupe Mammalogique Breton met en évidence ces corridors.

Le contexte bocager et boisé peut 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.

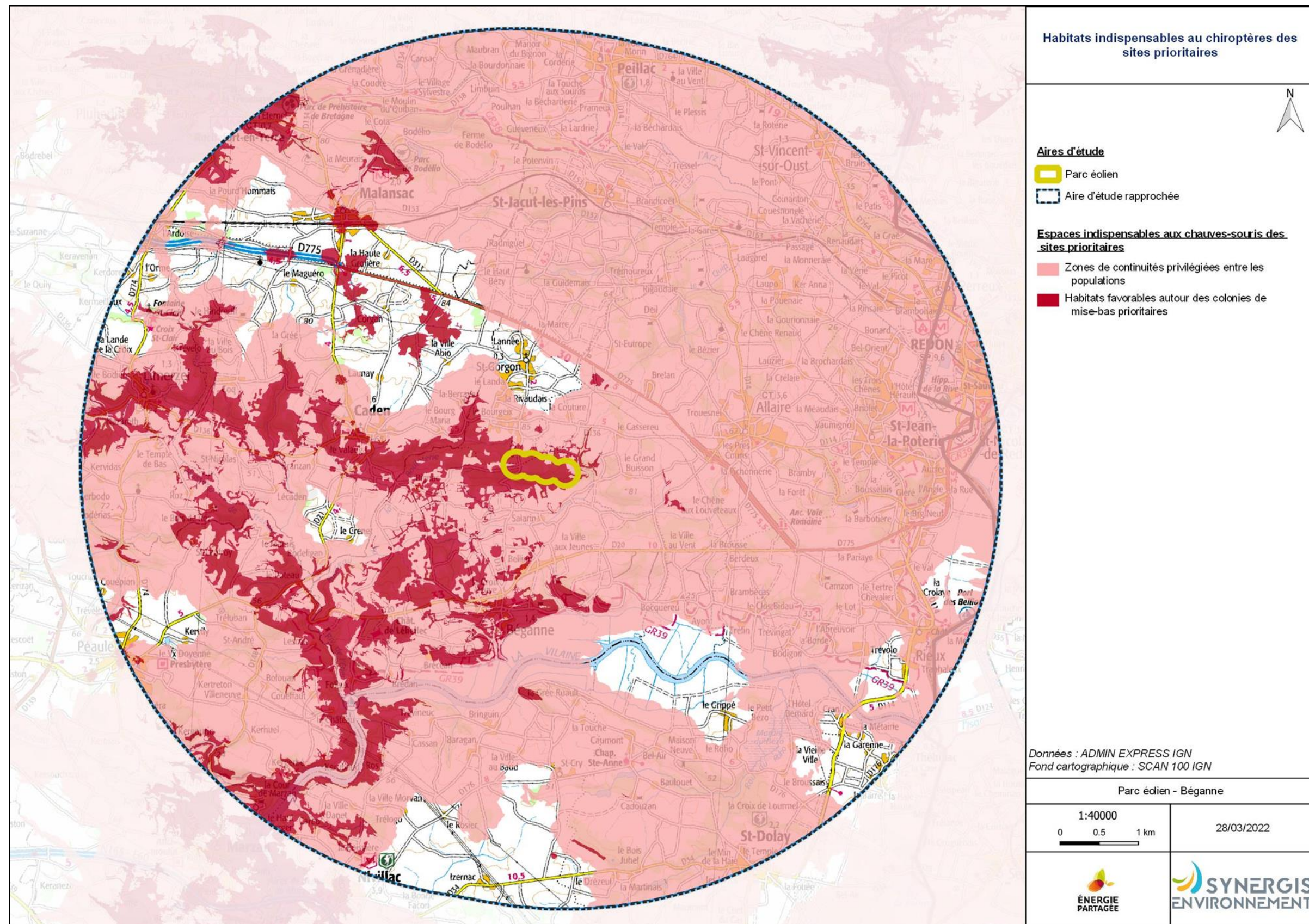


Figure 15 : Valeur moyenne des continuités écologiques de 6 espèces de chauves-souris en Bretagne continentales. Ces valeurs, distribuées de 1 à 100 dans cette trame diffuse, synthétisent la qualité et la quantité des connexions possibles entre les cœurs d'habitats de différentes espèces sensibles de chiroptères (grand et petit rhinolophes, murins de Bechstein et de Daubenton, barbastelle d'Europe et sérotine commune). Source : Groupe Mammalogique Breton 2020.

V. ÉCOUTES EN NACELLES

V.1 Résultats des écoutes en nacelle

Pour rappel, les écoutes en nacelle se sont déroulées du 1^{er} avril 2021 au 31 décembre 2021, sur les éoliennes E1 et E3. Les résultats bruts enregistrés pour chaque SM3Bat lors de la saison d'écoute sont synthétisés dans les tableaux suivants.

NB : Un dysfonctionnement a eu lieu sur le matériel installer sur l'éolienne E3. Cela a empêché l'enregistrement des chiroptères sur la majeure partie de la saison. Les résultats ne sont pas exploitables pour cette éolienne et ne seront pas affichés dans la suite du rapport. Sur l'éolienne E1, un défaut d'enregistrement n'a pas permis de récupérer les sons des mois d'avril, mai et juin.

Tableau 14 : Nombre de contacts bruts par espèce de chauves-souris – E1

Date de pose	Durée D'enregistrement (H)	Période	Espèces						Groupe			Nombre de contacts brut total
			Pp	Pk	Pn	Es	Nn	NI	P35	Sérotule	Myosp	
01/04/2021 au 30/04/2021	308,93	Avril										0
01/05/2021 au 31/05/2021	272,53	Mai										0
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin										0
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	51	7	23	3	43	2	2	35		166
01/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août	221	88	36	21	382	96		49		893
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre	1023	344	210	9	85	10		56	3	1740
01/10/2021 au 31/10/2021	408,38	Octobre	4854	1	11					1		4867
01/11/2021 au 30/11/2021	435,25	Novembre										0
01/12/2021 au 31/12/2021	432,50	Décembre										0

Tableau 15 : Nombre de contacts bruts par espèce de chauves-souris – E3

Date de pose	Durée D'enregistrement (H)	Période	Espèces						Groupe	Nombre de contacts brut total
			Pp	Pk	Pn	Es	Nn	P40	Sérotule	
01/04/2021 au 30/04/2021	308,93	Avril								0
01/05/2021 au 31/05/2021	272,53	Mai								0
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin								0
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	44	2	11	3	24	3	3	87
01/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août								0
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre								0
01/10/2021 au 31/10/2021	408,38	Octobre								0
01/11/2021 au 30/11/2021	435,25	Novembre								0
01/12/2021 au 31/12/2021	432,50	Décembre								0

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.1.1 Observations globales

Sur E1, ce sont au total 7 666 contacts qui ont été enregistrés au cours de la saison, pour une moyenne de 5,15 ct/h. **L'activité chiroptérologique globale est donc considérée comme très forte**, selon l'échelle définie dans la partie méthodologique. On note un niveau d'activité faible au cours du mois de juillet. Mais le niveau d'activité devient fort à très fort au cours de la période de swarming et de transit automnal, notamment entre le mois de septembre et le mois d'octobre. Aucun contact n'a été enregistré lors de la saison hivernale.

Sur le deuxième enregistreur, E3, 87 contacts ont été enregistrés au cours du mois de juillet, le niveau d'activité est considéré comme faible.

V.1.2 Diversité spécifique

Sur E1, la richesse spécifique est considérée comme moyenne, puisque 7 espèces de chauves-souris ont été recensées lors de l'écoute en nacelle sur les deux enregistreurs. Ainsi que trois groupes d'espèces, il s'agit du groupe P35, du groupe Sérotules et du groupe des Murins. Sur E3, la richesse spécifique est considérée comme faible sur le mois de juillet, avec 4 espèces recensées.

Sur E1, les trois espèces de pipistrelles sont présentes sur 4 des 9 mois d'écoute. De manière générale, la majeure partie des espèces sont présentes au moins sur 3 à 4 mois de la saison d'écoute.

Parmi les espèces recensées, on ne retrouve que des espèces à forte sensibilité éolienne. Exception faite de la sérotine commune qui a une sensibilité moyenne.

Tableau 16 : Espèces inventoriées en nacelle

Groupe ou espèce		Nom scientifique	Nombre de mois de présence d'espèces inventoriées sur E1
Pp	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	4
Pk	Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	4
Pn	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	4
Nl	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leislerii</i>	3
Nn	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	3
Es	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	3
	Sérotules	<i>Sérotules</i>	4
	P35	<i>Pipistrellus kuhlii</i> <i>Pipistrellus nathusii</i>	1
	Murin sp	<i>Myotis sp</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 17 : Évaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle sur E1

Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	Activité (Cts Ajustés /H)	Niveau d'activité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1,75	Fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0,15	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	0,09	Moyen
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	0,05	Faible
Sérotules	Sérotules	0,02	Faible
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leislerii</i>	0,01	Très faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	0,01	Très faible
Murin sp	<i>Myotis sp</i>	0,002	Très faible
P35	<i>Pipistrellus kuhlii</i> / <i>Pipistrellus nathusii</i>	0,001	Très faible

Tableau 18 : Évaluation du niveau d'activité des espèces inventoriées par écoute en nacelle sur E3

Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	Activité (Cts Ajustés /H)	Niveau d'activité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0,024	Très faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	0,006	Très faible
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	0,003	Très faible
P40	<i>Pipistrellus nathusii</i> / <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0,002	Très faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0,001	Très faible
Sérotules	Sérotules	0,001	Très faible

Sur E1, la pipistrelle commune ressort avec un niveau d'activité globalement fort au cours de la saison. Il devient même très fort à la période de swarming et de transit automnal. La pipistrelle de nathusius est également bien représentée avec un niveau d'activité dans l'ensemble modéré. De même que la pipistrelle commune, elle se montre particulièrement active au cours de la saison automnale. Les autres espèces présentent toutes un niveau d'activité très faible à faible au cours de la période.

Sur E3, les enregistrements du mois de juillet ne permettent pas d'établir une utilisation du site. Les espèces contactées ressortent avec des niveaux d'activités très faible au cours de cette période.

L'espèce ayant l'activité la plus « élevée » est la pipistrelle commune avec 1,75 ct/h sur l'E1, 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 19 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h) sur E1

Date d'enregistrement	Durée d'enregistrement (H)	Mois	Espèces						Groupes			Nombre total de Contacts Ajustés / Heure	Niveau d'activité
			Pp	Pk	Pn	Es	Nn	NI	P35	Sérotule	Myosp		
01/04/2021 au 30/04/2021	308,93	Avril											Très faible
01/05/2021 au 31/05/2021	272,53	Mai											Très faible
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin											Très faible
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	0,20	0,03	0,09	0,01	0,04	0,002	0,01	0,05		0,42	Faible
01/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août	0,73	0,29	0,12	0,04	0,32	0,10		0,06		1,66	Moyen
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre	2,98	1,00	0,61	0,02	0,06	0,01		0,06	0,01	4,76	Très fort
01/10/2021 au 30/10/2021	408,38	Octobre	11,89	0,002	0,03					0,001		11,92	Très fort
01/11/2021 au 30/11/2021	435,25	Novembre											Très faible
01/12/2021 au 31/12/2021	432,50	Décembre											Très faible

Tableau 20 : Niveau d'activité par espèce observé en nacelle par mois (en ct/h) sur E3

Date d'enregistrement	Durée d'enregistrement (H)	Mois	Espèces				Groupes		Nombre total de Contacts Ajustés / Heure	Niveau d'activité
			Pp	Pk	Pn	Nn	P40	Sérotule		
01/04/2021 au 30/04/2021	308,93	Avril								Très faible
01/05/2021 au 31/05/2021	272,53	Mai								Très faible
01/06/2021 au 30/06/2021	240,42	Juin								Très faible
01/07/2021 au 31/07/2021	260,87	Juillet	0,17	0,01	0,04	0,02	0,01	0,005	0,26	Très faible
01/08/2021 au 31/08/2021	302,30	Août								Très faible
01/09/2021 au 30/09/2021	343,03	Septembre								Très faible
01/10/2021 au 30/10/2021	408,38	Octobre								Très faible
01/11/2021 au 30/11/2021	435,25	Novembre								Très faible
01/12/2021 au 31/12/2021	432,50	Décembre								Très faible

Les espèces sont donc présentes de manière différente au cours de la saison sur l'E1 :

- ❖ La pipistrelle commune est présente au cours de la saison de mise-bas et élevage des jeunes ainsi qu'à la période de swarming et de transit automnal. Elle a **une activité faible au mois de juillet. Mais son niveau d'activité devient moyen au mois d'août**, marquant le début de la période de transit automnal. **Entre le mois de septembre et d'octobre, son niveau d'activité est considéré comme très fort**, notamment au cours du mois d'octobre, avec un nombre de contacts par heure très important. Démontrant un vif intérêt pour cette saison, des signaux de chasse active et des signaux de transit ont été notés. Par la suite, elle n'est pas contactée lors de la saison hivernale.
- ❖ La pipistrelle de Kuhl est présente sur les mêmes périodes que la première espèce. On note un taux d'activité très faible à faible au cours de la période de mise bas et élevage des jeunes. Le taux d'activité devient fort au mois de septembre, au cours de la période de swarming et de transit automnal. Des signaux de chasse active ont également été notés pour cette espèce à cette saison. Enfin, son niveau d'activité est très faible sur le reste de la saison, et nulle au cours de la période hivernale.
- ❖ La pipistrelle de Nathusius est présente entre les mois de juillet et d'octobre. Son **niveau d'activité est modéré au cours des mois de juillet et août, il devient très fort au mois de septembre**. Puis faible au mois d'octobre. À l'image de la pipistrelle commune et de la pipistrelle de kuhl, son niveau d'activité est plus élevé à la saison de swarming et de transit automnal.
- ❖ La sérotine commune est observée sur trois mois de l'année, entre le mois de juillet et le mois de septembre. Son niveau d'activité est très faible sur ces trois mois.
- ❖ La noctule commune est présente entre le mois de juillet, août et septembre à proximité de l'éolienne E1. Son niveau d'activité est faible au cours du mois de juillet et de septembre. Toutefois, **son niveau d'activité est très fort au mois d'août, au début de la période de swarming et de transit automnal**. C'est majoritairement une activité de transit qui est enregistrée pour cette espèce. Elle n'a pas été contactée sur le reste de la saison.
- ❖ La noctule de Leisler est contactée sur les mêmes périodes que la noctule commune, avec un taux d'activité très faible. Néanmoins, à l'image de la précédente espèce, elle se montre plus active au début de la saison de swarming et de transit automnal, **avec un niveau d'activité modéré au mois d'août**. Il s'agit essentiellement d'une activité de transit, aucun signal de chasse n'a été relevé.

Par ailleurs, on notera un niveau d'activité faible pour le groupe des sérotules entre le mois de juillet, août et septembre.

V.1.4 Répartition temporelle des contacts

L'activité la plus élevée est au mois d'octobre (11,92 ct/h) et la plus faible est au mois de juillet (0,42 ct/h). La diversité spécifique est au maximum de 7 espèces pendant le mois de septembre, dans une moindre mesure également au cours des mois de juillet et août, avec 6 espèces. La richesse spécifique est 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 Nathusius.

