

# DOSSIER DE PORTER A CONNAISSANCE (PAC)

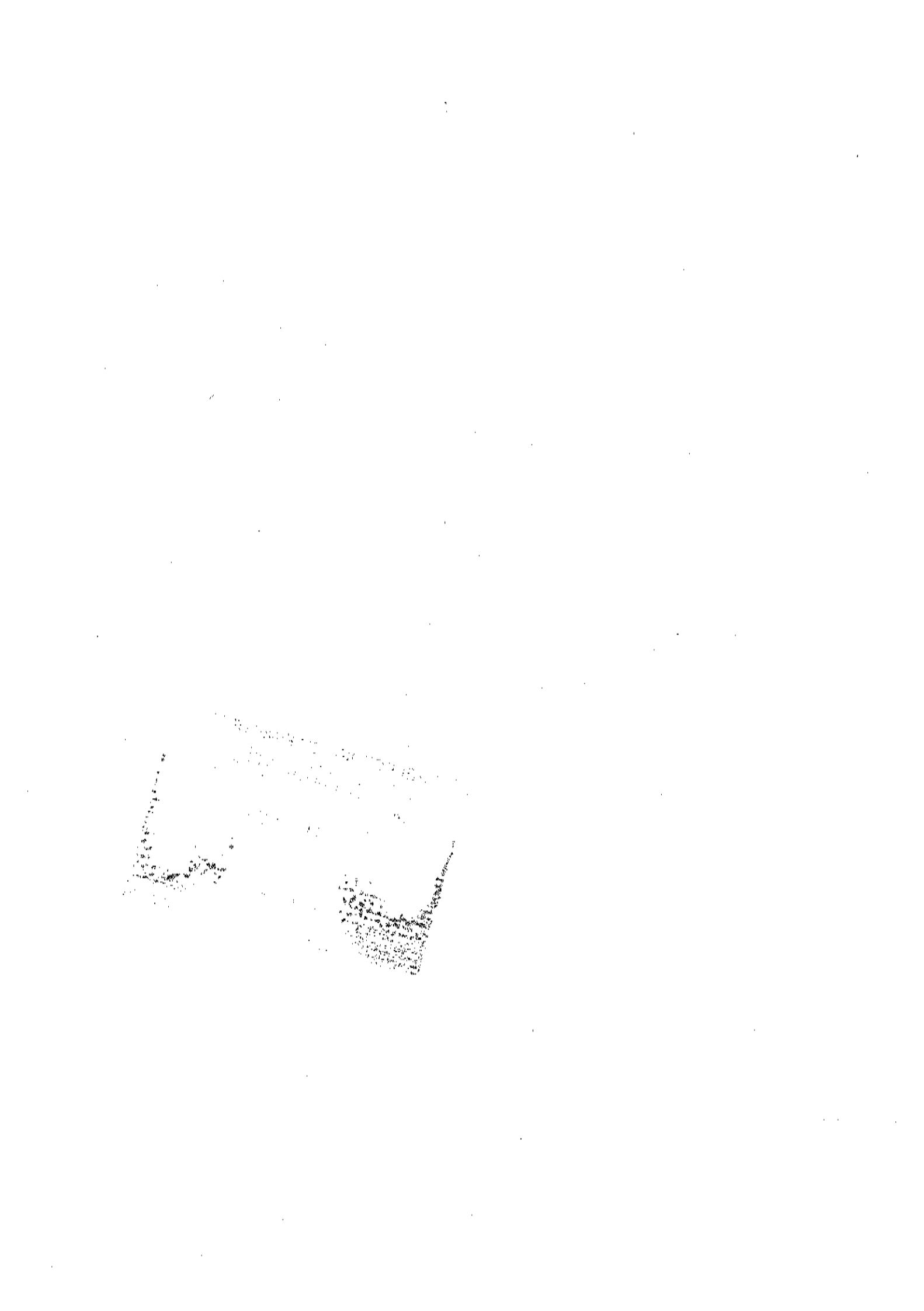
## REPOWERING PARC ÉOLIEN AVEL BRAZ

PC 2900803G1015

Pièce :

04\_SUIVI\_ENVIRONNEMENTAL





# Suivi postimplantation de l'avifaune et des chiroptères

## Parc éolien de Beuzec-Cap-Sizun (29)

Société AVEL BRAZ



Rapport final

Suivi postimplantation de l'avifaune et des chiroptères

Décembre 2022

# Sommaire

<b>I. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Contexte .....</b>	<b>2</b>
<b>III. Localisation et description du parc éolien.....</b>	<b>3</b>
<b>IV. Méthodologie .....</b>	<b>6</b>
IV.1. Équipe de travail .....	6
IV.2. Suivi de mortalité .....	6
IV.2.1. Dates de suivi .....	6
IV.2.2. Surface et méthodologie de prospection.....	7
IV.2.3. Recueil des données.....	8
IV.2.4. Test de persistance .....	9
IV.2.5. Taux de détectabilité.....	9
IV.2.6. Correcteur de surface .....	10
IV.2.7. Taux de mortalité .....	10
IV.3. Suivi d'activité chiroptérologique .....	12
IV.3.1. Dates de suivi .....	12
IV.3.1. Matériel .....	12
<b>V. Résultats et discussion .....</b>	<b>14</b>
V.1. Résultats du suivi de mortalité.....	14
V.1.1. Test de détectabilité.....	14
V.1.2. Test de persistance .....	14
V.1.3. Correcteur de surface .....	15
V.1.4. Mortalité brute .....	16
V.1.5. Estimation de la mortalité .....	18
V.1.6. Discussion.....	19
V.2. Résultats du suivi d'activité chiroptérologique .....	23
V.2.1. Richesse spécifique et abondance sur la zone d'étude .....	23
V.2.2. Statuts de conservation des espèces .....	24
V.2.3. Phénologie de l'activité.....	24
V.2.4. Activité horaire .....	26
V.2.5. Corrélation de l'activité avec les vitesses de vent et les températures .....	28
<b>VI. Conclusion .....</b>	<b>32</b>
VI.1. Suivi de mortalité.....	32
VI.2. Suivi d'activité chiroptérologique en altitude .....	32
VI.3. Recommandations .....	33
<b>VII. Bibliographie .....</b>	<b>34</b>
<b>VIII. Annexes.....</b>	<b>35</b>
Annexe 1 : Fiche de suivi de mortalité pour l'avifaune (MTES, 2015).....	35
Annexe 2 : Fiche de suivi de mortalité pour les chiroptères (MTES, 2015).....	36

## Liste des tableaux

tableau 1 : équipe de travail .....	6
tableau 2 : dates de passage sur le site .....	6
tableau 3 : résultats des tests de persistance .....	14
tableau 4 : cadavres d'oiseaux relevés sur le parc éolien .....	17
tableau 5 : liste des espèces d'oiseaux découverts sur le parc .....	17
tableau 6 : estimation de la mortalité selon les différentes méthodes pour les oiseaux .....	19
tableau 7 : nombre de contacts par espèce enregistrés en altitude .....	23
tableau 8 : Statuts de conservation des espèces .....	24
tableau 9 : Nombre de contacts par mois et par vitesse de vent .....	28
tableau 10 : Nombre de contacts par mois et par température .....	29

## Liste des cartes

carte 1 : localisation du parc éolien .....	3
carte 2 : localisation du parc éolien (vision satellite) .....	4
carte 3 : occupation du sol de la surface à prospecter autour des éoliennes .....	15
carte 4 : localisation des cadavres recensés sur le parc éolien .....	18

## Liste des figures

figure 1 : schéma des transects effectués .....	8
figure 2 : exemple d'installation d'un BATmode en nacelle .....	13
figure 3 : surface réellement prospectée (%) en fonction du temps (n° de semaine) .....	16
figure 4 : Évolution de l'activité par mois en altitude .....	25
figure 5 : Activité horaire des chiroptères en altitude .....	26
figure 6 : Activité horaire, toutes saisons confondues, pour les cinq espèces contactées en altitude .....	27
figure 7 : Évolution de l'activité en fonction de la vitesse de vent .....	28
figure 8 : Évolution de l'activité en fonction de la température .....	30



## I. Introduction

La construction et l'exploitation des parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur les oiseaux et les chiroptères par l'altération des habitats, le dérangement et la mortalité par collision avec les pales en mouvement ou par barotraumatisme. De ce fait, l'exploitant d'un parc doit s'assurer que l'exploitation de son parc ne dégradent pas l'état de conservation de ces espèces (MTES, 2018).