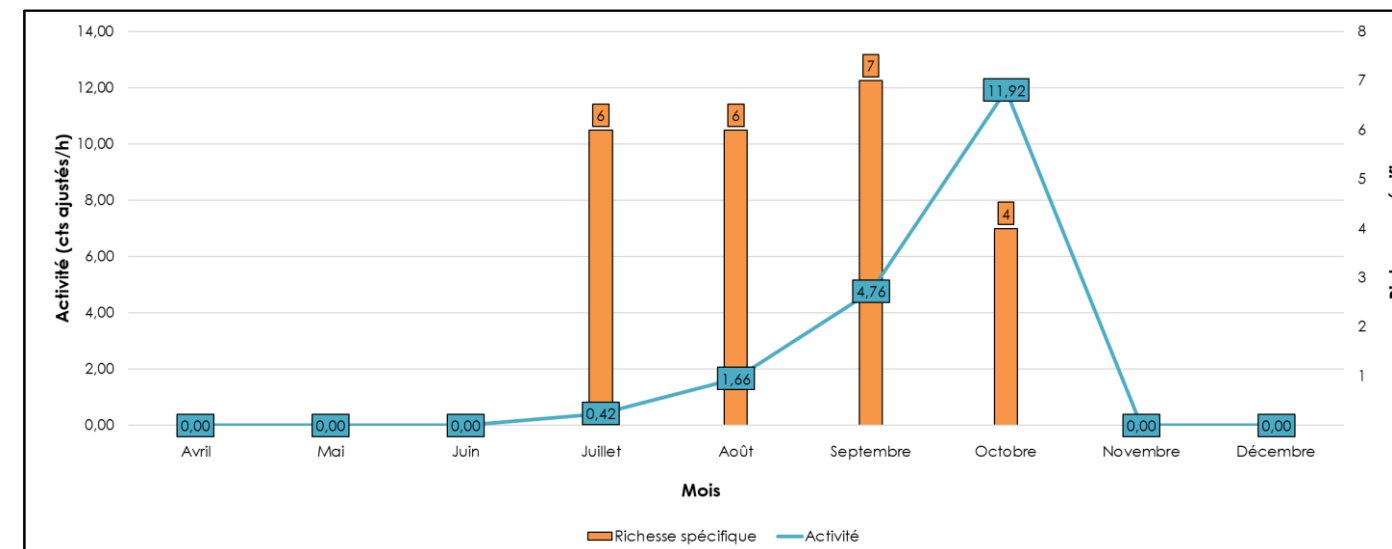


Figure 16 : Évolution de l'activité et de la diversité spécifique au cours de la saison 2021

V.1.5 Impact de la température sur l'activité des chiroptères sur E1

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.

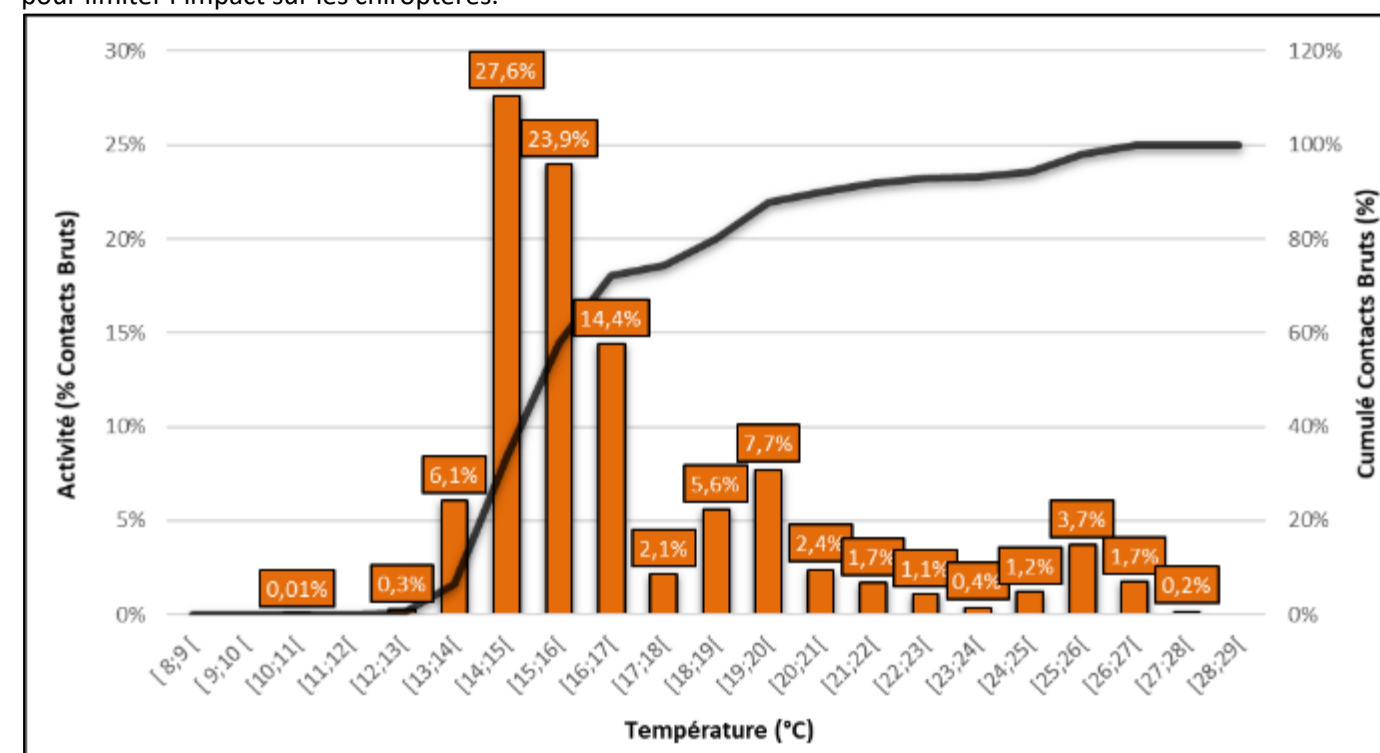


Figure 17 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la température (°C)

Après croisement de l'activité chiroptérologique en fonction de la température, on remarque que **87,4% de l'activité se concentre entre 13°C et 20°C inclus** dont 66% compris entre 14°C et 17 °C (voir graphique ci-dessus). En dessous de 13°C, on note seulement 0,4% de l'activité, **toutefois, il est à rappeler que la période du 1^{er} avril au 14 juillet 2021 n'est pas prise en compte dans ses résultats**. Au-dessus de 20°C, l'activité décroît, mais on retrouve tout de même 12,4% de l'activité chiroptérologique.

V.1.6 Impact de la vitesse du vent sur l'activité des chiroptères

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

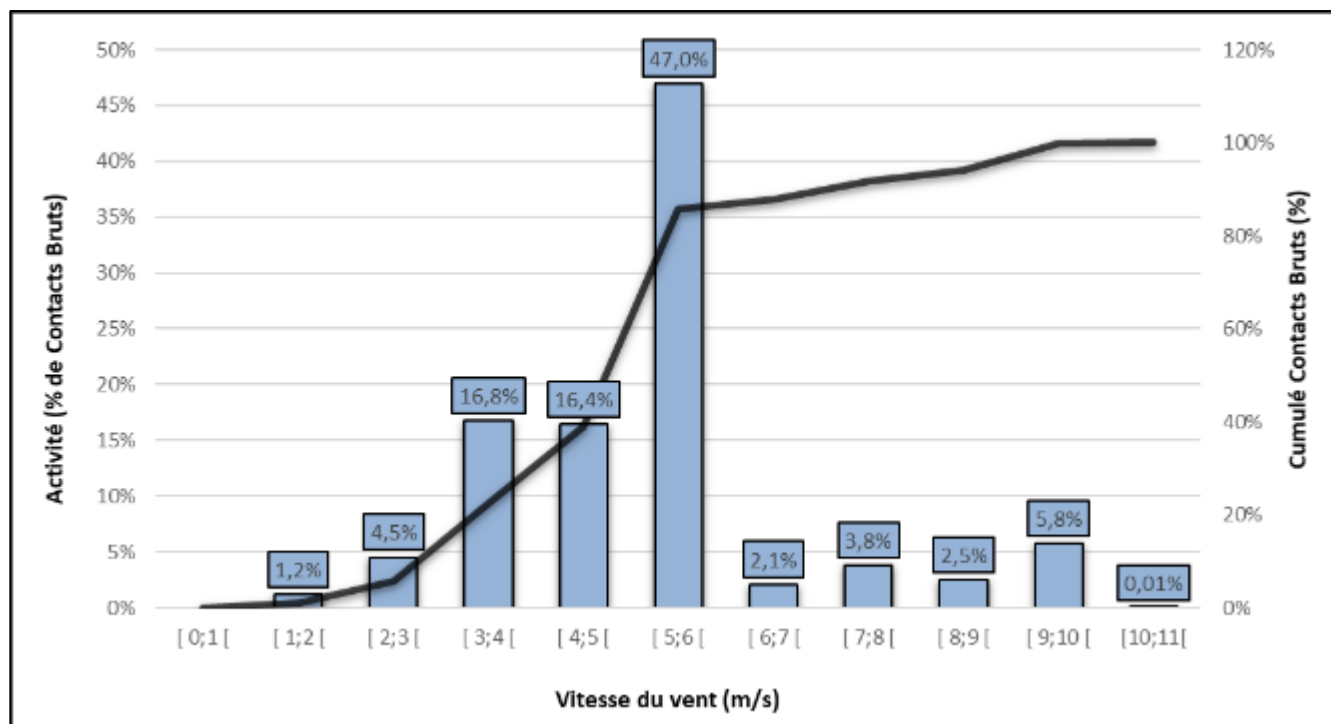


Figure 18 : Évolution de l'activité des chiroptères en fonction de la vitesse du vent (m/s)

Les chauves-souris sont ainsi actives à hauteur de pale lorsque la vitesse du vent est comprise entre 0 et 6 m/s, pas moins de 86% de l'activité est enregistré dans cet intervalle de vitesse. L'optimum est atteint entre 3 et 6 m/s, avec 80% des contacts. Au-delà de ces valeurs, l'activité chiroptérologique diminue, mais on note tout de même 14% de l'activité entre 6 et 10 m/s.

La vitesse du vent joue donc un rôle très important sur le parc éolien de Béganne. **Toutefois, il est à rappeler que la période du 1er avril au 14 juillet 2021 n'est pas prise en compte dans ses résultats.**

V.1.7 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.1.8 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.

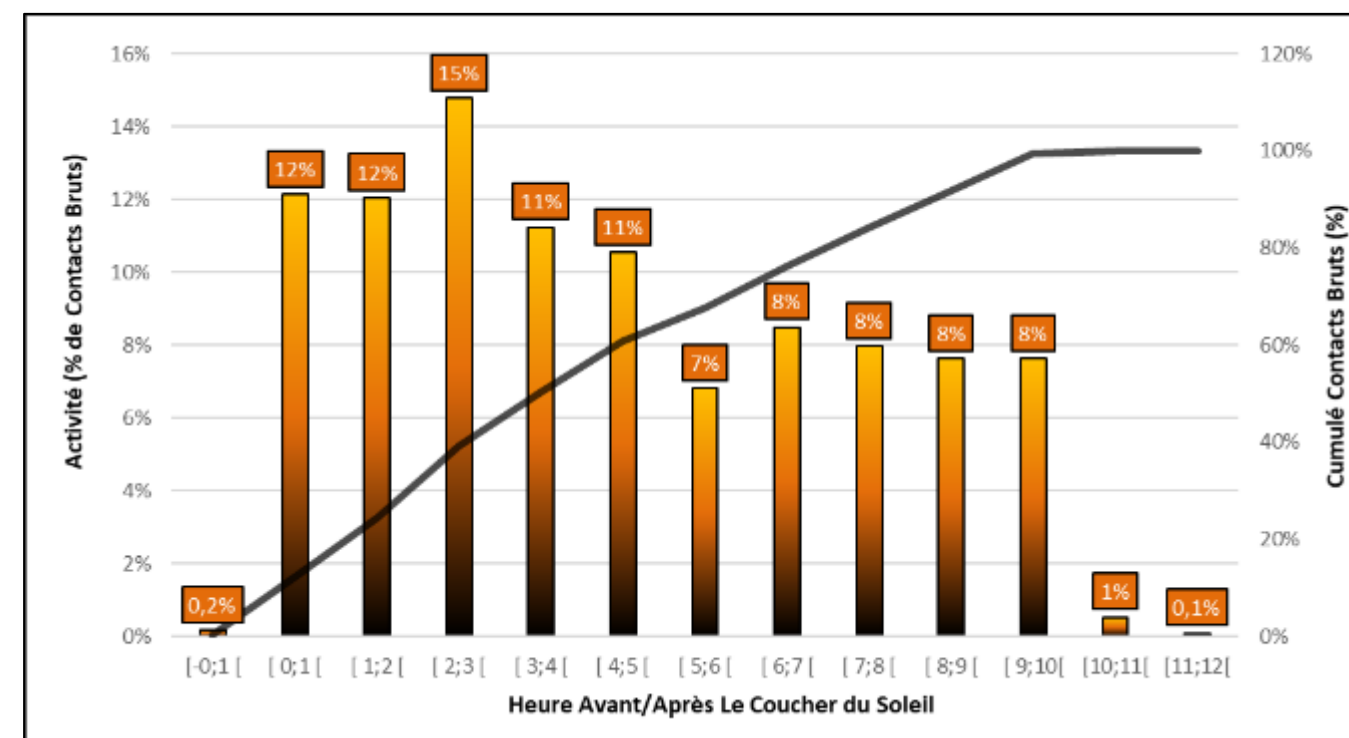


Figure 19 : Activité des chiroptères en fonction de l'heure du coucher du soleil

Si l'on s'intéresse à l'activité en fonction de l'heure du coucher du soleil, on constate une activité constante tout au long de la nuit. Puisque les contacts de chiroptères sont notés entre 0 et 10h après le coucher du soleil, ce qui représente 99% de l'activité est comprise entre 0 et 10 h après le coucher du soleil. On aperçoit un léger pic d'activité entre 0 h et 5 h après le coucher du soleil, qui représente 61% de l'activité. Au-delà de 10 h après le coucher de soleil l'activité devient quasi nulle avec 1% des contacts. Les chiroptères utilisent donc le site tout au long de la nuit.

Toutefois, il est à rappeler que la période du 1er avril au 14 juillet 2021 n'est pas pris en compte dans ses résultats.

V.1.9 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.1.9.1 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 21 : 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 22 : 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.1.9.2 Évaluation du niveau d'enjeu

Ce sont 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 23 : 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.1.9.3 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 24 : Niveau de risque de collision avec les éoliennes selon les espèces

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

Source : EUROBATS, 2014

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

Tableau 25 : Calcul du niveau de sensibilité

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

V.1.9.4 Évaluation du niveau de sensibilité

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

Tableau 26 : Comportement et sensibilité des espèces

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

Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	2	Fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	2	Fort

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

V.1.9.5 Évaluation du niveau de vulnérabilité

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


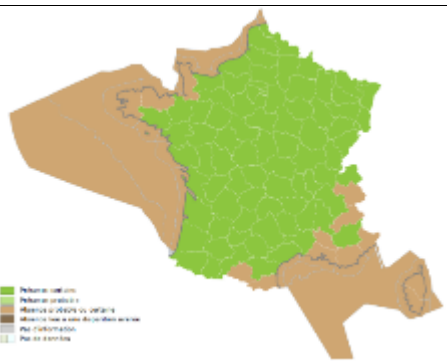
Tableau 27 : Vulnérabilité des espèces de chauves-souris



Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu patrimonial	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité sur site
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.1.9.5.1 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.