La société ArVro Énergies a confié au cabinet d'études Calidris, pour le compte de la société AVEL BRAZ, la réalisation d'un suivi environnemental sur le parc éolien de Beuzec-Cap-Sizun, situé sur la commune du même nom (département du Finistère, région Bretagne). Le présent document a pour objectif de présenter les résultats de ce suivi réalisé en 2022.



## II. Contexte

Depuis janvier 2012, les parcs éoliens sont soumis à la réglementation des ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement). L'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif à cette réglementation stipule que les exploitants de parcs éoliens doivent réaliser un « *suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole...* ».

Le protocole a été validé le 23 novembre 2015, puis révisé le 05 avril 2018 par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Il prévoit la réalisation de suivis sur la mortalité des oiseaux et des chiroptères ainsi que des suivis de l'activité des chiroptères, selon certains critères issus des études préalables et des sensibilités spécifiques des espèces à l'éolien et en termes de conservation.

La Sarl Avel Braz a mandaté la société Calidris pour réaliser en 2022, ce suivi conformément au dernier protocole reconnu par le ministère de la transition écologique et solidaire (MTES, 2018).

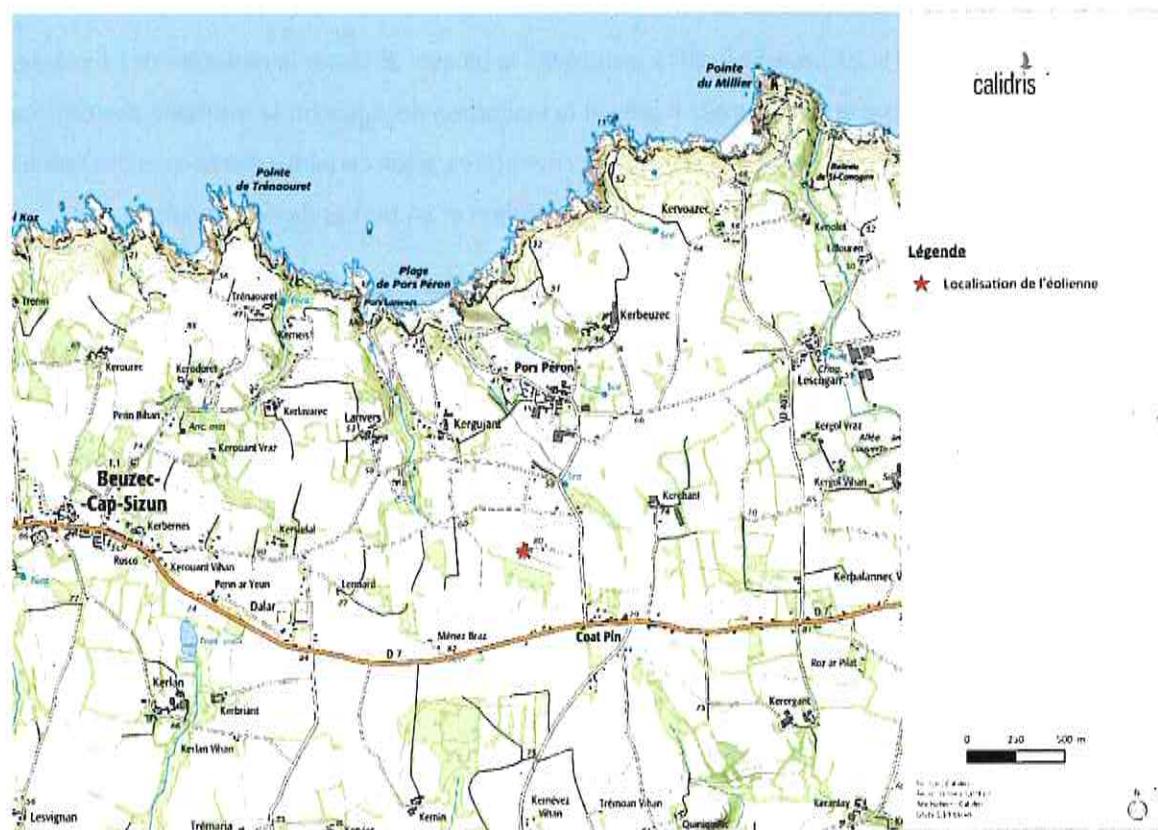
S'étalant d'avril à octobre 2022, le suivi couvre les périodes les plus mortifères pour la faune volante, à savoir le transit automnal des chiroptères et la migration postnuptiale de l'avifaune. La période de nidification et d'élevage des jeunes est également couverte pour permettre d'évaluer l'impact sur les espèces locales.



### III. Localisation et description du parc éolien

Le parc éolien est localisé à l'est du bourg de Beuzec-Cap-Sizun, au nord d'une ligne de crêtes surplombant la baie de Douarnenez. Le site s'inscrit dans un contexte paysage agricole comprenant des parcelles cultivées, des bosquets et linéaires de haies, le tout à proximité directe du littoral.

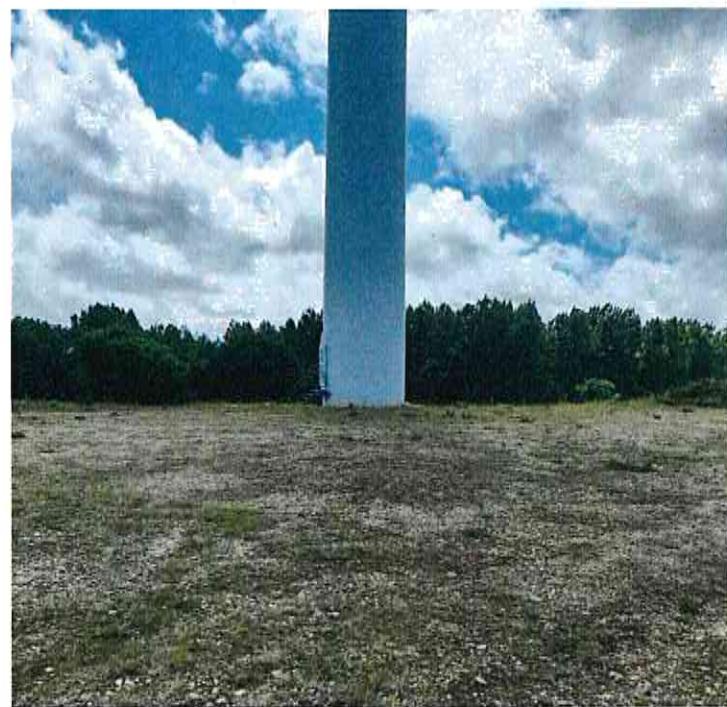
Une seule éolienne compose ce parc éolien. La puissance de l'éolienne est estimée à 1500 KW, celle-ci est composée d'un fût de 60m de hauteur et de pâles de 32 m de longueur.



## carte 1 : localisation du parc éolien



carte 2 : localisation du parc éolien (vision satellite)



Différentes vues sur le site



## IV. Méthodologie

### IV.1. Équipe de travail

tableau 1 : équipe de travail

Domaine d'intervention	Intervenant
Rédaction de l'étude	Mélissa Durier – chargée d'études, ornithologue – Calidris
Suivi de mortalité	Natalia Kaplita – chargée d'études, ornithologue – Calidris Hanna Koverznieva – chargée d'études ornithologue - Calidris Anastasiia Chulkova – chargée d'études ornithologue - Calidris Boris Varry – chargé d'études, ornithologue -Calidris
Suivi d'activité chiroptérologique	Camille Rostan – Chargée d'études chiroptérologue – Bureau d'études Calidris

### IV.2. Suivi de mortalité

#### IV.2.1. Dates de suivi

Au total, 29 passages de suivi de mortalité ont été effectués durant l'année 2022 (tableau 2). L'effort de prospection s'est concentré sur les périodes les plus à risque concernant l'avifaune et les chiroptères.

tableau 2 : dates de passage sur le site

Date	Semaine	Objectif	Date	Semaine	Objectif
06/04/2022	S14	Nébulosité de 1/8 octas ; vent modéré du nord-est ; température de 10°C	13/07/2022	S28	Nébulosité de 2/8 octas ; vent léger du nord ; température de 23°C
14/04/2022	S15	Nébulosité de 3/8 octas ; vent léger du sud ; température de 14°C	19/07/2022	S29	Nébulosité de 8/8 octas ; vent léger du sud ; température de 19°C
20/04/2022	S16	Nébulosité de 3/8 octas ; vent léger du nord-est ; température de 10°C	27/07/2022	S30	Nébulosité de 6/8 octas ; vent léger du sud-ouest ; température de 19°C

Date	Semaine	Objectif	Date	Semaine	Objectif
28/04/2022	S17	Nébulosité de 7/8 octas ; vent léger du nord-est ; température de 19°C	04/08/2022	S31	Nébulosité de 3/8 octas ; vent modéré du nord ; température de 20°C
04/05/2022	S18	Nébulosité de 4/8 octas ; vent léger du nord ; température de 14°C	08/08/2022	S32	Nébulosité de 6/8 octas ; vent léger du nord-est ; température de 24°C
12/05/2022	S19	Nébulosité de 3/8 octas ; vent léger du nord ; température de 15°C	18/08/2022	S33	Nébulosité de 7/8 octas ; vent léger du nord-est à sud-est ; température de 18°C
20/05/2022	S20	Nébulosité de 3/8 octas ; vent léger du sud-ouest ; température de 18°C	24/08/2022	S34	Nébulosité de 8/8 octas ; vent léger du nord-ouest ; température de 21°C
27/05/2022	S21	Nébulosité de 7/8 octas ; vent léger du nord ; température de 16°C	31/08/2022	S35	Nébulosité de 1/8 octas ; vent léger du sud ; température de 21°C
03/06/2022	S22	Nébulosité de 6/8 octas ; vent léger du nord-est ; température de 19°C	09/09/2022	S36	Nébulosité de 6/8 octas ; vent modéré d'ouest ; température de 18°C
09/06/2022	S23	Nébulosité de 5/8 octas ; vent léger du sud-ouest ; température de 18°C	16/09/2022	S37	Nébulosité de 1/8 octas ; vent léger du nord-est ; température de 16°C
17/06/2022	S24	Nébulosité de 0/8 octas ; vent léger du sud-ouest ; température de 26°C	23/09/2022	S38	Nébulosité de 8/8 octas ; pluie et brouillard ; vent léger d'ouest ; température de 15°C
23/06/2022	S25	Nébulosité de 8/8 octas ; pluie ; vent léger du sud-ouest ; température de 17°C	29/09/2022	S39	Nébulosité de 2/8 octas ; vent modéré du nord ; température de 14°C
30/06/2022	S26	Nébulosité de 3/8 octas ; vent léger d'ouest ; température de 16°C	07/10/2022	S40	Nébulosité de 4/8 octas ; brouillard ; vent léger du sud-ouest ; température de 14°C
08/07/2022	S27	Nébulosité de 4/8 octas ; vent léger du nord-ouest ; température de 21°C	14/10/2022	S41	Nébulosité de 8/8 octas ; pluie et brouillard ; vent modéré du nord ; température de 15°C
			20/10/2022	S42	Nébulosité de 0/8 octas ; vent modéré du sud-est ; température de 15°C

#### IV.2.2. Surface et méthodologie de prospection

Le suivi de mortalité consiste à prospecter au sol les surfaces situées sous les aérogénérateurs en vue de la collecte et de l'identification d'éventuels cadavres qui seraient découverts.

**Surface à prospecter :** Les prospections ont été réalisées selon un carré de cent mètres de côté ayant pour centre l'éolienne considérée. La surface théoriquement prospectable mesurait donc un hectare autour de l'éolienne. L'orientation du carré et la direction des transects ont été choisies sur le terrain lors de la première visite, en fonction de la présence d'éléments repères dans le paysage, notamment la bordure des plateformes, chemins, sens des sillons agricoles. À chaque visite, cette surface a pu être réduite en fonction des contraintes liées au terrain telles que la présence de boisements, de cultures, de travaux agricoles en cours...

**Mode de recherche :** Afin de faciliter les prospections, la zone à prospecter et les axes de transects ont été matérialisés au sol par des piquets repères disposés de part et d'autre de chaque transect tous les dix mètres sur une longueur de cent mètres (figure 1). Ce dispositif a ainsi permis à l'observateur de se déplacer de façon régulière sous les éoliennes à vitesse constante. La prospection a été réalisée de part et d'autre des lignes ainsi matérialisées. De cette façon, l'observateur a prospecté une zone s'étendant sur cinq mètres de part et d'autre de son parcours.

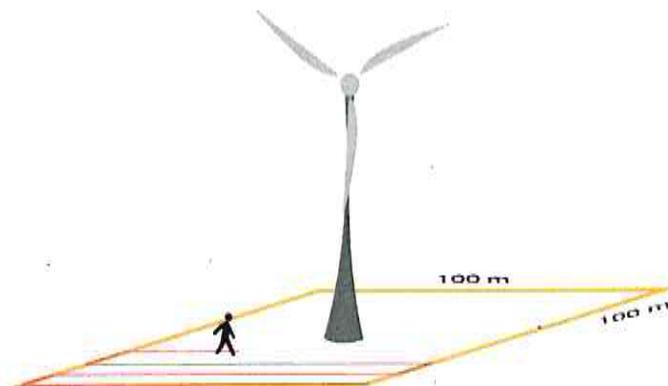


figure 1 : schéma des transects effectués

**Zones non prospectées :** Les zones de boisement, haies ou zones non praticables telles que les landes hautes à ajonc n'ont jamais été prospectées.

**Moment de recherche :** Les prospections ont débuté de préférence le matin, dans l'heure qui suit le lever du soleil. Le temps de prospection d'une éolienne est de l'ordre de 1 h 15 min.

#### IV.2.3. Recueil des données

À chaque journée de prospection, l'observateur a consigné son heure d'arrivée et de départ ainsi que les conditions météorologiques pouvant avoir un impact sur sa visibilité (température, intensité et direction du vent, nébulosité, pluie éventuelle). La description de l'habitat (occupation des sols et hauteur moyenne de végétation) et la surface réellement prospectée (pourcentage de la surface

théoriquement prospectable) ont également été notées, tout comme le nombre de cadavres trouvés par jour.

Chaque cadavre a été photographié, sa localisation a été consignée sur une carte et le point GPS a été relevé. L'espèce, le sexe, l'âge ainsi que diverses informations relatives à l'état du cadavre ont également été identifiés si possible (annexes 1 et 2).

#### IV.2.4. Test de persistance

Les cadavres sont susceptibles de disparaître plus ou moins rapidement selon le site d'étude. En effet, d'un site à l'autre, les communautés de charognards présentes varient, de même que leur abondance, leur rythme d'activité ou encore la disponibilité de ressources alimentaires alternatives (Besnard & Bernard, 2017).

Afin d'estimer le taux de persistance des cadavres sous les éoliennes, l'observateur a dispersé des cadavres de poussin de poule sur la surface de prospection. Cette espèce a été privilégiée car les poussins ont une taille qui se rapproche de celle des chauves-souris et des passereaux. La couleur jaune des poussins étant trop visibles pour les prédateurs, ils ont été noircis à l'aide de charbon actif.

Trois ont été placés sous l'éolienne en fonction des habitats (dalle, végétation rase sur la plateforme, végétation plus élevée). Leur emplacement a été soigneusement relevé pour permettre le contrôle ultérieur. Tous les poussins ont été décongelés la veille de leur placement pour limiter l'avancée de leur décomposition avant le dépôt. L'observateur est ensuite repassé régulièrement au cours de la première semaine pour contrôler la persistance des cadavres, puis les semaines suivantes et jusqu'à la disparition totale des poussins. Au total, six poussins ont été repartis sous l'éolienne avec deux passages effectués pour tester la persistance des cadavres, soit trois poussins par tests. La première pose des poussins a été réalisée le 8 juillet 2022 et la seconde le 29 septembre 2022.

#### IV.2.5. Taux de détectabilité

L'observateur s'est étalonné afin d'établir son taux de détectabilité. Pour cela, des poussins noircis au charbon actif ont été dispersés par une personne différente de l'observateur sur une parcelle représentative de la diversité des habitats du parc éolien. Le nombre de poussins déposés n'était pas connu de l'observateur et ce dernier les a recherchés selon les mêmes conditions qu'un suivi de mortalité normal.

#### IV.2.6. Correcteur de surface

La surface à prospecter autour de l'éolienne est d'un hectare. À chaque visite, la surface réelle prospectable a été relevée en pourcentage, calculé par rapport à une surface standard d'un hectare. La description des habitats autour de l'éolienne permet de décrire la variation du couvert végétal au cours de la période de prospection, et par conséquent les variations en termes de surface prospectée.

En fonction des variations de la hauteur de la végétation, l'ensemble du suivi peut être divisé en deux périodes distinctes :

- **période printemps-été** : avant la moisson, qui correspond à la période de la nidification et à la migration prénuptiale des oiseaux ainsi qu'à l'activité de chasse et l'élevage des jeunes pour les chiroptères ;
- **période été-automne** : après la moisson, correspondant au transit automnal pour les chiroptères et à la migration prénuptiale pour les oiseaux.