Noctule commune – <i>Nyctalus noctula</i>	Espèce de vulnérabilité forte
<p>La Noctule commune fait partie des plus grandes espèces en Europe. Forestière à la base, elle a su s'adapter au milieu urbain. Arboricole, elle gîte dans les anciens trous de pics ou dans de larges cavités dans les troncs.</p> <p>En France, l'espèce est présente sur la quasi-totalité du territoire. Sa densité tend toutefois à décliner fortement.</p> <p>En Bretagne, si elle est considérée comme commune dans le Morbihan, elle est mal connue dans les Côtes-d'Armor et rare à très localisé en Ille-et-Vilaine. Elle est absente ou inconnue dans le Finistère.</p>	
 <p>Figure 20 : Noctule commune</p> <p>Source : Synergis-environnement</p>	 <p>Figure 21 : Carte de répartition</p> <p>Source : INPN</p>

Pipistrelle de Nathusius – <i>Pipistrellus nathusii</i>	Espèce de vulnérabilité forte
<p>La pipistrelle de Nathusius est une espèce forestière qui fréquente préférentiellement les boisements avec de nombreux points d'eau. Il s'agit d'une espèce migratrice qui vole sur de grandes distances entre ses gîtes de mise bas et d'hibernation.</p> <p>En France, l'espèce est plus présente sur les zones littorales qu'au centre.</p> <p>En Bretagne, elle est considérée comme rare ou très localisée.</p>	
 <p>Figure 22 : Pipistrelle de Nathusius</p> <p>Source : Photo J. Wedd</p>	 <p>Figure 23 : Carte de répartition</p> <p>Source : Carte INPN</p>

Noctule de Leisler – <i>Nyctalus leisleri</i>	Espèce de vulnérabilité forte
<p>La Noctule de Leisler est une espèce de taille moyenne qui fréquente les milieux forestiers et particulièrement les forêts de feuillus ouvertes. Cette espèce, migratrice, peut effectuer des déplacements allant de quelques centaines de kilomètres jusqu'à plus de 1500 km. Ses gîtes sont arboricoles, principalement en boisements de feuillus.</p> <p>En France, l'espèce est présente sur l'ensemble du territoire.</p> <p>Découverte seulement en 2002 en Bretagne, elle est considérée comme rare et mal connue dans la région.</p>	
 <p>Figure 24 : Noctule de Leisler</p> <p>Source : ONF</p>	 <p>Figure 25 : Carte de répartition</p> <p>Source : INPN</p>

Sérotine commune – <i>Eptesicus serotinus</i>	Espèce de vulnérabilité modérée
<p>La sérotine commune est une chauve-souris robuste qui fréquente une grande variété de milieux, allant de la ville aux milieux forestiers, de culture... Pour ses gîtes d'été, la sérotine commune s'installe de préférence dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.</p> <p>En France, la sérotine commune est présente sur l'ensemble du territoire, mais est plutôt considérée comme une espèce de basse altitude.</p> <p>En Bretagne, elle est considérée comme commune.</p>	
 <p>Figure 26 : Sérotine commune</p> <p>Source : Photo Y. Ronchard</p>	 <p>Figure 27 : Carte de répartition</p> <p>Source : Carte INPN</p>

Pipistrelle commune – <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
<p>La pipistrelle commune est une espèce de petite taille qui fréquente tous les milieux. Elle se retrouve en pleine forêt comme en villes ou en zones cultivées. Elle gîte dans les bâtiments, les greniers, les fissures de murs, les cavités arboricoles et de nombreux autres endroits.</p> <p>En France, la pipistrelle commune est très présente et est souvent l'espèce la plus contactée. En Bretagne, elle est également largement répartie.</p>	
 <p>Figure 28 : Pipistrelle commune</p> <p>Source : Synergis-environnement</p>	 <p>Figure 29 - Carte de répartition</p> <p>Source : Carte INPN</p>

Pipistrelle de Kuhl – <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Espèce de vulnérabilité assez forte
<p>La pipistrelle de Kuhl est une chauve-souris de petite taille anthropophile. Elle se rencontre fréquemment dans les villes. Elle fréquente également les milieux agricoles, forestiers et une grande diversité d'autres habitats. Elle gîte en période estivale dans les bâtiments et très rarement dans les cavités arboricoles.</p> <p>En France, la pipistrelle de Kuhl est bien présente à l'exception de certains départements au nord où elle reste anecdotique.</p>	
 <p>Figure 30 : Pipistrelle de Kuhl</p> <p>Source : Photo V. Verissimo</p>	 <p>Figure 31 - Carte de répartition</p> <p>Source : Carte INPN</p>

V.1.9.5.2 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 sur l'éolienne 1.

V.1.9.5.2.1 Noctule commune

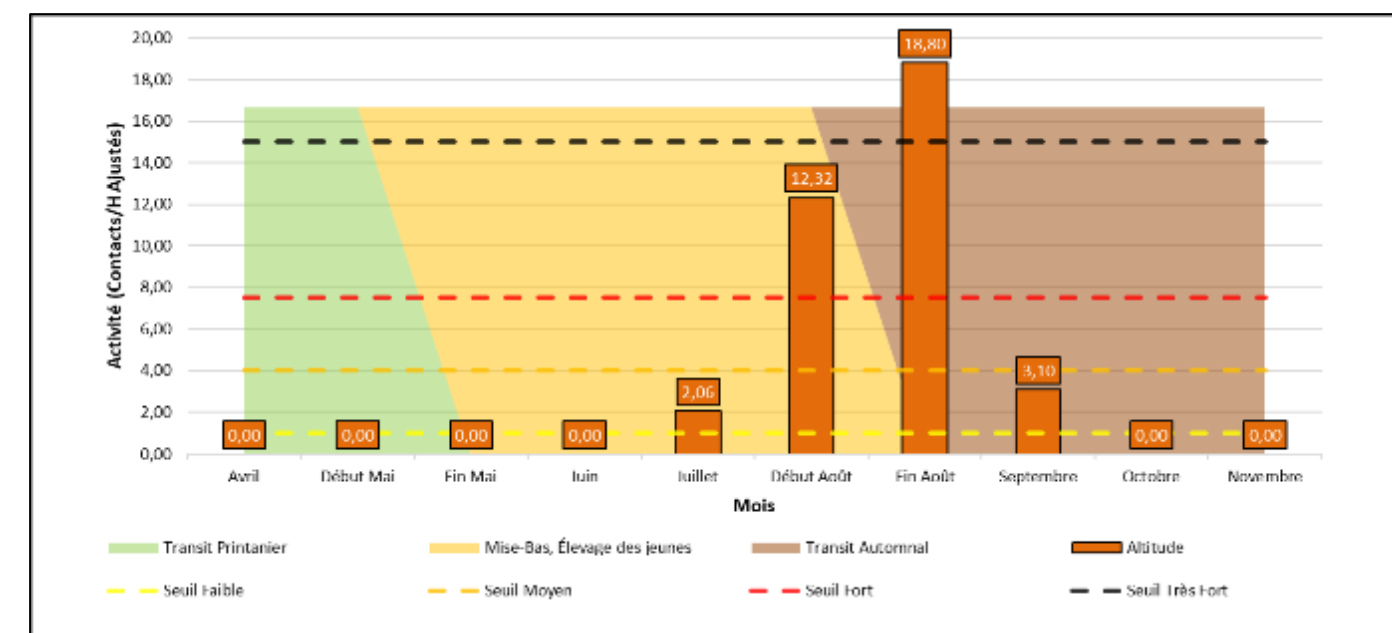


Figure 32 : Activité (en ct/h) de la noctule commune au cours de la saison en nacelle

L'activité de la noctule commune est en moyenne forte au cours de la saison d'écoute en nacelle (entre le mois de juillet et le mois de décembre). On note un **pic de forte activité au début du mois d'août, qui devient très fort la deuxième partie de ce mois**, il s'agit de la période de swarming et de transit automnal, une période sensible pour les chiroptères. Le niveau d'activité devient faible au cours du mois de septembre. Elle n'a pas été contactée en hauteur par la suite.

À la vue de cette activité, et en prenant en compte son niveau de vulnérabilité globale, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme forte** au cours de la période de swarming et de transit automnal et à la fin de la période de mise-bas et élevage des jeunes*.

*L'absence d'enregistrement au cours de la période printanière et du début de la période de mise-bas et élevage des jeunes rend impossible l'évaluation de la vulnérabilité de cette espèce à ces périodes pour l'année 2021.

V.1.9.5.2.2 Pipistrelle de Nathusius

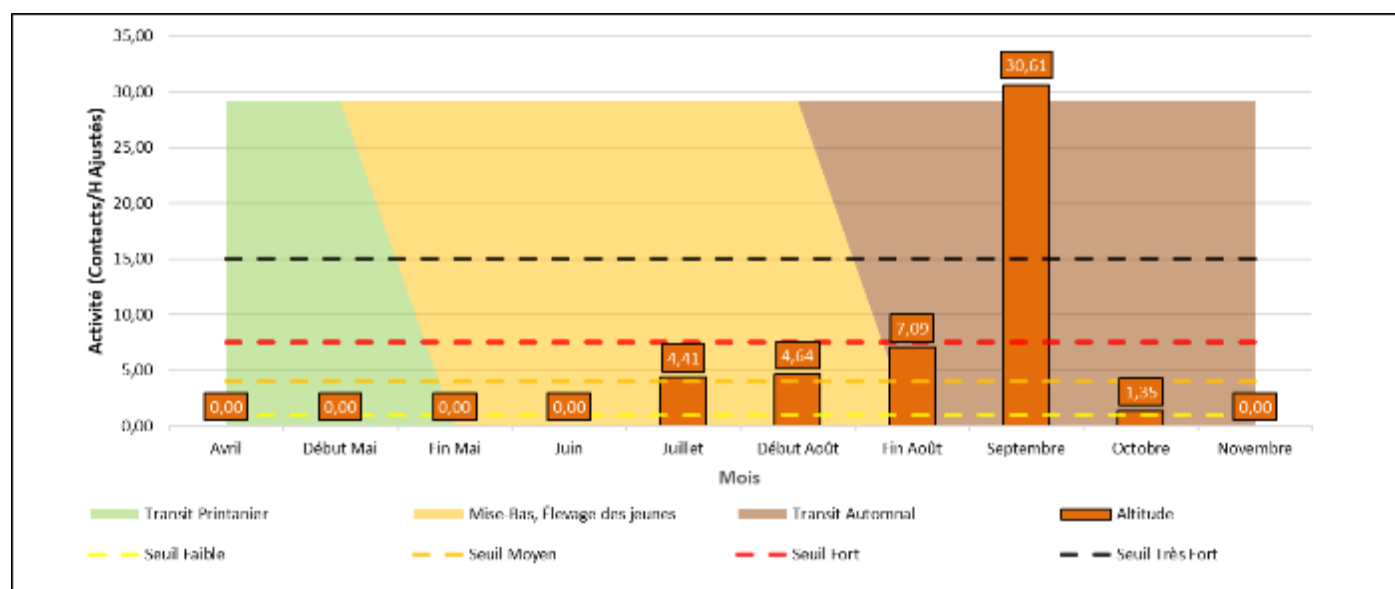


Figure 33 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Nathusius au cours de la saison en nacelle

Espèce migratrice, la pipistrelle de Nathusius fait partie des espèces les plus représentées en altitude sur le parc éolien de Béganne. Elle se montre active au cours de la saison de mise bas et élevage des jeunes, avec un niveau d'activité modéré en altitude. Son activité augmente à l'approche de la saison automnale, **pour devenir très fort au cours du mois de septembre**. Son activité baisse par la suite, et devient faible au mois d'octobre.

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 forte** au cours de la période de swarming et de transit automnal et à la fin de la période de mise-bas et élevage des jeunes*.

*L'absence d'enregistrement au cours de la période printanière et du début de la période de mise-bas et élevage des jeunes rend impossible l'évaluation de la vulnérabilité de cette espèce à ces périodes pour l'année 2021.

V.1.9.5.2.3 Noctule de Leisler

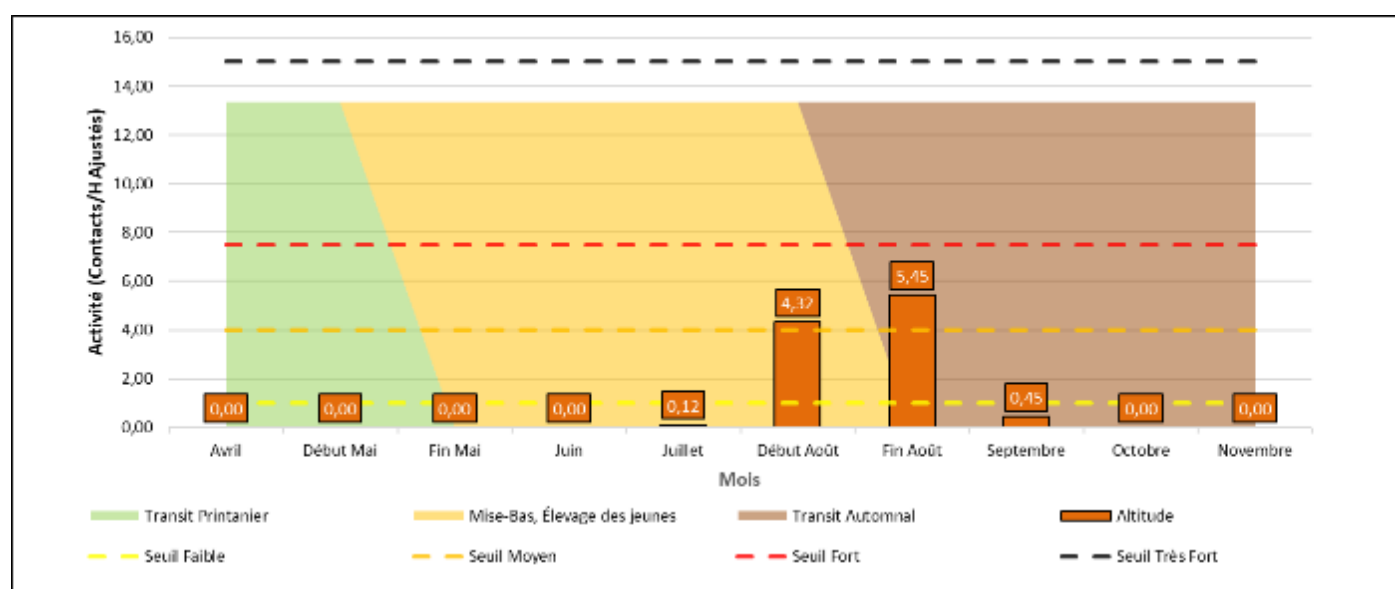


Figure 34 : Activité (en ct/h) de la noctule de Leisler au cours de la saison en nacelle

L'activité de la noctule de Leisler est généralement faible au cours de la saison. Toutefois, le nombre de contacts est plus élevé à la période de swarming et de transit automnal, son activité est modérée au cours du mois d'août, mais redevient faible au mois de septembre.

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 faible à moyenne** au cours de la période de swarming et de transit automnal et à la fin de la période de mise-bas et élevage des jeunes*.

*L'absence d'enregistrement au cours de la période printanière et du début de la période de mise-bas et élevage des jeunes rend impossible l'évaluation de la vulnérabilité de cette espèce à ces périodes pour l'année 2021.