Ces deux périodes vont être distinguées dans les estimations de la mortalité. Cela permet d'apporter plus de précision dans les calculs. D'une part, parce que les activités des espèces diffèrent et donc les probabilités de collision sont différentes entre ces deux périodes. D'autre part, une plus grande surface est prospectée après la moisson ce qui augmente la probabilité de retrouver des cadavres.

#### IV.2.7. Taux de mortalité

Il existe différentes méthodes d'estimation de la mortalité qui prennent en compte plusieurs paramètres tels que le taux de disparition, le test de détectabilité, etc. Plusieurs méthodes peuvent être appliquées car chacune d'entre elles présente des avantages et des inconvénients, et les résultats diffèrent d'une méthode à l'autre parfois de manière importante. Ainsi, l'utilisation de plusieurs méthodologies permet de présenter une fourchette de résultats. Les calculs ont été réalisés en utilisant le site internet créé par le CNRS ([shiny.cef.e.cnrs.fr/eolapp/](http://shiny.cef.e.cnrs.fr/eolapp/)).

##### ↑ Méthode « Erickson »

La méthode « Erickson » (Erickson et al., 1998) intègre la durée de persistance moyenne des cadavres. Cette formule présente l'avantage de fonctionner même quand le taux de persistance sur la durée de l'intervalle vaut 0.

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d}$$

$N$  = nombre de cadavres total

$I$  = durée de l'intervalle, équivalent à la fréquence de passage (en jours)

$C$  = nombre de cadavres comptés

$tm$  = durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours)

$d$  = taux de détection (test de détectabilité)

#### ↳ Méthode « Jones »

La méthode « Jones » (Jones et al., 2009) considère que le taux de mortalité est constant dans l'intervalle et que la durée de persistance d'un cadavre suit une variable exponentielle négative. Cette méthode suppose également que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à moitié de l'intervalle. Le taux de persistance  $tm$  est alors remplacé par la formule suivante :  $p = e^{(-0.5 \times I / tm)}$

$$N = \frac{C}{a \times d \times p \times \hat{e}}$$

$N$  = nombre de cadavres total

$a$  = coefficient de correction surfacique

$\hat{I}$  = intervalle effectif

$\hat{e}$  = coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à  $\frac{M_{10}(I, \hat{I})}{I}$

Ces auteurs intègrent en outre la notion d'intervalle effectif. En effet, plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance s'approche de 0. Un cadavre découvert au bout d'un intervalle très long n'est certainement pas mort au début de l'intervalle. Il est vraisemblablement mort dans un « intervalle effectif » qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1 %. L'intervalle effectif est donc égal à  $-\log(0,01) \times tm$ . Dans le calcul,  $I$  prend la valeur minimale entre  $I$  et  $\hat{I}$ .

#### ↳ Méthode « Huso »

Le dernier protocole en date (Huso, 2011), toujours en considérant la mortalité constante, 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. Le coefficient proposé est plus élevé.

$$p = \frac{tm \times \left(1 - e^{-\frac{I}{tm}}\right)}{I} \quad \text{d'où } N = \frac{C}{p \times \hat{e}}$$

$I$  prend la valeur minimale entre  $I$  et  $\hat{I}$ .

## IV.3. Suivi d'activité chiroptérologique

### IV.3.1. Dates de suivi

Des études acoustiques ont été effectuées en altitude dans le but de caractériser l'activité des chiroptères en altitude, notamment pour la détection d'espèces en transit (vol en plein ciel). Pour cela, un enregistreur de type BAT mode a été installé en nacelle. La période d'enregistrement s'est déroulée du 21 avril au 8 novembre 2022, avec un premier contact enregistré le 21 avril 2022 et un dernier contact le 12 octobre 2022. A noter qu'à cause de dysfonctionnement, aucun enregistrement n'a pu être effectué entre le 18 et le 27 juillet, puis entre le 11 et le 26 août.

### IV.3.1. Matériel

Un enregistreur automatique BATmode de Bio Acoustic Technology a été utilisé. Ce matériel, dédié aux écoutes en nacelles, possède plusieurs avantages : un micro très performant, un disque dur intégré qui stocke les données sans risque de pertes, des modules GSM et wifi qui permettent de communiquer à distance et à tout moment avec l'appareil et ainsi d'être très réactif en cas de dysfonctionnement. Le micro à très haute sensibilité permet la détection des ultrasons de chiroptères sur une très large gamme de fréquences, couvrant toutes les émissions possibles des espèces européennes de chiroptères (de 8 à 192 kHz).

Ce mode opératoire permet actuellement, dans de bonnes conditions d'enregistrement, l'identification acoustique des 34 espèces de chiroptères présentes en France. Les espèces ne pouvant pas être différenciées seront regroupées en paires ou groupes d'espèces.

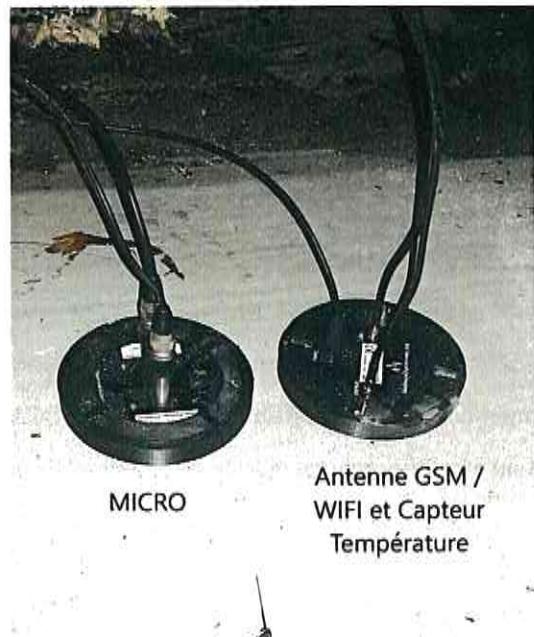


figure 2 : exemple d'installation d'un BATmode en nacelle



## V. Résultats et discussion

### V.1. Résultats du suivi de mortalité

#### V.1.1. Test de détectabilité

Le test de détection a été réalisé fin mai sur le parc de Beuzec-Cap-Sizun. La hauteur de la végétation variait de 0 à 60 cm au moment de la réalisation du test. Huit poussins sur dix ont été retrouvés, ce qui représente un taux de détection de 80 %.

#### V.1.2. Test de persistance

Le test de la persistance a été réalisé début juillet puis reproduit fin septembre. En été, les cadavres ont disparu totalement au bout de plus de deux semaines environ tandis que le test effectué en septembre a vu disparaître les cadavres après une semaine. En moyenne, les cadavres sont restés dans le milieu 14,3 jours en juillet et 8 jours en septembre. La persistance des cadavres semble donc plus faible à l'automne (tableau 3).

tableau 3 : résultats des tests de persistance

	Périodes					
	Juillet			Septembre		
Persistance (jours)	5	19	19	8	8	8
Moyenne (jours)		14,3			8	
Moyenne générale (jours)	11,16					

### V.1.3. Correcteur de surface

En théorie, la surface à prospecter était de 1 ha étant donné que la surface prospectable par éolienne est de 1 ha et qu'une seule machine compose le parc. Les alentours de l'éolienne sont constitués principalement de prairies (60%) et de cultures (30%). Les autres milieux sont représentés par la plateforme de l'éolienne et une zone en friche (10%). (carte 3). Le pourcentage de la surface réellement prospectée à chaque passage dépendait essentiellement de la hauteur des cultures et de la végétation de la prairie.



carte 3 : occupation du sol de la surface à prospecter autour des éoliennes

Le pourcentage de la surface réellement prospectée au cours du temps reflète les fluctuations du couvert végétal sur le site. À noter qu'une partie des cultures, localisées au sud de l'éolienne, ne pouvaient être prospectées en raison de la présence de barrières. Globalement, le couvert végétal était élevé dans les zones de culture en raison de la présence de maïs au sud et de céréales à l'ouest qui ont été moissonnés à la fin du moins d'août. Ainsi, le couvert végétal était plus important en été, avant les moissons, bien que la grande partie de la zone restait prospectable car composée d'une prairie de pâturage.

Le couvert végétal était donc plus important du début du suivi jusqu'à la fin du mois de juillet au moment où le champ de céréales a été moissonné. Globalement, la surface prospectable n'est jamais maximale (en raison de la présence de maïs et des fourrés) et restent relativement homogène tout au long du suivi. Il est possible d'obtenir tout de même deux périodes :

- Avril à fin juillet (S14 à S29) : avant la moisson, surface de prospection d'en moyenne 70% ;
- Août à octobre (S30 à S42) : après la moisson, surface de prospection d'en moyenne 84%.