V.1.9.5.2.4 Sérotine commune

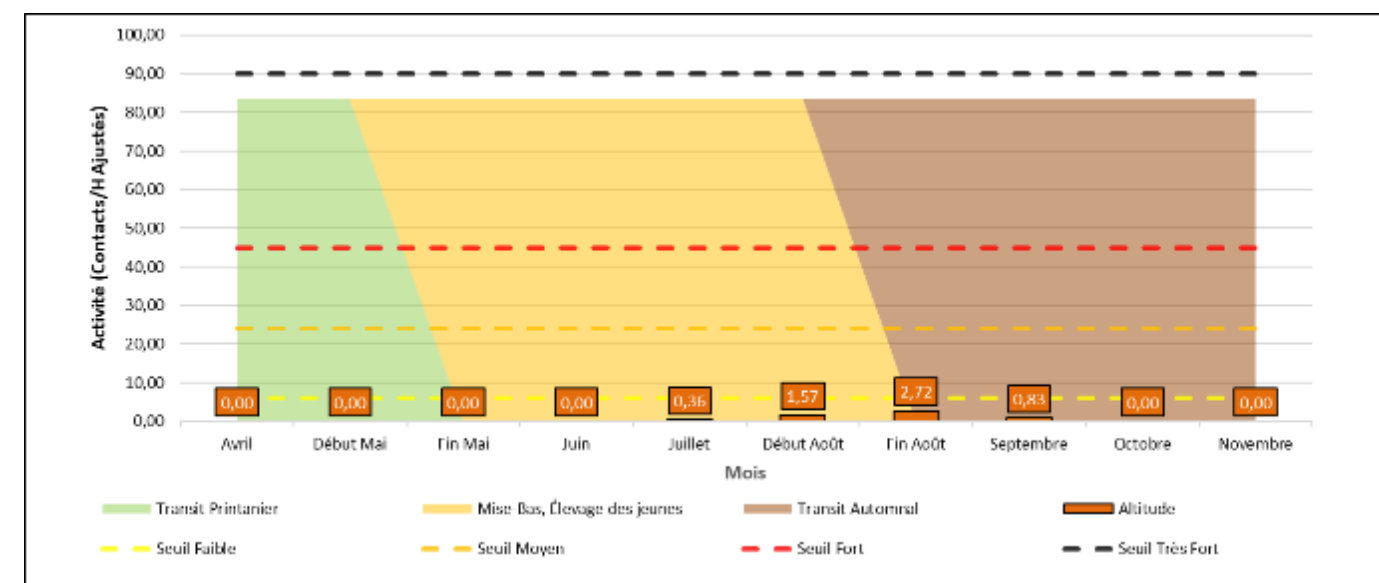


Figure 35 : Activité (en ct/h) de la sérotine commune au cours de la saison en nacelle

L'activité de la sérotine commune est anecdotique au cours de la saison en nacelle, globalement très faible sur la période, 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** au cours de la période de swarming et de transit automnal et à la fin de la période de mise-bas et élevage des jeunes*.

*L'absence d'enregistrement au cours de la période printanière et du début de la période de mise-bas et élevage des jeunes rend impossible l'évaluation de la vulnérabilité de cette espèce à ces périodes pour l'année 2021.

V.1.9.5.2.5 Pipistrelle commune

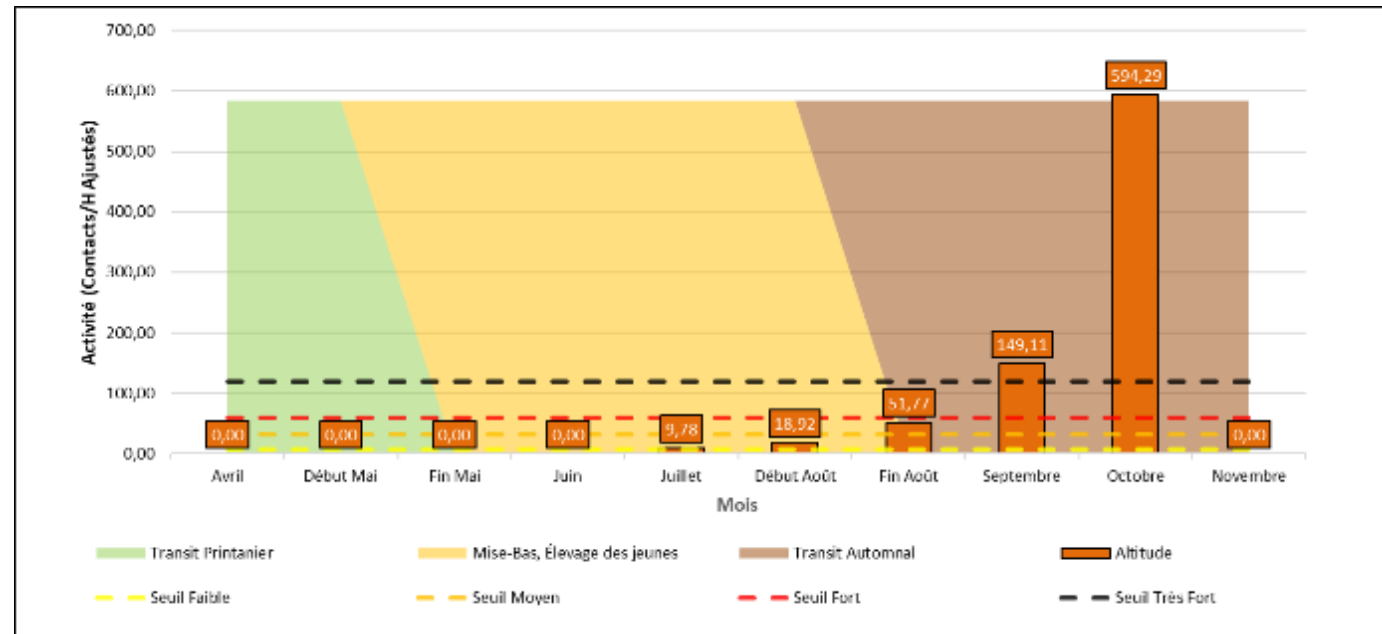


Figure 36 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle commune au cours de la saison en nacelle

Il s'agit de l'espèce la « plus active » et la plus présente sur le site. De manière globale, elle possède un niveau d'activité modéré à la période de mise bas et élevage des jeunes, jusqu'au début du mois d'août, correspondant la période de swarming et de transit automnal. Toutefois, son activité augmente très nettement au cours de la saison automnale, **son niveau d'activité est très fort au mois de septembre et devient considérablement élevé pour des écoutes en nacelle au début du mois d'octobre**. L'utilisation du site semble majeure pour cette espèce au cours de cette période sensible, il convient d'y apporter une attention particulière. Son niveau d'activité baisse en deuxième partie du mois d'octobre, elle n'a pas été contactée à la saison hivernale.

À la vue de cette activité et en prenant en compte le risque de collision important pour cette espèce, **sa vulnérabilité sur site est considérée comme très forte** au cours de la période de swarming et de transit automnal et à la fin de la période de mise-bas et élevage des jeunes*.

*L'absence d'enregistrement au cours de la période printanière et du début de la période de mise-bas et élevage des jeunes rend impossible l'évaluation de la vulnérabilité de cette espèce à ces périodes pour l'année 2021.

V.1.9.5.2.6 Pipistrelle de Kuhl

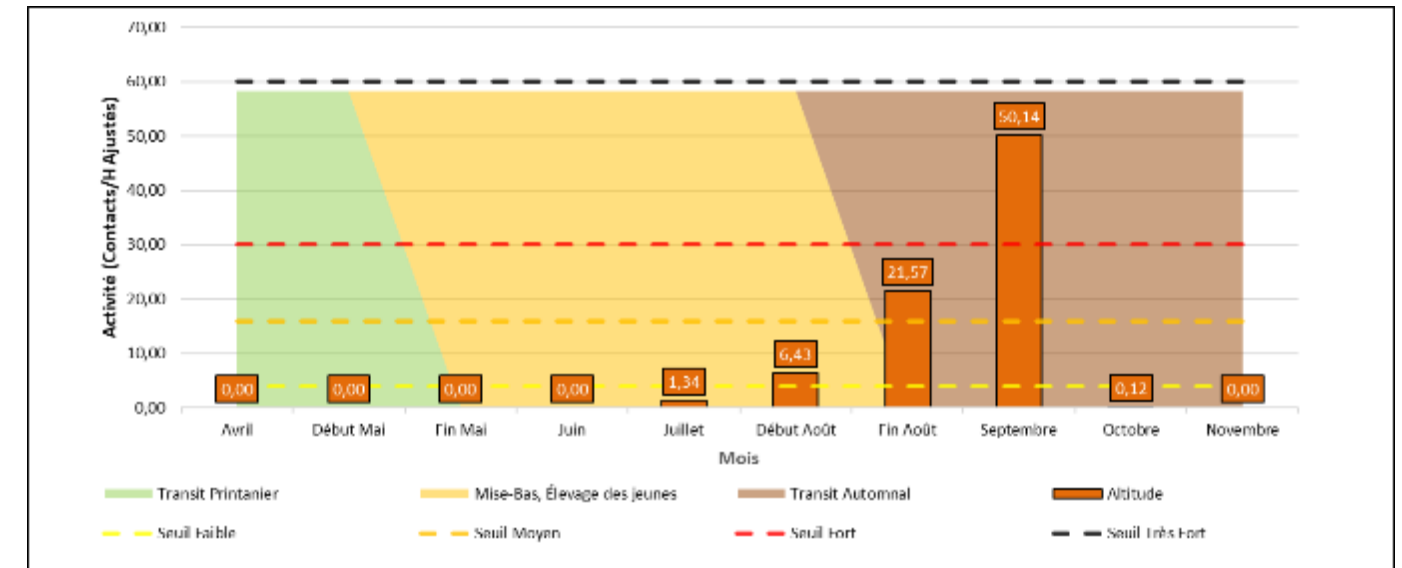


Figure 37 : Activité (en ct/h) de la pipistrelle de Kuhl au cours de la saison en nacelle

La pipistrelle de Kuhl fait partie des espèces les plus contactées sur le site. Son niveau d'activité est variable en fonction des saisons. Il est dans l'ensemble faible, mais devient modéré au début de la période de swarming et de transit automnal, fin août, pour devenir fort avec un pic d'activité au cours du mois de septembre.

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** au cours de la période de swarming et de transit automnal et à la fin de la période de mise-bas et élevage des jeunes*.

*L'absence d'enregistrement au cours de la période printanière et du début de la période de mise-bas et élevage des jeunes rend impossible l'évaluation de la vulnérabilité de cette espèce à ces périodes pour l'année 2021.

V.2 Synthèse des enjeux et vulnérabilités

Tableau 28 : Niveau d'enjeu et de vulnérabilité des espèces sur le parc éolien de Bégonne

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	Forte
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Fort	Fort	Fort	Faible à modérée
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Faible	Moyen	Modéré	Faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Fort	Fort	Fort	Forte
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Faible	Fort	Assez fort	Très forte
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Faible	Fort	Assez fort	Modérée

*Au cours de la période de swarming et de transit automnal et à la fin de la période de mise-bas et élevage des jeunes.

Conclusion du suivi en nacelle des chiroptères

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Béganne s'est fait entre les semaines 13 et 52 sur l'éolienne E1.

L'activité est considérée comme très forte entre la fin de la saison de mise-bas et élevage des jeunes, ainsi qu'à la période de swarming et de transit automnal avec une activité de 5,15 ct/h. Le pic d'activité intervient au mois d'octobre avec 11,92 ct/h, soit un niveau d'activité très fort.

86% des individus ont été contactés avec un vent inférieur à 6 m/s et 14% dans un intervalle compris entre 6 et 10 m/s*. Dans le même temps, l'activité se concentre principalement dans un intervalle de température compris entre 12°C et 20°C, mais 12% de l'activité est noté entre 20°C et 28°C*. Enfin, on note une activité élevée tout au long de la nuit, jusqu'à 10 h 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 « très forte » pour la pipistrelle commune du fait d'une activité considérablement élevée au cours de la période automnale. La vulnérabilité est « forte » pour la pipistrelle de Nathusius et la noctule commune du fait d'un fort à très fort pic d'activité au début de la saison de swarming et de transit automnal. La vulnérabilité est « modérée » concernant la pipistrelle de Kuhl, « faible à modérée » pour la noctule de leisler et « faible » pour la sérotine commune.

Le risque de collision pour les chiroptères est élevé pour la période de swarming et de transit automnal.

*Ces résultats prennent en compte la période de swarming et de transit automnal et à la fin de la période de mise-bas et élevage des jeunes.

VI. SUIVI DE MORTALITE

VI.1 Résultats

VI.1.1 Protocole mis en œuvre

VI.1.1.1 Fréquence de suivis

Les interventions ont été réalisées de mi-avril à fin décembre (semaine 16 à 52), une fois par semaine, soit 37 interventions au cours de l'année 2021 (tableau ci-dessous).

Tableau 29 : Planning de réalisation du suivi de mortalité

Dates	Intervenants
22/04/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
27/04/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
05/05/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
10/05/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
19/05/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
24/05/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
31/05/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
07/06/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
14/06/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
21/06/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
28/06/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
09/07/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
12/07/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
19/07/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
26/07/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
04/08/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
09/08/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
16/08/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
23/08/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
30/08/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
06/09/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
13/09/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
20/09/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
27/09/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
04/10/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
11/10/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
18/10/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
25/10/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
01/11/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
08/11/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
15/11/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
22/11/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
29/11/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS

06/12/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
13/12/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
20/12/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS
27/12/2021	Gwendoline DUMENIL, Florence RUBENS

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 aérogénérateurs. La surface à prospecter correspond à un carré de 100m x 100m, soit une surface de 1 ha autour de chaque éolienne (Figure 38). Il est considéré que cette surface est suffisante pour obtenir une valeur précise de la mortalité induite par les éoliennes.

Pour réaliser cette prospection, l'observateur utilise une tablette de terrain munie d'un logiciel de cartographie (QGIS) et d'un GPS. Chaque éolienne est entourée par un quadrat (périmètre de la surface à prospecter). Celui-ci est ligné par des transects (Figure 39). 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 38 : Schéma de principe des recherches de terrain

Source : LPO, 2004

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

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



Figure 39 : Localisation des transects du suivi de mortalité du site éolien de Bégonne

VI.1.1.3 Test de persistance

À ce jour, ces données n'ont pas été transmises par Amikro.

VI.1.2 Occupation du sol au pied des éoliennes

Quatre types de couverts sont majoritairement présents : voirie (comprenant les plateformes et les chemins d'accès), prairie non fauchée, haie et boisement (Tableau 30).

Les prairies non fauchées sont majoritaires avec 58% de la surface totale des quadrats.

Ces différents couverts fluctuent en hauteur au fil du suivi. Ce qui n'est pas le cas des voiries, des haies, des boisements et des zones rudérales composées par les plateformes et de leurs chemins d'accès à hauteur de 42% de la surface totale.

Tableau 30 : Types d'habitats rencontrés et surfaces associées

Typologie simplifiée des habitats	2021	
	Surface (en ha)	Pourcentage
Voirie	0,75	19 %
Prairie	2,32	58 %
Haie	0,06	2 %
Boisement	0,84	21 %

Ces couverts induisent quatre types de surfaces, du point de vue du suivi (Figure 40) :

- ❖ 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 haies et boisements sont considérés comme « non prospectables »



Figure 40 : Habitats simplifiés dans les quadrats des éoliennes du site de Béganne

VI.1.3 Surfaces prospectées

La surface globale prospectée au sein du parc est similaire tout au long de la période de prospection à 6 700 m², voir figure suivante. Les prairies non fauchées recouvrent une large zone de végétation haute. Le maximum possible prospectable de 30 000 m² n'est jamais atteint.

L'éolienne E1 et E4 ont été « les plus prospectées » au cours du suivi de 2021 (médiane : 1 800 m²). Ceci est lié à la présence d'une grande plateforme et de voies d'accès autour des éoliennes. Toutefois, on note la présence de boisement et de prairie non fauchée, qui n'ont pas été prospectable.

Le quadrat de l'éolienne E3 est recouvert d'une large zone de boisement ainsi que d'une prairie non fauchée. Il s'agit de l'éolienne la moins prospectée au cours du suivi 2021, avec 1 500 m².