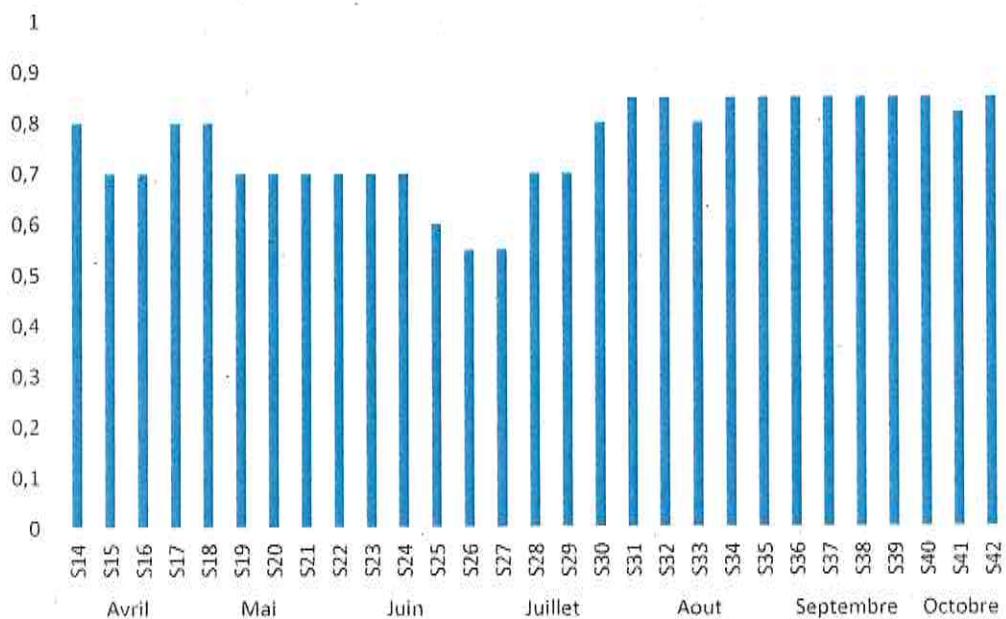


figure 3 : surface réellement prospectée (%) en fonction du temps (n° de semaine)

En moyenne, 75 % de la surface totale ont pu être prospectés au cours du suivi avec une augmentation notée à partir du mois d'août.

#### V.1.4. Mortalité brute

Le suivi réalisé entre le 06/04/2022 et le 20/10/2022 a permis la découverte d'un seul cadavre d'oiseau et d'aucun cadavre de chiroptère. Le cadavre découvert était celui d'un Roitelet à triple bandeau, espèce commune au niveau national et régional ne présentant pas d'enjeu de conservation particulier.

Au niveau de la phénologie, celui-ci a été trouvé lors du dernier passage, à la fin du mois d'octobre.

tableau 4 : cadavres d'oiseaux relevés sur le parc éolien

Date	N°	Espèce	État du cadavre	Cause présumée de la mort
20/10/2022	S42	Roitelet à triple bandeau	Avancé	Collision

tableau 5 : liste des espèces d'oiseaux découvert sur le parc

Nom commun Nom scientifique	Ann. I DO	LRE	PN	LRF Nicheurs	LRF hivernants	LRF De passage	LRR Nicheurs	LRR De passage
Roitelet à triple bandeau <i>Regulus ignicapilla</i>		LC	Art. 3	LC	NAd	NAd	LC	DD

Légende :

Ann. I DO : espèce inscrite à l'annexe I de la directive Oiseaux

PN : Art. 3 et 4. Articles 3 et 4 de l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

LRE, LRF, LRR : listes rouges Europe, France, région. RE : Disparue au niveau régional ; CR : En danger critique ; EN : En danger ; VU : Vulnérable ; NT : Quasi menacée ; LC : Préoccupation mineure ; DD : Données insuffisantes ; NA : Non applicable ; NE : Non évaluée / E : En danger ; V : Vulnérable ; R : Rare ; D : En déclin ; AP : À préciser ; AS : À surveiller



Cadavre de Roitelet à triple bandeau découvert sur le site

Le cadavre a été retrouvé à l'est de la turbine, à une vingtaine de mètres de distance.



carte 4 : localisation des cadavres recensés sur le parc éolien

### V.1.5. Estimation de la mortalité

La mortalité des oiseaux est estimée entre 1 et 3 individus pour l'ensemble de la période de prospection (avril à octobre 2022). Une estimation a été réalisée pour la période où le cadavre a été découvert et indique alors des résultats similaires à ceux découverts lors de l'ensemble du suivi.

tableau 6 : estimation de la mortalité selon les différentes méthodes pour les oiseaux

méthode	Août – octobre		Ensemble du suivi	
	Médiane	IC 95 %	Médiane	IC 95 %
Erickson	0,81	[0 ;3,23]	0,91	[0 ;3,66]
Jones	1,87	[0 ;6,83]	2,09	[0 ;8,05]
Huso	1,85	[0 ;6,62]	2,05	[0 ;7,90]

Les intervalles de confiance permettent de mettre en évidence l'imprécision des estimations. Par exemple, l'estimation de la mortalité pour l'ensemble du suivi : alors que les estimations indiquent que la mortalité serait comprise entre 1 et 3 individus, l'intervalle de confiance indique qu'il y a 95 % de chances que le nombre exact soit compris dans l'intervalle de 0 à 9 individus. Cette estimation très large souligne le fait qu'il serait utile d'accroître l'effort d'échantillonnage pour obtenir des données plus précises.

### V.1.6. Discussion

L'objectif de ce rapport était de quantifier l'impact du parc éolien de Beuzec-Cap-Sizun sur la faune volante. Ainsi, un total d'un cadavre a été retrouvé au cours du suivi. Cela a permis d'estimer des taux de mortalité compris entre 1 et 3 cadavres d'oiseaux pour l'ensemble du parc et pour la durée du suivi. Pour obtenir ces résultats, différents biais du protocole ont été pris en compte.

#### V.1.6.1. Biais pris en compte dans l'estimation de la mortalité

Le taux de persistance des cadavres sur ce site est relativement élevé, avec une moyenne de 14,3 jours en juillet et de 8 jours en septembre. Pour un des deux tests, il a fallu plus de deux semaines avant que l'ensemble des poussins disparaissent. La moyenne de disparition des cadavres pour les deux tests est d'environ 11 jours. Ce résultat peut indiquer une faible présence de prédateurs opportunistes dans le secteur. Cependant, le contexte paysager du site semble tout de même favorable à ces espèces, qui restent communes à l'échelle nationale ou régionale (Renard roux, Corneille noire, etc.). Il est important de noter que ces moyennes peuvent être biaisées si l'observateur ne va pas vérifier tous les jours la persistance des cadavres. Ainsi, lors du test effectué au mois de juillet, aucune vérification n'a été faite entre le 11<sup>ème</sup> et le 19<sup>ème</sup> jour après la pose des cadavres. Il est fort possible que les deux cadavres restants aient disparu avant 19 jours. Il en est de même avec le test effectué en septembre : les cadavres ont disparu au bout de huit jours mais il est possible que ceux-ci aient été prédatés entre le 1<sup>er</sup> et le 8<sup>ème</sup> jour après le dépôt des poussins. Il est possible de noter tout de même que la disparition des cadavres reste bien plus élevée lors de l'été.

La persistance entraîne un biais important qui pourrait expliquer qu'une quantité importante de cadavres issus des collisions ne soient pas détectés, ayant disparus avant le passage hebdomadaire de l'observateur. Prendre en compte le taux de persistance permet de mieux estimer la mortalité sur ce site.

La détection de l'observateur a été testée sur le site même. La hauteur de la végétation variait de 0 à 60 cm au moment du test. La surface prospectée était constituée principalement de la prairie de pâturage présente aux alentours de l'éolienne, les autres milieux n'étant pas encore prospectable au moment de l'étude de détection.

Le correcteur de surface appliqué a permis de prendre en compte le pourcentage de la surface qui a réellement été prospectée par rapport à la surface de prospection théorique. En effet, en cas de hauteur de végétation trop importante ou dense, rendant la détection impossible ou peu probable, la surface en question n'a pas été prospectée ; le taux de détection reste relativement élevé sur l'ensemble du suivi, atteignant en moyenne 75% de prospection. La surface minimale prospectée était de 70%, en raison de la présence de cultures, avant la moisson, ce qui reste une surface plutôt représentative de la zone.

La prise en compte de différents biais a permis d'affiner les estimations de la mortalité de la faune volante sur le site. Toutefois, au-delà du nombre de cadavres, différentes espèces ne sont pas sensibles aux impacts éoliens de la même manière.

### V.1.6.2. Sensibilité des espèces contactées

Les différentes espèces d'oiseaux ne présentent pas toutes le même risque de collision avec les pales. En effet, certaines vont avoir des comportements de vol particuliers (hauteur de vol, vols planés...) ou des périodes d'activité plus risquées (Byrne, 1983 in Perrin, 2019). De plus, le risque de collision diffère d'un parc à l'autre en fonction de la topographie du site, des habitats présents et enfin des espèces présentes et de leurs effectifs. Le risque de collision est d'autant plus important dans les zones les plus fréquentées par les oiseaux (Perrin, 2019).

De la même manière, le risque de mortalité par barotraumatisme ou collision n'est pas le même pour toutes les espèces de chauves-souris. Cela va dépendre de leurs comportements de chasse, de transits ou de migrations, et notamment, de la hauteur des vols. Ce risque dépend également de la proximité du parc avec les zones d'activité ou des gîtes.

Afin d'évaluer la sensibilité de différentes espèces d'oiseaux et de chauves-souris face à l'éolien, Dürr a créé des bases de données à l'échelle européenne recensant toutes les collisions depuis 2002 jusqu'à aujourd'hui (Dürr, 2022a, 2022b).

#### V.1.6.2.1. Oiseaux

Un seul cadavre d'oiseau a été recensé à Beuzec-Cap-Sizun : l'évaluation de la sensibilité pour les oiseaux se fera donc uniquement celle du cadavre découvert, à savoir celui du Roitelet à triple bandeau.

##### ► Roitelet à triple bandeau

Le Roitelet à triple bandeau fait partie des espèces de passereaux, avec le Martinet noir, les plus fréquemment impactées par les collisions avec les éoliennes (Gaultier, S.P., Marx, G., et Roux, D. 2019). Ainsi, en Europe 302 cas ont déjà été recensés dont 196 en France (Dürr 2022b), malgré cela, ces chiffres restent faibles si l'on considère que la population européenne de l'espèce est comprise entre 3 et 6 millions de couples. Cette espèce est principalement sédentaire mais des mouvements migratoires peuvent toutefois avoir lieu, dans ce cas, l'espèce migre la nuit à haute altitude. Les risques d'impact sont donc considérés comme faibles.

### V.1.6.3. Mise en perspective des résultats

Il est difficile de comparer les résultats avec d'autres études menées à l'échelle de la France ou de la région Bretagne. En effet, malgré l'uniformisation progressive des protocoles de suivi, et notamment grâce à la publication du *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres* (MTES, 2018), les synthèses sur la mortalité s'appuient encore sur des études aux protocoles variés, où certains biais (détectabilité, correcteur de surface, persistance) n'ont pas toujours été pris en compte. De ce fait, les études sont peu comparables les unes par rapport aux autres.

#### 1. Oiseaux

La synthèse *Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune - Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015* (LPO France, 2017) évoque un nombre allant de 6,6 à 7,2 oiseaux tués par éolienne et par an (calculée sur 8 parcs aux protocoles comparables, et en prenant en compte les oiseaux projetés potentiellement au-delà de 50 m). Au Canada, une étude estime que la mortalité imputable aux éoliennes est de l'ordre de 4,71 oiseaux par éolienne (Canada Bird Studies, 2016 in LPO France, 2017).

Le taux de mortalité estimé pour le parc de Beuzec-Cap-Sizun (entre 1 et 3 cadavres d'oiseaux pour l'ensemble du suivi) est inférieur aux moyennes canadiennes et françaises des documents précédemment cités.

## V.2. Résultats du suivi d'activité chiroptérologique

### V.2.1. Richesse spécifique et abondance sur la zone d'étude

Cinq espèces au minimum ont été contactées lors du suivi, pour un total de 656 contacts.

tableau 7 : nombre de contacts par espèce enregistrés en altitude

Espèces	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total	Pourcentage d'activité
Sérotine commune			7	112	9	9	1		138	21,04%
Noctule de Leisler	6	5	2	36	7	28	4		88	13,41%
Groupe des noctules et sérotines			6	5					11	1,68%
Pipistrelle de Kuhl		68	12	7	32	4			123	18,75%
Pipistrelle de Nathusius		14	13	1	5	2	1		36	5,49%
Pipistrelle commune	5	108	53	27	51	10	6		260	39,63%
<b>Nombre de contacts enregistrés</b>	<b>11</b>	<b>195</b>	<b>93</b>	<b>188</b>	<b>104</b>	<b>53</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>656</b>	<b>100,00%</b>
<b>Nombre de jours d'enregistrement</b>	<b>10</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>8</b>	<b>180</b>	
<b>Nombre de contacts moyen par nuit</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	

La Pipistrelle commune est l'espèce la plus abondante en altitude avec 40 % de part d'activité globale. Elle est suivie par la Sérotine commune et la Pipistrelle de Kuhl qui comptabilisent respectivement 21 % et 19 % des contacts. La Noctule de Leisler est la quatrième espèce la plus contactée avec 13 % de part d'activité, puis la Pipistrelle de Nathusius (5 %). Un peu moins de 2 % des contacts n'ont pas pu être attribués avec certitude à une espèce et ont donc été classés dans le groupe des noctules et sérotines.

## V.2.2. Statuts de conservation des espèces

Parmi les espèces contactées, quatre sont classées comme « Quasi-menacées » sur les listes rouges régionale et/ou nationale : la Sérotine commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune. La Pipistrelle de Kuhl est de « préoccupation mineure ».

tableau 8 : Statuts de conservation des espèces

Nom vernaculaire	Directive "Habitats"	PN	LRE (2007)	LRF(2017)	LRR (2015)
Sérotine commune	An. IV	Art. 2	LC	NT	LC
Noctule de Leisler	An. IV	Art. 2	LC	NT	NT
Pipistrelle de Kuhl	An. IV	Art. 2	LC	LC	LC
Pipistrelle de Nathusius	An. IV	Art. 2	LC	NT	NT
Pipistrelle commune	An. IV	Art. 2	LC	NT	LC

Légende :

PN : Art. 2. Article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

LRE, LRF, LRR : listes rouges Europe, France, région. RE : Disparue au niveau régional ; CR : En danger critique ; EN : En danger ; VU : Vulnérable ; NT : Quasi menacée ; LC : Préoccupation mineure ; DD : Données Insuffisantes ; NA : Non applicable ; NE : Non évaluée  
EEE UE : Espèces exotiques envahissantes préoccupantes dans l'Union européenne

## V.2.3. Phénologie de l'activité

La figure suivante présente l'évolution de l'activité chiroptérologique par mois, exprimée en fonction du nombre de contacts enregistrés.

Le principal pic d'activité a lieu au mois de mai, avec 195 contacts enregistrés dans la nuit du 14 mai. Deux autres pics sont visibles, l'un dans la nuit du 13 juillet l'autre dans la nuit du 31 août. Ainsi, les variations d'activité chiroptérologique semblent être davantage liée à l'abondance ponctuelle de ressources trophiques en altitude qu'à de véritables phénomènes saisonniers comme le transit migratoire ou la période de reproduction.