L'éolienne E2 est composée d'une prairie non fauchée au cours du suivi, qui présente des hauteurs de végétation hautes, la zone prospectée est de 1 600 m².

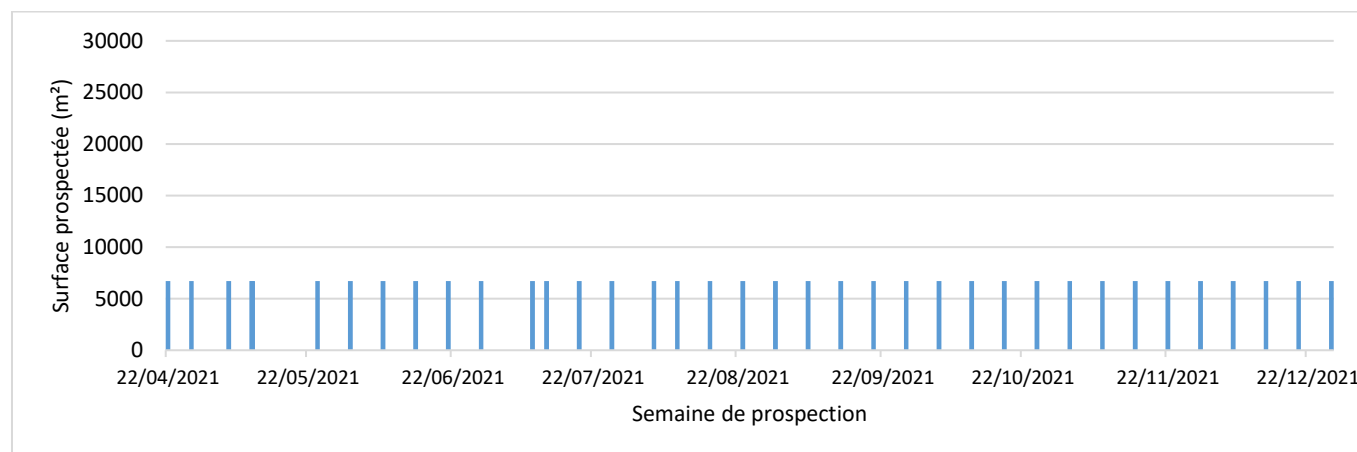


Figure 41 : Représentation de la surface prospectée en fonction des dates d'inventaires

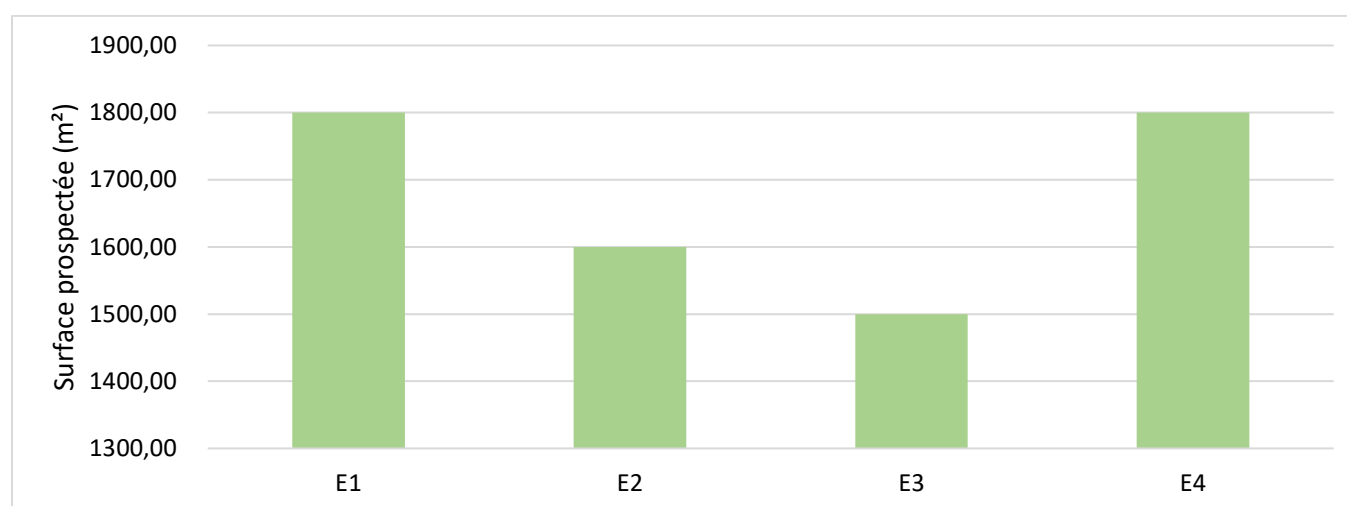


Figure 42 : Moyenne des surfaces prospectées par éoliennes en 2021

VI.1.4 Coefficients de correction

VI.1.4.1 Test de détection

À ce jour, ces données n'ont pas été transmises par Amikro.

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. La moyenne de ces taux sur la durée du suivi sera prise en compte par éolienne et pour l'ensemble du parc. 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.

À ce jour, ces données n'ont pas été transmises par Amikro.

VI.1.6 Données de mortalité constatée

Durant le suivi 2021 sur le parc de Béganne et de ses 4 éoliennes, **deux cas de mortalité** ont été enregistrés.

Exclusivement des cadavres de chiroptères : 1 pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* et 1 pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii* qui était gestante au stade avancé (2-3 jours avant la naissance), répartis sous chacune deux éoliennes. Aucun cadavre d'oiseau n'a été retrouvé, malgré des plumes observées, mais ne pouvant être relié à de la mortalité directe.

Tableau 31 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités

Date	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Éolienne
2021-04-22	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	E1
2021-06-14	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	E4

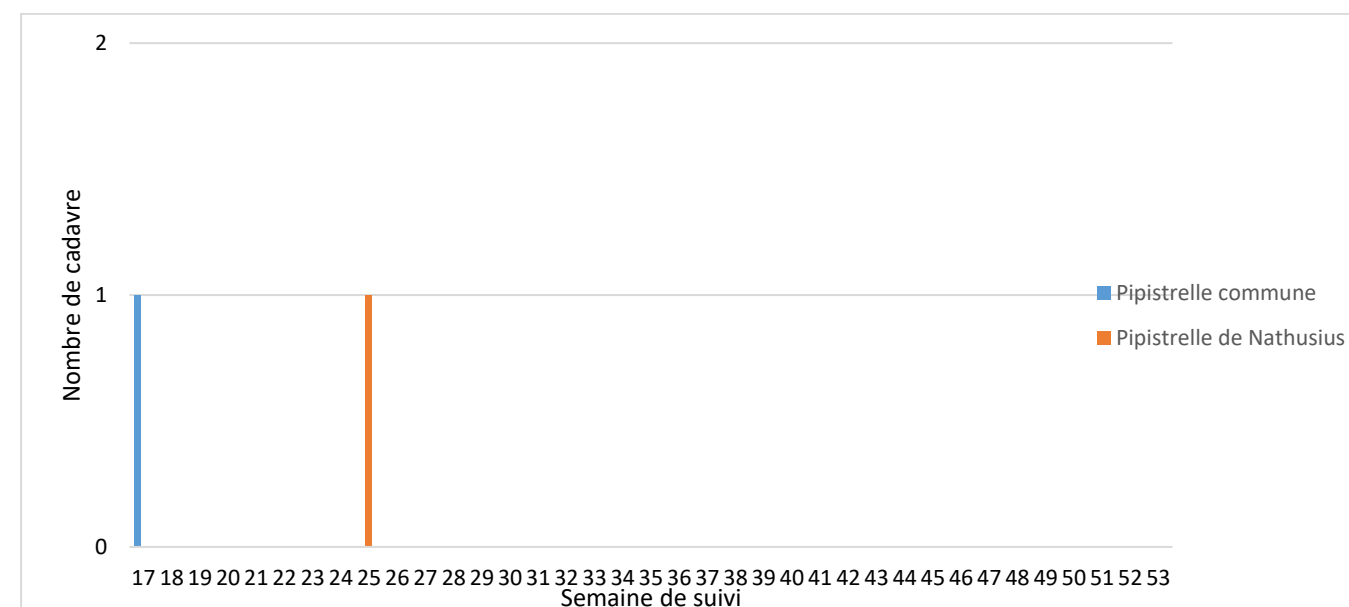


Figure 43 : Chronologie des découvertes de cadavres

❖ Chiroptère

- Le premier cas de mortalité de chiroptère fut observé pendant la saison de transit de printanier, au cours du mois d'avril.
- Le second cas de mortalité fut observé au cours de la période de mise-bas et élevage des jeunes, il s'agissait d'une femelle gestante, au stade avancé.

Avril	Mail					Juin					Juillet					Août					Septembre					Octobre				Novembre				Décembre					
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52				
Transit printanier - gestation					Mise bas - Élevage des jeunes															Accouplement - transit automnal										Hivernage									

Figure 44 : Calendrier des périodes favorables à l'activité des chiroptères et cycles de vis des chiroptères

	période favorable
	période optimale
	période défavorable

VI.1.6.1 Rappel des suivis précédents

VI.1.6.1.1.1 2014

En 2014, un suivi réalisé par le GMB a répertorié 20 cadavres de chauve-souris, dont 15 cas de Pipistrelle (11 cas de Pipistrelle commune), 1 Sérotine bicolore (première donnée en Bretagne), 1 Noctule de Leisler, 2 Sérotines commune et 1 Chiroptère indéterminé. La majorité des cadavres fut découvert au cours de la période de swarming et de transit automnal. Le suivi de mortalité du GMB a été réalisé en dehors de tout protocole et de toute concertation avec Bégawatts. Les bridages n'étaient pas en place

Tableau 32 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2014

Date	Espèce retrouvée	Éolienne
27/06/2014	Pipistrelle commune	E3
27/06/2014	Pipistrelle commune	E4
04/07/2014	Pipistrelle commune	E3
18/07/2014	Pipistrellus	E2
08/08/2014	Pipistrellus	E4
05/09/2014	Pipistrelle commune	E2
05/09/2014	Pipistrelle commune	E4
05/09/2014	Pipistrellus	E2
05/09/2014	Sérotine commune	E4
05/09/2014	Noctule de leisler	E4
09/09/2014	Pipistrelle commune	E4
09/09/2014	Pipistrellus	E2
12/09/2014	Pipistrelle commune	E4
12/09/2014	Sérotine bicolore	E3
12/09/2014	Sérotine commune	E4
12/09/2014	Chiroptera sp	E2
19/09/2014	Pipistrelle commune	E3
19/09/2014	Pipistrelle commune	E4

VI.1.6.1.1.2 2015

Au total, en 2015 le suivi a répertorié 7 cas de mortalité de Chiroptères : 6 Pipistrelles commune et 1 Pipistrelle de Kuhl et 2 cas de mortalité avifaune : 2 Roitelet à triple-bandeau.

Tableau 33 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2015

Date	Espèce retrouvée	Éolienne
17/04/2015	Pipistrelle commune	E1
26/06/2015	Pipistrelle commune	E2
10/08/2015	Pipistrelle commune	E3
17/08/2015	Pipistrelle de Kuhl	E1
14/09/2015	Pipistrelle commune	E2
23/09/2015	Pipistrelle commune	E1
28/09/2015	Pipistrelle commune	E1
14/09/2015	Roitelet à triple-bandeau	E1
23/09/2015	Roitelet à triple-bandeau	E4

VI.1.6.1.1.3 2016

Durant l'année 2016, un suivi avait été effectué durant le mois de septembre, à raison de 4 sessions. Au total, le suivi comptabilise un cas de mortalité d'Oiseau, la Buse variable.

Tableau 34 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2016

Date	Espèce retrouvée	Éolienne
07/09/2016	Buse variable	E1

VI.1.6.1.1.4 2017

Durant l'année 2017, un suivi avait été effectué durant le mois de septembre, à raison de 4 sessions. Au total, le suivi comptabilise un cas de mortalité de Chiroptères, la pipistrelle commune.

Tableau 35 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2017

Date	Espèce retrouvée	Éolienne
21/09/2017	Pipistrelle commune	E1

VI.1.6.1.1.5 2020

Au total, en 2020 le suivi a répertorié 2 cas de mortalité de Chiroptères, il s'agit de deux pipistrelles communes et 3 cas de mortalité avifaune : 1 Accentueur mouchet, 1 Buse variable et 1 Passeriformes non identifié.

Tableau 36 : Bilan des cadavres retrouvés lors des suivis de mortalités en 2020

Date	Espèce retrouvée	Éolienne
16/07/2020	Accentueur mouchet	E4
19/08/2020	Passeriformes sp	E3
22/09/2020	Buse variable	E3
24/04/2020	Pipistrelle commune	E3
13/08/2020	Pipistrelle commune	E3



Figure 45 : 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

Cette partie ne peut être réalisée pour le moment en l'absence des données des tests de persistance et de prédation.

VI.1.7.2 Dysfonctionnement du système de bridage

Pour rappel le bridage en cours est le suivant :

Tableau 37 : Condition de bridage en 2021 sur le parc de Bégonne

Période	Du 1 ^{er} janvier au 31 mars	1 ^{er} avril au 30 avril	1 ^{er} mai au 30 mai	1 ^{er} juin au 30 juin	1 ^{er} juillet au 31 août	1 ^{er} septembre au 31 octobre	1 ^{er} novembre au 31 décembre
Éolienne	Pas de bridage	Toutes	Toutes	Toutes	Toutes	Toutes	Pas de bridage
Vent		<4 m/s	<4 m/s	<6 m/s	<8 m/s	<6 m/s	
Pluie		Pas de pluie	Pas de pluie	Pas de pluie	Pas de pluie	Pas de pluie	
T°		>15°C	>16°C	>16°C	>10°C	>12°C	
Horaire de mise en application		Les deux premières heures de la nuit	Les trois premières heures de la nuit	Les cinq premières heures de la nuit	-0h30 avant coucher du soleil jusqu'au lever du soleil	Les huit premières heures de la nuit	

Le système de bridage a parfaitement fonctionné du 29 mars au 31 octobre

VI.1.7.3 Vents et activité des éoliennes

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

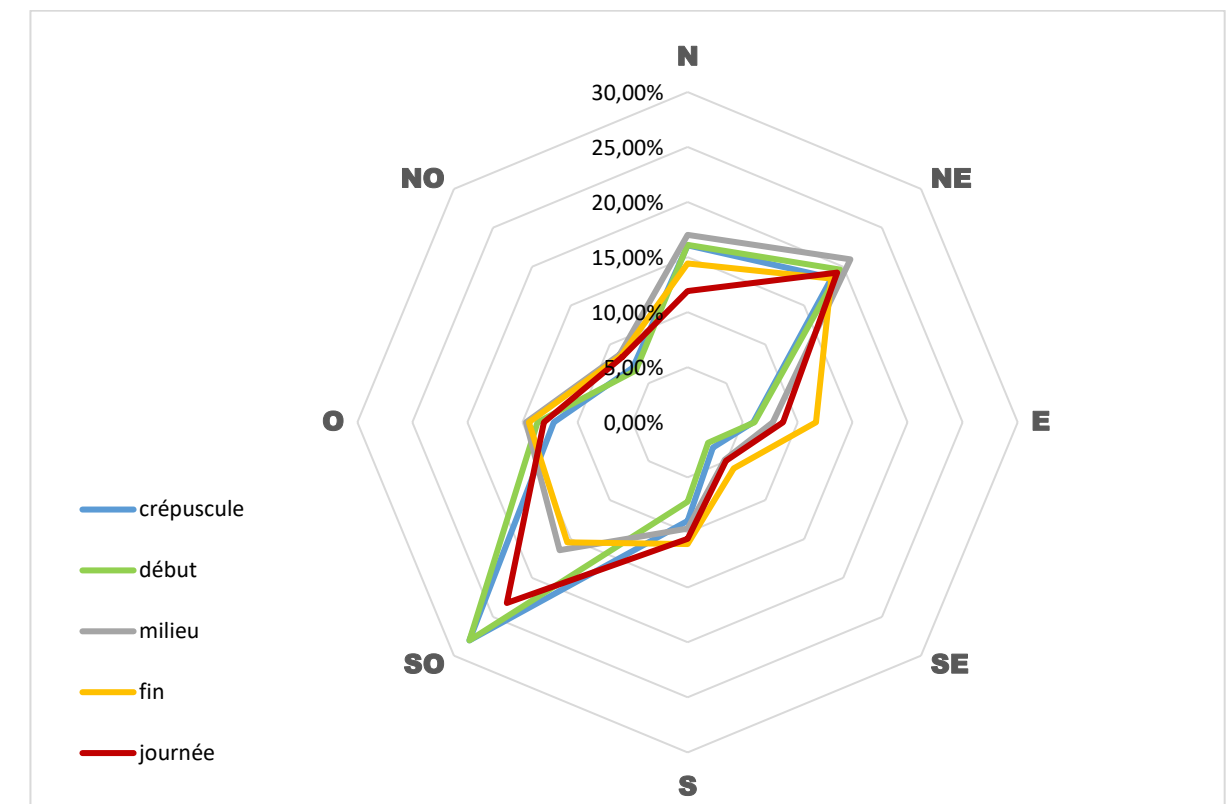


Figure 46 : Répartition du vent en fonction du moment de la nuit ou en période « journée »

Au cours du suivi 2021, toutes périodes confondues, 20% des vents provenaient de la direction SO et de la direction NE. Avec une tendance au cours de la journée à un peu plus de vent provenant du NE comparé à la nuit et inversement, au début de la nuit, plus de vent venant du SO.