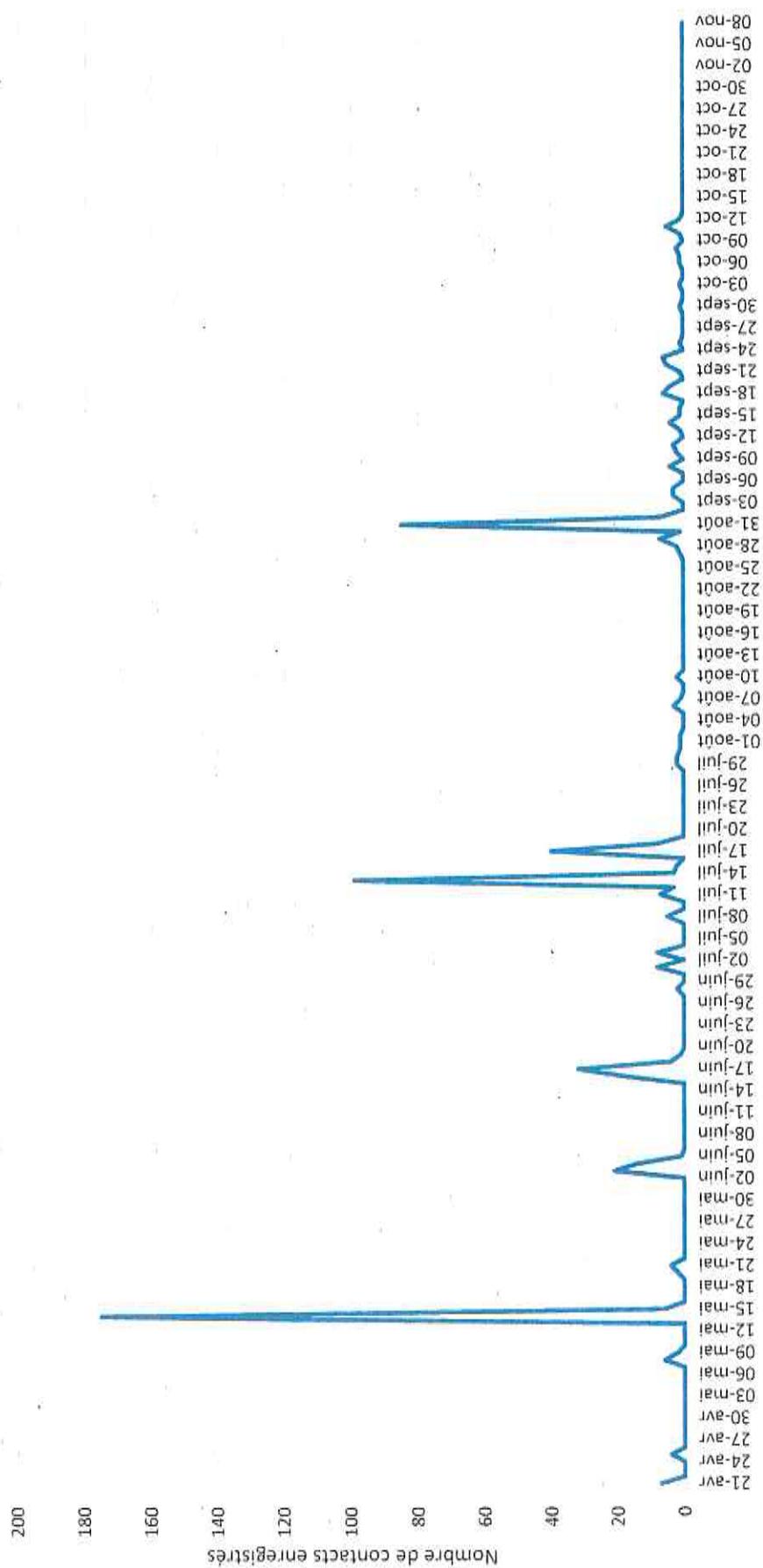


figure 4 : Évolution de l'activité par mois en altitude

## V.2.4. Activité horaire

La durée du jour et de la nuit variant annuellement, modifiant ainsi l'heure de début d'activité journalière des chauves-souris au cours de leur cycle biologique, il semble nécessaire de convertir les heures réelles de contacts en « heures après le coucher du soleil » afin d'obtenir des résultats cohérents et comparables entre eux. Cette conversion a été réalisée à l'aide d'une éphéméride (<http://ptaff.ca/soleil/>).

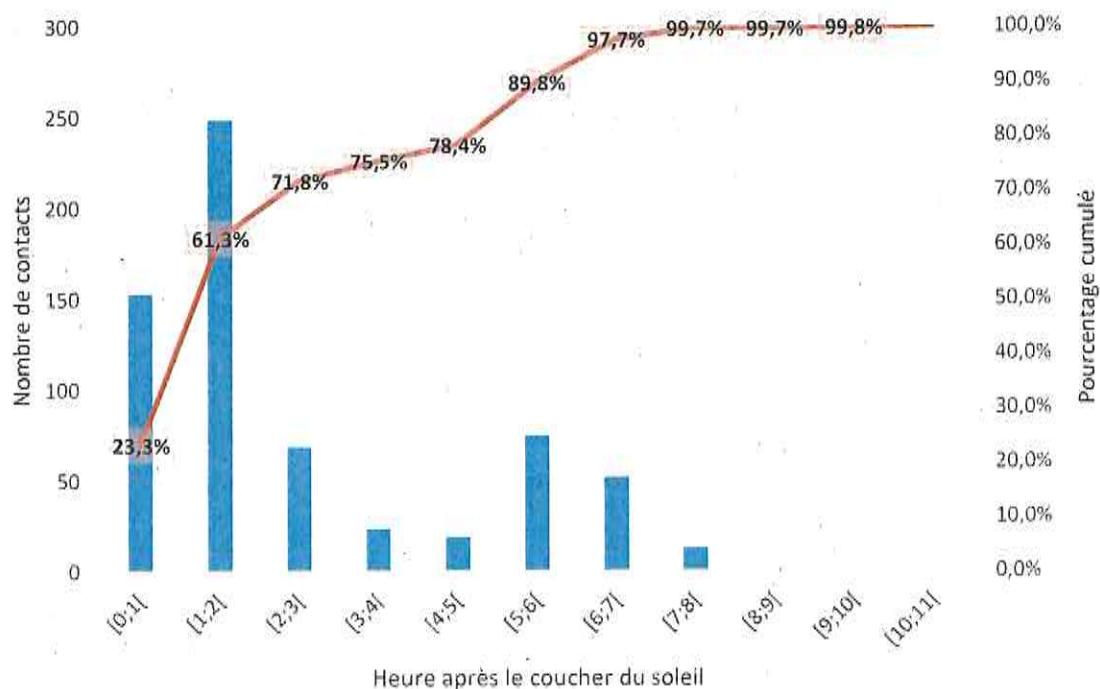


figure 5 : Activité horaire des chiroptères en altitude

L'activité des chiroptères se déroule à près de 90 % entre la cinquième et la sixième heure après le coucher du soleil. Elle est maximale au bout d'une heure après le coucher du soleil, qui correspond à la période de sortie de gîte et à de la chasse. Un second pic d'activité a lieu au bout de la cinquième heure après le coucher du soleil, correspondant au retour en gîte en fin de nuit en période estivale. Après le deuxième pic d'activité, plus de 97 % de l'activité est effectuée.

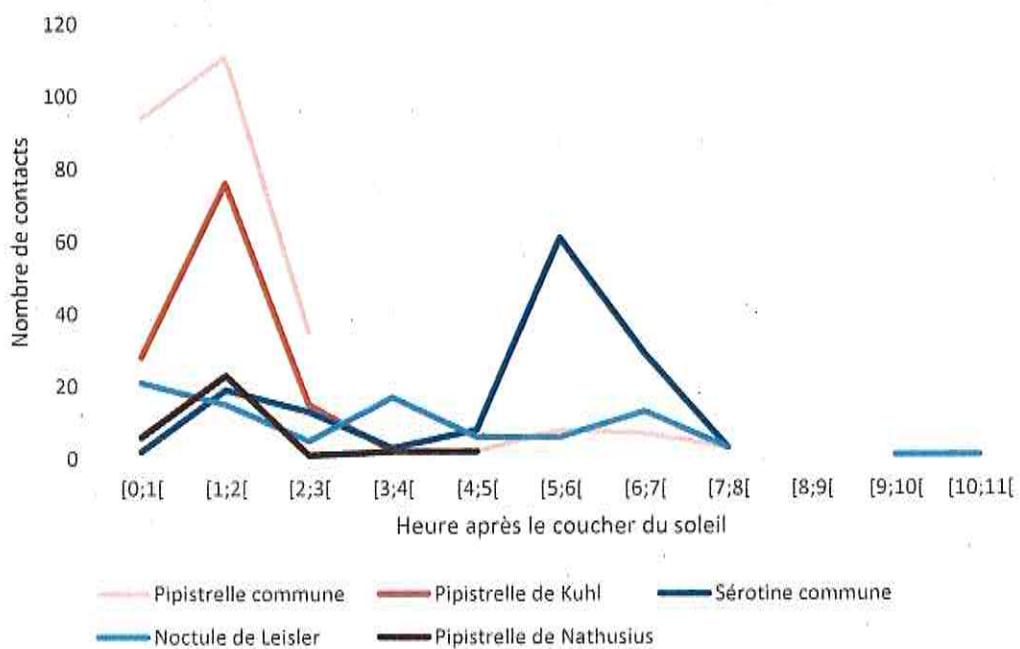


figure 6 : Activité horaire, toutes saisons confondues, pour les cinq espèces contactées en altitude

Les trois espèces de pipistrelles sont plus actives au bout d'une heure après le coucher du soleil. Leur activité décroît ensuite de manière importante, un léger pic est visible au bout de la cinquième heure après le coucher du soleil pour la Pipistrelle commune. C'est l'inverse pour la Sérotine commune : son activité est faible en début de nuit, maximale au bout de la cinquième heure après le coucher du soleil. Enfin, pour la Noctule de Leisler l'activité est maximale dès le coucher du soleil ; elle varie ensuite au cours de la nuit avec quelques pics secondaires visibles puis elle diminue ensuite au bout de la septième heure après le coucher du soleil.

A noter que quelle que soit l'espèce contactée en altitude, aucune n'est présente de manière continue tout au long de la nuit.