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 1^{er} avril au 31 octobre, 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.

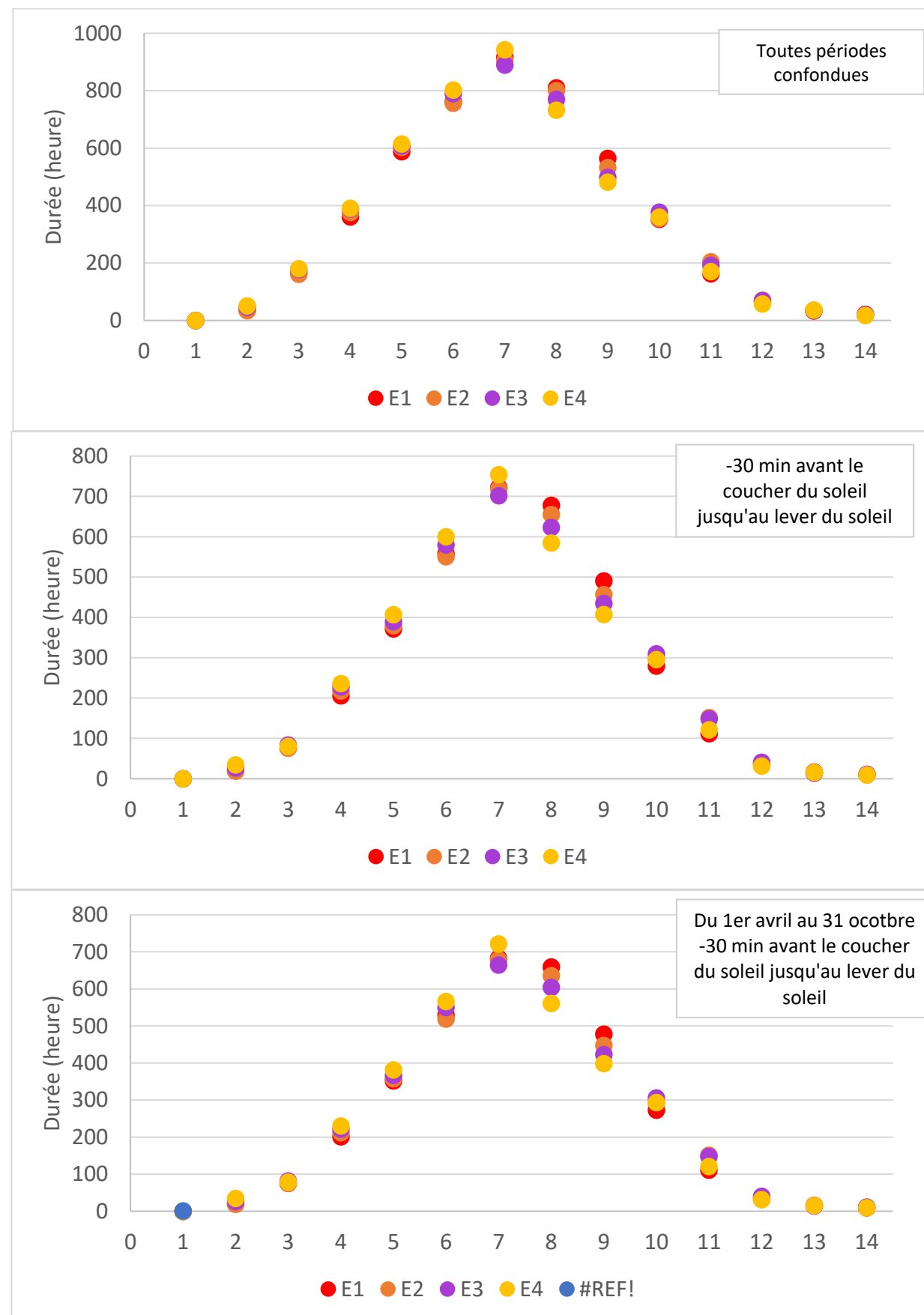


Figure 47 : Vitesse des vents par éolienne en m/s ; utilisation des moyennes par tranche de 10 minutes. Les classes de vitesses de l'abscisse correspondent à classe 0 : vent de 0 m/s, classe 1 :]0 ;1 m/s] ... Classe 13 :]12 ;13 m/s], classe 14 : vent >14 m/s.

Sur la période du suivi, la majorité des vents étaient situés entre 3 et 11 m/s, la médiane étant située entre 6,5 et 7,5 m/s, soit un vent relativement important tout au long de la période. Il n'est pas observé de différence importante entre les données sur l'ensemble de la journée en comparaison avec uniquement la période de la nuit. Il est à noter un déplacement de la courbe vers des valeurs de vents plus forts pour l'éolienne E4 et E1 dans une moindre mesure.

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 avec une mise en activité au-dessus de 9 tr/min. Les classes d'activité des pales les plus fréquentes sont entre 10 et 13 tr/min, s'en suit un plateau où l'activité des éoliennes se répartit de façon homogène entre 14 et 17 tr/min.

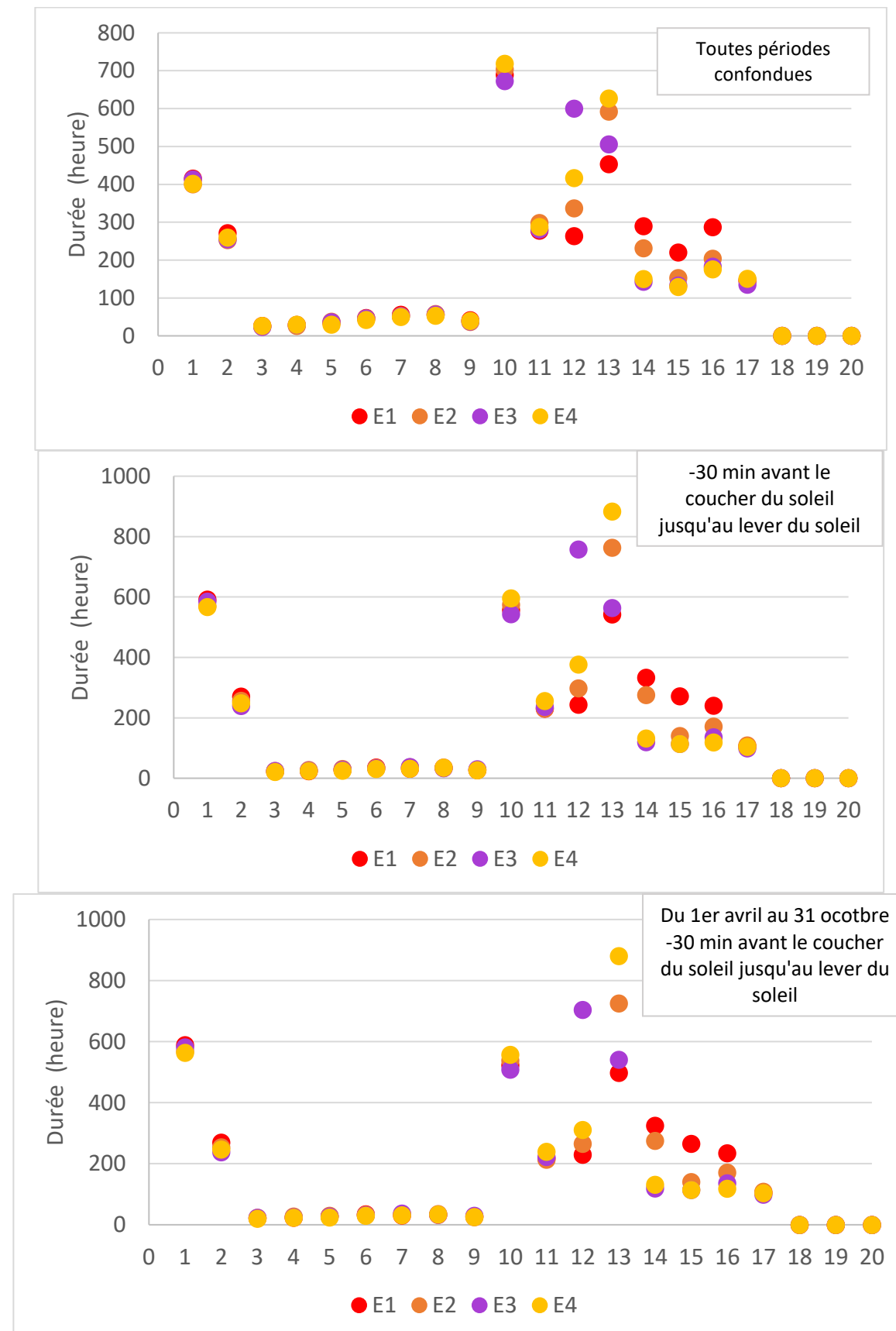


Figure 48 : Niveau d'activité des éoliennes (tours/minutes) ; utilisation des moyennes d'activité par tranche de 10min. Les classes de vitesses de rotation de l'abscisse correspondent à classe 0 : rotation de 0 tr/min, classe 1 :]0 ;1 tr/min], classe 2 :]1 ;2 tr/min], ..., classe 18 : >18 tr/min

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.1.7.4 Température

Il est constaté que lors de 9 % du suivi, les températures étaient inférieures 13°C. Sur la période de la nuit où les chiroptères sont actifs, ce pourcentage passe à 68 %, ce qui correspond à 2466 h sur les 3626 h de nuit. La limite de 13°C correspond à la limite de volent des chiroptères.

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 38) 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.

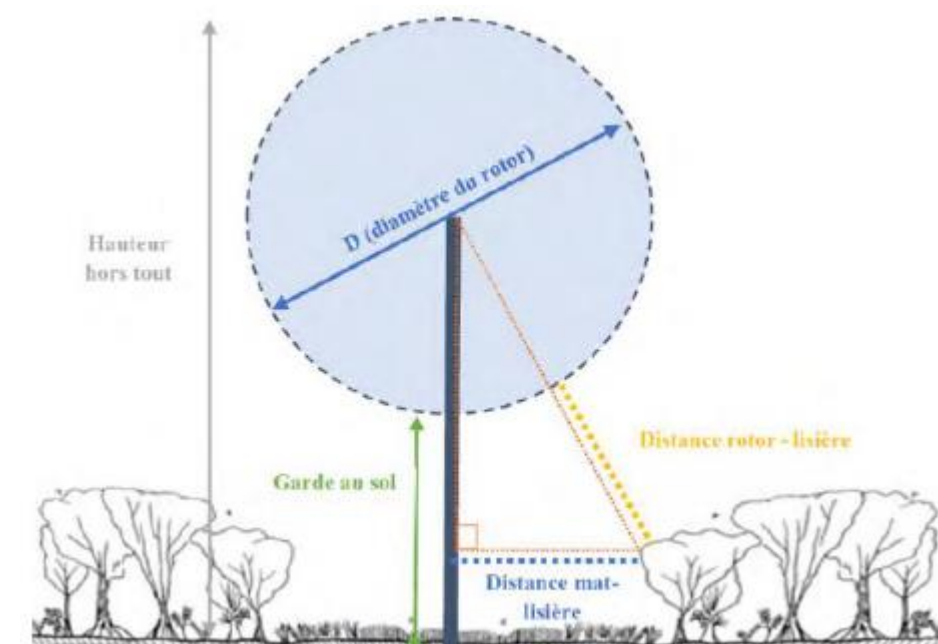


Figure 49 : Illustration du calcul de la distance réelle entre les pales et un élément paysager.

Tableau 38 : Distances des éoliennes aux reliefs paysagers estimés.

Éolienne	Éléments de relief paysager le plus proche	Hauteur de l'élément paysager	Distance au mat	Distance aux pales
E1	Haies	8 m	31 m	32 m
E2	Boisement	20 m	50 m	53 m

E3	Boisement	20 m	18 m	26 m
E4	Boisement	20 m	15 m	25 m

L'étude du bureau d'étude Ouest Aménagement (Ouest Am., 2020 ; Figure 50) 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.

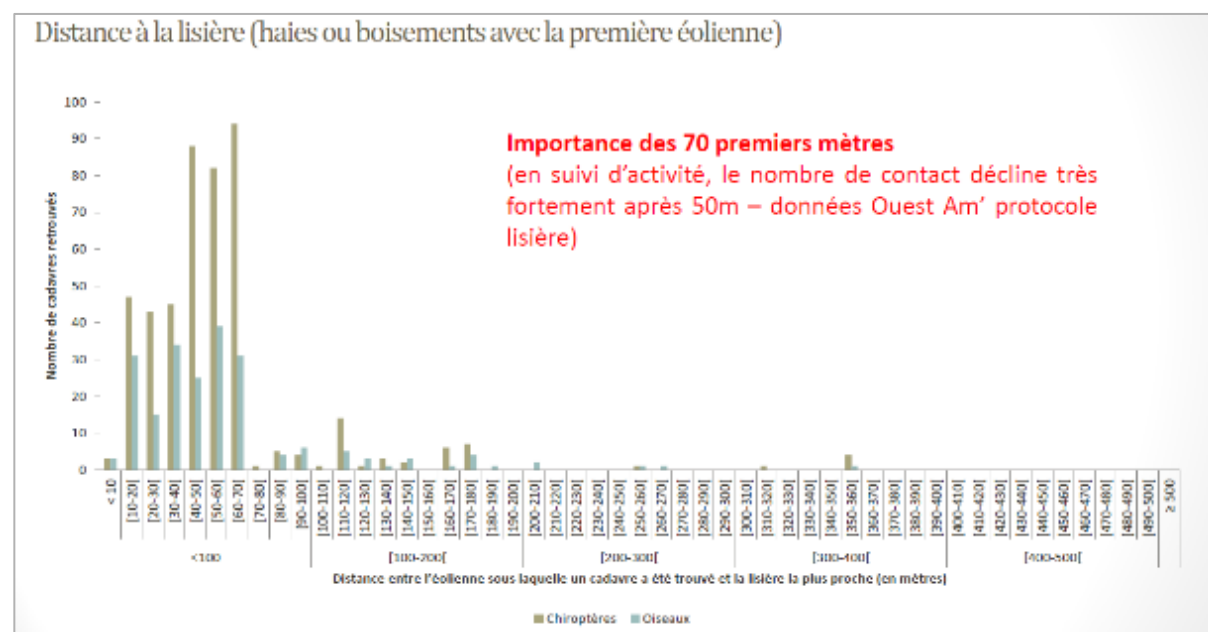


Figure 50 : Nombre de cadavres retrouvés en fonction de la distance éolienne-lisière.

Source : Ouest Am, 2020

Sur le parc de Béganne, toutes les pales des éoliennes sont situées à une distance comprise entre 25 m et 53 m. de la première haie ou boisement. Les pales de l'éolienne E3 et E4 sont les plus proches. 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.

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 Nathusius** *Pipistrellus nathusii* est l'une des 3 espèces de chauves-souris les plus impactées numériquement, avec 276 cas recensés en France. À l'échelle européenne, ce sont 1 623 cadavres qui ont été retrouvés.

Tableau 39 : Enjeu patrimonial des espèces de chiroptères retrouvées

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 nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Annexe IV	Oui	LC	NT	NT	Fort

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 40 : Comportement et sensibilité des espèces de chiroptères retrouvées

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Hauteur de vol (Eurobats, 2015)	Migration ou déplacements sur de longues distances	Attirée par la lumière	Mortalité avérée avec les éoliennes (Eurobats, 2016)	Risque de collision (Eurobats, 2014)	Niveau de sensibilité face à l'éolien
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Vol haut et bas	Non	Oui	Oui	Fort	Fort
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Vol haut et bas	Oui	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.1.9.5). Ainsi, le niveau de vulnérabilité est déterminé comme assez fort pour la pipistrelle commune et forte pour la pipistrelle de Nathusius.

Tableau 41 : Vulnérabilité des espèces de chiroptères retrouvées

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Enjeu patrimonial	Niveau de sensibilité face à l'éolien	Niveau de vulnérabilité
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Faible	Fort	Assez fort
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Fort	Fort	Fort

VI.2.2.2 Avifaune

Aucune espèce d'oiseau n'a été retrouvé au cours du suivi en 2021.

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. 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 Bégonne.

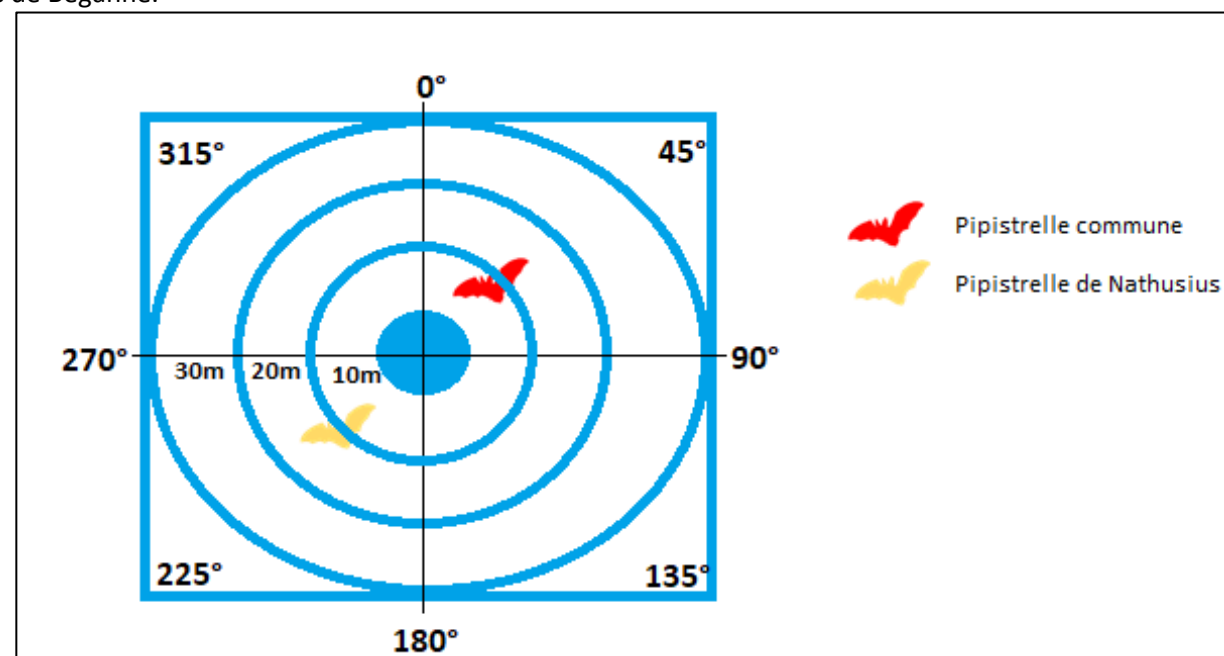


Figure 51 : Position des cadavres découverts autour des éoliennes (regroupement de toutes les éoliennes sur le même graphique)

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 Bégonne porte sur le suivi au sol des 4 éoliennes du parc des semaines 13 à 52.

Deux cadavres de chauves-souris ont été retrouvés sur la période : une pipistrelle de nathusius et une pipistrelle commune.

L'estimation de la mortalité réelle calculée pour les chiroptères et les oiseaux n'a pas pu être évaluée en l'absence de transfert de données d'AMIKIRO à Synergis Environnement.

La proximité des boisements et des haies peut expliquer cette mortalité des chiroptères.

VII. PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE MORTALITE

VII.1 Analyse du risque

Grâce à l'ensemble des suivis éoliens réalisés par Synergis Environnement et l'étude de cas sur le parc de Béganne, 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 risque vis-à-vis des chiroptères.

Rappel de la lecture du tableau ci-dessous.

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 7 m/s, alors la séquence est considérée comme au minimum favorable. L'aspect favorable et très favorable est déterminé selon si la valeur maximum de vent est inférieure ou non à 7 m/s ce qui indique si l'ensemble de la séquence de 10 min est totalement optimal ou non (très favorable ou favorable). Pour la partie peu favorable et défavorable, cela se joue sur les valeurs supérieures à 7 m/s de vent.

Pour ce qui est des lignes de danger liées à l'activité des éoliennes, c'est le même principe avec comme valeur charnière 9 tr/min.

Tableau 42 : Répartition des séquences (sur toute la nuit) de début avril à fin octobre

Danger lié à la rotation des pales	Condition de vent (7 m/s) et rotation du rotor (9 tr/min)					
	Parc Entier	Condition de vent pour l'activité des chiroptères				Total
		Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	
	Très élevé	1%	21%	24%	24%	70%
	Elevé	0%	1%	2%	3%	6%
	Faible	0%	0%	0%	0%	1%
	Très faible	0%	3%	5%	15%	23%
	Total	1%	26%	31%	42%	100%

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

En prenant comme limite de vent maximal pour le vol des chiroptères la valeur de 7 m/s, ce qui correspond à 88 % des contacts enregistrés, et un seuil d'activation des éoliennes à 9 tr/min il est possible de mettre en évidence pour l'ensemble du parc, 50 % de périodes à risques au minimum fort pour la collision des chiroptères.

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

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

Pour rappel, les données acoustiques entre le 1^{er} avril et le 14 juillet ne sont pas prises en compte dans les résultats qui vont suivre. En l'absence de ces données, le bridage déjà en place pendant cette période n'évolue pas, il est conservé. Il est constaté que les chiroptères sont essentiellement actifs (88 % de l'activité enregistrée) lorsque le vent souffle à moins de 7 m/s. Les mois d'activité des chiroptères les plus à risque sont de juillet à octobre (en l'absence des données de la saison printanière). Au mois de juillet, le risque concerne surtout la pipistrelle de Nathusius. Au cours de la période automnale - période la plus à risque pour les chiroptères - entre les mois d'août et octobre, ce sont les activités conjointes de la pipistrelle commune, de la pipistrelle de Khul, de la pipistrelle de Nathusius, de la noctule de leisler et de la noctule commune qui nécessitent une réduction du risque de collision. Il est observé une activité remarquable de la pipistrelle commune au cours de cette période. Les cas de mortalité ont observé uniquement sous E1 et E4, néanmoins selon l'étude paysagère l'ensemble des éoliennes montre un risque de collision.

Il est présenté ci-dessous les portions de séquences à risque pour les chiroptères sur le début de nuit (-30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) sur la période de début juin à fin octobre. Cette période représente 11 252 heures (sur la base d'un fonctionnement des éoliennes en période d'activité des chiroptères soient de -30 min du coucher du soleil à +30 min de lever du soleil du 1^{er} juin au 31 octobre).

Tableau 43 : Répartition des séquences entre début avril et fin octobre (sur la période -30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) ; en encadré rouge les périodes protégées si applications d'un bridage à 7 m/s.

Activité du rotor	Condition de vent (7m/s) et rotation du rotor (9tr/min)					
	E1	Condition de vent (< 7 m/s)				Total
		Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	
	Très élevé	1%	20%	24%	24%	69%
	Elevé	0%	1%	2%	2%	6%
	Faible	0%	0%	0%	0%	1%
	Très faible	0%	4%	5%	14%	24%
	Total	1%	26%	32%	41%	100%

Activité du rotor	E2	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
	Très élevé	1%	22%	24%	23%	69%
	Elevé	0%	1%	2%	3%	6%
	Faible	0%	0%	0%	0%	1%
	Très faible	0%	3%	5%	15%	23%
	Total	2%	26%	31%	40%	100%

Activité du rotor	E3	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
	Très élevé	1%	22%	23%	23%	70%
	Elevé	1%	1%	2%	3%	7%
	Faible	0%	0%	0%	0%	1%
	Très faible	0%	2%	5%	16%	23%
	Total	2%	26%	30%	41%	100%

	E4	Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très Favorable	Total
Activité du rotor	Très élevé	1%	20%	24%	26%	71%
	Elevé	0%	1%	1%	3%	5%
	Faible	0%	0%	0%	0%	1%
	Très faible	0%	2%	4%	15%	22%
	Total	1%	24%	30%	44%	100%

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

Cette analyse de réduction de risque basée sur les données d'activité de cette année met en évidence qu'entre 49 à 53 % des périodes de la nuit, entre le début avril et fin octobre, présentent des risques de collisions au minimum fort.

Il est réalisé une simulation fictive de bridage sur la période du 1^{er} juillet au 31 octobre en 2021 (étant donné que le bridage reste inchangé au cours de la période printanière). Au niveau de l'ensemble du parc et uniquement sur toute la nuit (période de -30 min du coucher du soleil à +30 min du lever du soleil) avec comme caractéristiques l'application du bridage lorsque le vent est inférieur à 7 m/s et la température supérieure à 13°C.

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

Tableau 44 : simulation d'impact du bridage avec le jeu de données de vents de température et d'activité du rotor en 2021

Période du 1 ^{er} juillet au 31 octobre, vent 7 m/s, activité du rotor 9 tr/min et température 13°C						
Température pour vol des chiroptères	Danger lié à la rotation des pales	Séquence de vol pour les chiroptères				Parc entier
		Défavorable	Peu favorable	Favorable	Très favorable	
Favorable	Très élevé	483	6595	7910	7424	22412
	Elevé	14	1071	1087	1035	3207
	Peu élevé	3	233	210	155	601
	Très faible	57	2015	3638	9602	15312
Défavorable	Très élevé	72	1655	1541	2008	5276
	Elevé	4	70	88	136	298
	Peu élevé	5	8	10	17	40
	Très faible	24	187	277	883	1371
Total de séquences		662	11834	14761	21260	48517

Dans ces conditions, les éoliennes étaient en production pendant 48 515 heures lors de la période d'étude (ensemble des cases en vert) dont 17 456 h qui ont eu lieu dans des conditions de température supérieure à 13°C, et des moyennes de vents inférieurs à 7 m/s.

S'il est appliqué cette simulation sur toute la période du suivi c'est-à-dire du 1^{er} juillet au 31 octobre, le bridage induirait une réduction de la période de production d'environ 36 % sur l'ensemble du parc.

Les caractéristiques de bridage à retenir sont alors :

Tableau 45 : Mesures de bridage proposées*

Période	Du 1 ^{er} janvier au 31 mars	1 ^{er} avril au 30 avril	1 ^{er} mai au 30 mai	1 ^{er} juin au 30 juin	1 ^{er} juillet au 31 octobre	1 ^{er} novembre au 31 décembre
Éolienne	Pas de bridage	Toutes	Toutes	Toutes	Toutes	Pas de bridage
Vent		<4 m/s	<4 m/s	<6 m/s	<7 m/s	
Pluie		Pas de pluie	Pas de pluie	Pas de pluie	Pas de pluie	
T°		>15°C	>16°C	>16°C	>13°C	
Horaire de mise en application		Les deux premières heures de la nuit	Les trois premières heures de la nuit	Les cinq premières heures de la nuit	-0h30 avant coucher du soleil jusqu'au lever du soleil	

*Dans la mesure où nous ne disposons pas de données acoustiques entre le 1^{er} avril et le 14 juillet, le bridage mis en place l'année dernière reste inchangé pour cette période.

VIII. BILAN

Le parc éolien de Béganne exploité par BEGAWATTS, se situe dans un contexte agricole, bocager et forestier.

Le suivi de mortalité des oiseaux et des chiroptères a été mené de la semaine 13 à 52 en 2021.

Il met en avant la découverte de **deux chiroptères**, avec un cadavre retrouvé sous E1 et un cadavre sous l'éolienne E4.

En ce qui concerne l'avifaune, aucun cadavre n'a été retrouvé lors du suivi en 2021.

Le suivi en nacelle des chiroptères du parc de Béganne s'est fait entre les semaines 13 et 52 sur l'éolienne E1 et l'éolienne E3. Pour rappel, les données acoustiques de l'éolienne E3 ne sont pas exploitables en raison d'un dysfonctionnement de l'enregistreur sur la quasi-totalité de la période d'écoute. Les données acoustiques de l'enregistreur placé sur l'éolienne E1 sont exploitables, excepté pour la période printanière. Pour ce dernier, il ressort un niveau d'activité globalement très fort entre la période de mise-bas et élevage des jeunes et particulièrement à la période de swarming et de transit automnal, ainsi un très fort pic d'activité est observé au début du mois d'octobre.

En nacelle, six espèces ont été enregistrées, trois du genre *Pipistrellus*, la noctule commune, la noctule de leisler et la sérotine commune. Celles-ci ont toutes un niveau de sensibilité fort à l'éolien, excepté la sérotine commune qui a un niveau de sensibilité modéré. La vulnérabilité sur site de ces espèces est considérée comme « très forte » pour la pipistrelle commune du fait d'une activité considérablement élevée au cours de la période automnale. La vulnérabilité est « forte » pour la pipistrelle de Nathusius et la noctule commune (deux espèces migratrices). La vulnérabilité est « modérée » concernant la pipistrelle de Kuhl, « faible à modérée » pour la noctule de leisler et « faible » pour la sérotine commune.

L'attrait des chiroptères pour le site, notamment à partir du mois d'août, la sensibilité « forte » des espèces à l'éolien et la découverte de deux cadavres de chiroptères entre le mois d'avril et juin pousse Synergis Environnement à préconiser un bridage de 7 m/s entre le 1^{er} juillet et le 31 octobre. En raison de l'absence d'enregistrement au cours du suivi en 2021 entre le 1^{er} avril et début juillet, le bridage préconisé en 2020 est maintenu. Néanmoins, le bridage instauré sur la température paraît élevé entre le 1^{er} avril et le 30 juin, tout en sachant que les chiroptères sont très actifs dès que la température atteint 13°C entre les mois de juillet et octobre. Il est donc très probable que la limite de 13°C pourrait être la même entre les mois d'avril et juin. Il faudra être vigilant lors du prochain suivi, à ce paramètre.

VIII.1 Bridage préconisé par SYNERGIS-ENVIRONNEMENT

Les préconisations de bridage sont les suivantes :

Période	Du 1 ^{er} janvier au 31 mars	1 ^{er} avril au 30 avril	1 ^{er} mai au 30 mai	1 ^{er} juin au 30 juin	1 ^{er} juillet au 31 octobre	1 ^{er} novembre au 31 décembre
Éolienne	Pas de bridage	Toutes	Toutes	Toutes	Toutes	Pas de bridage
Vent		<4 m/s	<4 m/s	<6 m/s	<7 m/s	
T°		>15°C	>16°C	>16°C	>13°C	
Horaire de mise en application		Les deux premières heures de la nuit	Les trois premières heures de la nuit	Les cinq premières heures de la nuit	-0h30 avant coucher du soleil jusqu'à +0h30 après le lever du soleil	

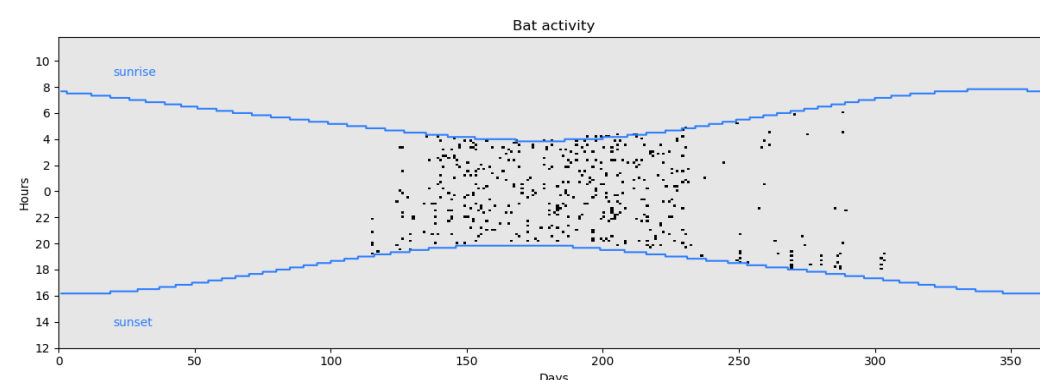
Il est recommandé de prévoir la poursuite du suivi environnemental pour l'année 2022 (suivi de mortalité et activité des chiroptères en nacelle) pour évaluer l'efficacité des mesures de bridages sur la collision des chiroptères et obtenir un suivi en nacelle sur période d'activité complète des chiroptères.

VIII.2 Bridage préconisé par Bégawatts

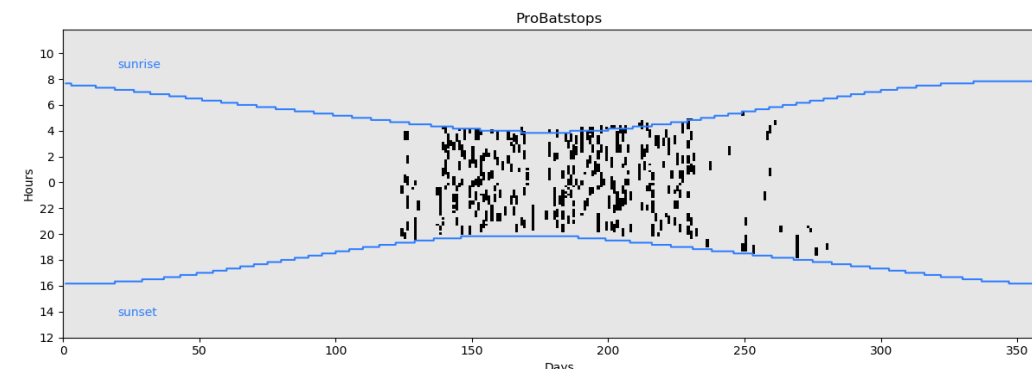
La société Bégawatts souhaite faire appel à un prestataire qualifié afin de réduire l'impact du parc éolien de Bégonne sur les populations de chiroptères. Sens Of Life propose ainsi de l'accompagner en mettant à disposition les technologies développées par ses soins, les compétences de son équipe et les connaissances acquises grâce à 172 éoliennes régulées ProBat, implantées sur 35 parcs différents en France, Belgique et Allemagne, dont certaines depuis 5 ans.

La proposition technique s'articule en cinq modules :

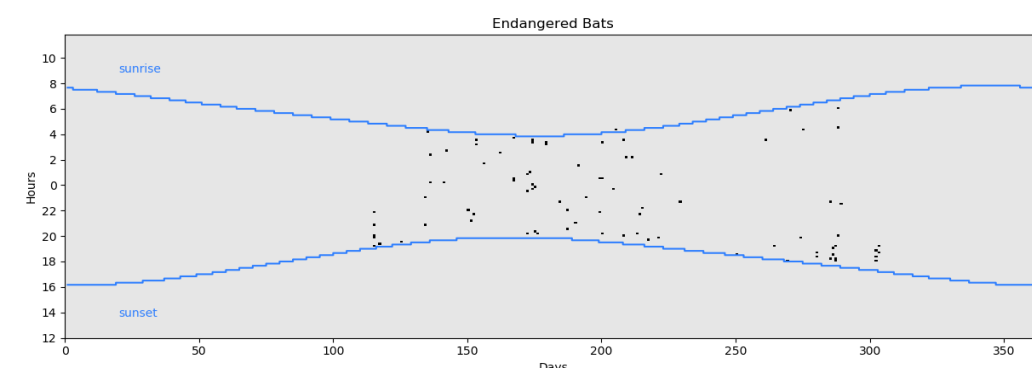
- Une pré-étude du parc éolien aboutissant à la définition des modalités techniques d'implantation du système sur le parc éolien,
- L'utilisation de deux enregistreurs TrackBat collectant l'activité ultrasonore en nacelle des **éoliennes E1 et E4** pour collecter l'activité des chiroptères en temps réel,
- La mise en place d'un système de collecte des conditions météorologiques (vitesse du vent, direction du vent et température) via l'OPC de Senvion,
- Le lancement du serveur pour l'analyse des données, de monitoring et de signalisation des périodes de risque,
- Un rapport de fonctionnement annuel, comprenant :
 - Le nombre de contacts de chauves-souris durant la période de suivi (Graphique 1),
 - La date, l'heure, et les paramètres météorologiques caractérisant chacun de ces passages,
 - Les arrêts ProBat horodatés (Graphique 2),
 - Le risque résiduel correspondant aux contacts de chiroptères pendant que la machine tournait (Graphique 3).



Graphique 1 : Activité des chiroptères en fonction de la date et du lever et du coucher du soleil



Graphique 2 : Arrêts réalisés par ProBat



Graphique 3 : Activité des chauves-souris alors que le rotor tournait -> risque résiduel

La solution ProBat de Sens Of Life est un système de bridage dynamique qui stoppe les éoliennes lorsque la probabilité de risque de collision est jugée trop importante. Cette probabilité se calcule comme étant le produit des probabilités de présence :

Liées aux paramètres météorologiques (les seuils de température à 12°C et de vitesse du vent 6 m.s⁻¹ seront utilisés pour déterminer la probabilité de présence théorique),
Liées à la détection par les capteurs sonores en temps réel.

Le système ProBat fonctionne de 1 heure avant le coucher du soleil jusqu'à 1 heure après le lever du soleil, avec comme objectif de préserver 90% de l'activité acoustique des chiroptères. Autrement dit, lorsque l'algorithme calcule une probabilité de présence supérieure à 10% selon la détection de présence, la vitesse de vent et la température, un ordre d'arrêt est envoyé aux éoliennes. Sachant qu'une minute positive correspond à 1 contact minimum enregistré au cours de cette minute, le risque est donc de 100% pour 6 minutes positives cumulées sur les 60 dernières minutes. L'activation du dispositif 1 heure avant le coucher du soleil permet d'enclencher un arrêt dès les 6 premières minutes positives cumulées.

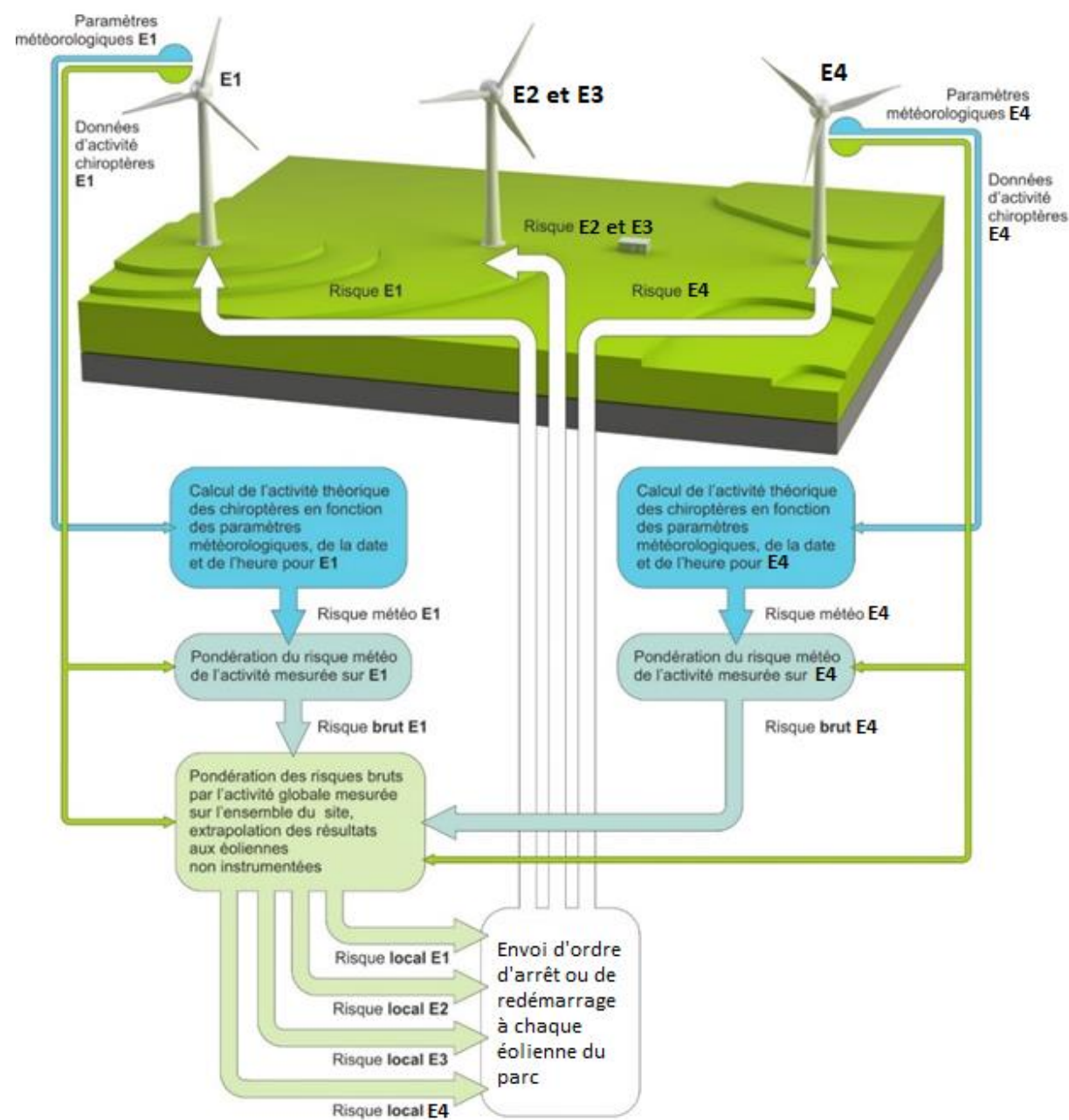


Figure 1 : Principe de fonctionnement du système ProBat

Les enregistreurs acoustiques sont placés sur la face inférieure de la nacelle, soit à 104 mètres de hauteur. La distance de détection des chiroptères est de 50 mètres pour les pipistrelles, 100 mètres pour les sérotules (Noctules et Sérotines) et jusqu'à 200 mètres pour la grande Noctule. La longueur des pales est de 46 mètres, donc la distance de détection couvre bien l'ensemble de la zone à risque additionnée de 4 mètres.

L'analyse du risque et l'ordre d'arrêt se font en 1 seconde, et l'arrêt de l'éolienne nécessite 20 à 30 secondes supplémentaires.

IX. BIBLIOGRAPHIE

- BARATAUD, M., 2015. **Acoustic ecology of European bats. Species Identification, Studies of Their Habitats and Foraging Behaviour**. Biotope, Mèze; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (Inventaires et biodiversité Series), 352 p.
- BOONMAN, A. M., LIMPENS H.J.G.A. & VERBOOM B., 1995. – The influence of landscape elements on the echolocation of the pond bat *Myotis dasycneme*. – *Rhinolophe* 11, 39-40.
- CRYAN P. M. & BARCLAY R. 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*. Vol.90, n°6. p. : 1330-1340.
- DULAC P., 2008. Évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. LPO délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon. Nantes. 106p.
- DÜRR T., 2020. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Septembre 2020.
- EUROBATS, 2014. – Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. – EUROBATS Publications Series N°6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133p.
- JOHNSON, G. D., PERLIK, M. K., ERICKSON, W. P., & STRICKLAND, M. D., 2004. Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin*, 32(4), 1278-1288.
- LONG C.V., FLINT J.A. & LEPPER P.A. 2011. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *Eur. J. Wildl. Res.*, published online.
- MARX G., 2017. Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune – Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 – LPO France.
- ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHNSON G. & KERN W., 2000. Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plantes – National Avian, Wind Power Planning Meeting III – San Diego, California, p 172 -182.
- MONTGOMERY, I., CARUSO, T., & REID, N., 2020. Hedgerows as Ecosystems: Service Delivery, Management, and Restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 51, 81-102.
- MORRIS, A. D., MILLER, D. A., & KALCOUNIS-RUEPPELL, M. C., 2010. Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *The Journal of Wildlife Management*, 74(1), 26-34.
- MOTTE & LIBOIS, 2002. Conservation of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposidero* Bechstein, 1800) (Mammalia: Chiroptera) in Belgium. A case study of feeding habitat requirements. *Belg. J. Zool.*, 132 (1) : 49-
- MTES, 2018. – Protocole de suivi environnemental des parcs éolien terrestres. – 19p.
- LPO, 2004 (révision en août 2009). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Programme national Eolien et Biodiversité ADEME-MEEDDM-SER/FEE-LPO
- Ouest Am', 2019. Impacts des éoliennes sur les oiseaux et les chiroptères de l'ouest de la France : étude des suivis de mortalité de 2010 à 2019. Ouest Aménagement.
- RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, B. KARAPANDZA, D. KOVAČ, T. KERVYN, J. DEKKER, A. KEPEL, P. BACH, J. COLLINS, C. HARBUSCH, K. PARK, B. MICEVSKI, J. MINDER-MANN, 2015. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. EUROBATS Publication : séries N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.
- RYDELL J., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.J., GREEN M., RODRIGUES L. & HEDENSTRÖM A. 2010. Mortality of bats at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2), 261-274.
- SIEMERS B.M. & SCHNITZLER H.-U., 2000. – Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to végétation using ecolocation signals of very broad bandwodth. – *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47: 400-412.
- UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.