## V.2.5. Corrélation de l'activité avec les vitesses de vent et les températures

tableau 9 : Nombre de contacts par mois et par vitesse de vent

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Nombre de contacts	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1 m.s <sup>-1</sup>						5	4	9	1,4%	1,4%
2 m.s <sup>-1</sup>					76	3	1	80	12,2%	13,6%
3 m.s <sup>-1</sup>	4	1	15		9	12	5	46	7,0%	20,6%
4 m.s <sup>-1</sup>	5	189	49	139		6	2	390	59,5%	80,0%
5 m.s <sup>-1</sup>	2	3	18	43	5	2		73	11,1%	91,2%
6 m.s <sup>-1</sup>		2	10	5	10	15		42	6,4%	97,6%
7 m.s <sup>-1</sup>			1	4		10		15	2,3%	99,8%
8 m.s <sup>-1</sup>				1				1	0,2%	100,0%
Total	11	195	93	188	104	53	12	656	100,0%	

L'activité des chiroptères est maximale pour une vitesse de vent de 4 m.s<sup>-1</sup>. Plus de 90 % de l'activité a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures ou égales à 5 m.s<sup>-1</sup>. Ces vitesses de vent moyennes semblent donc être optimales pour l'activité des chiroptères.

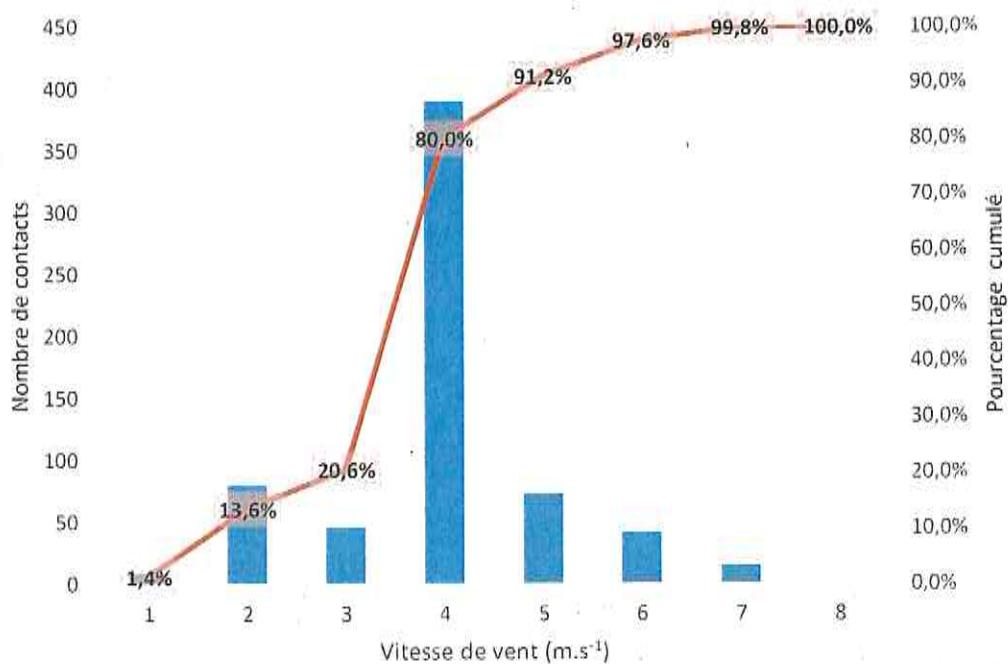


figure 7 : Évolution de l'activité en fonction de la vitesse de vent

tableau 10 : Nombre de contacts par mois et par température

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Nombre de contacts	Pourcentage	Pourcentage cumulé
28°C				5				5	0,8%	0,76%
27°C				37				37	5,6%	6,40%
24°C				7				7	1,1%	7,47%
23°C			20	5				25	3,8%	11,28%
22°C			13	2				15	2,3%	13,57%
21°C			13	65		3		81	12,3%	25,91%
20°C				11	1			12	1,8%	27,74%
19°C				27	73	1		101	15,4%	43,14%
18°C					18	8		26	4,0%	47,10%
17°C	6	5	3	4	8			26	4,0%	51,07%
16°C			5	5	1	6		17	2,6%	53,66%
15°C	35	14	7	5	16	1	1	78	11,9%	65,55%
14°C	2	23	8		2	3	38		5,8%	71,34%
13°C	6		8		9	7	30		4,6%	75,91%
12°C	7	146					1	154	23,5%	99,39%
11°C	4							4	0,6%	100,00%
Total	11	195	93	188	104	53	12	656		

La corrélation entre activité chiroptérologique et températures est moins nette : plusieurs pics d'activité sont visibles pour des températures de 27°C, 21°C, 19°C et 15°C. Cependant, c'est lorsque la température est égale à 12°C que l'activité chiroptérologique est maximale avec 23% de part d'activité enregistrée. 50 % de l'activité chiroptérologique a été enregistrée pour des températures supérieures à 17°C.

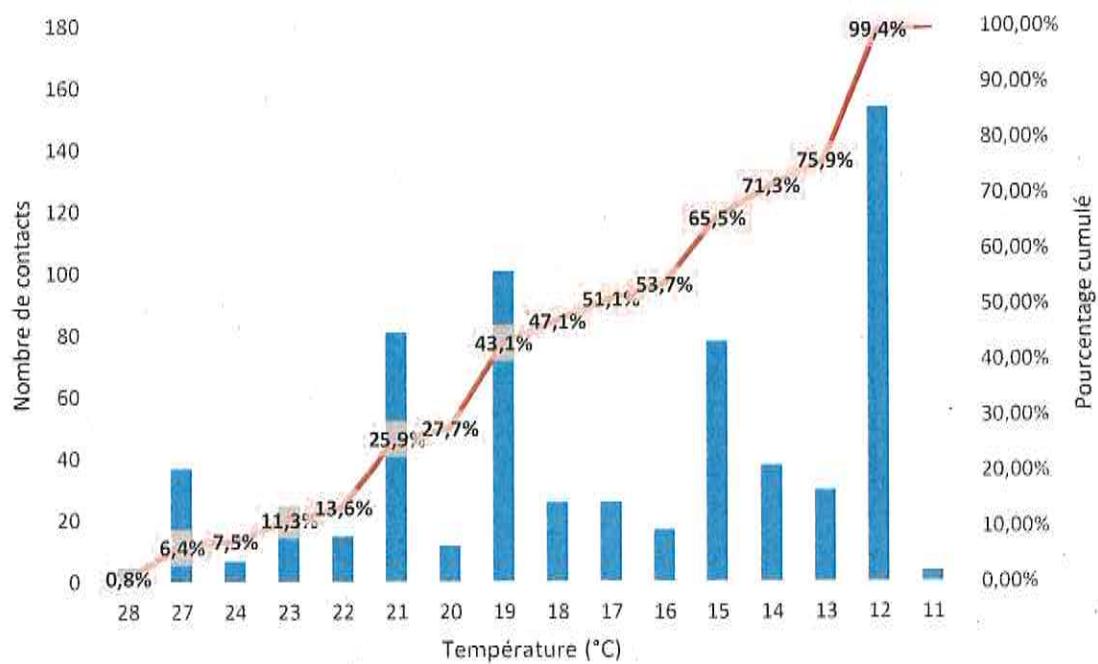


figure 8 : Évolution de l'activité en fonction de la température





## VI. Conclusion

### VI.1. Suivi de mortalité

Le suivi mis en place entre avril et octobre 2022 a permis de recenser un cadavre d'oiseau. Cela a permis d'estimer la mortalité réelle entre 1 et 3 oiseaux. Le cadavre identifié, celui d'un Roitelet à triple bandeau, est celui d'une espèce fréquemment victime des éoliennes, représentant l'espèce la plus impactée en France.

Les taux de mortalité estimés sur le parc de Beuzec-Cap-Sizun se basent uniquement sur les oiseaux, étant donné qu'aucun cadavre de chauve-souris n'a été découvert au cours du suivi. Cette estimation reste bien inférieure à la moyenne et ne semble pas remettre en cause le cycle biologique des espèces identifiées.

Ces résultats démontrent que le parc éolien de Beuzec-Cap-Sizun présente une mortalité relativement faible.

### VI.2. Suivi d'activité chiroptérologique en altitude

Avec seulement 656 contacts enregistrés au cours du suivi, l'activité des chiroptères en altitude semble faible. La composition du cortège d'espèces de chiroptères identifiées lors des enregistrements en continu en nacelle apparaît dominée par la Pipistrelle commune, la Sérotine commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule commune.

Le principal pic d'activité a lieu au mois de mai, avec 195 contacts enregistrés dans la nuit du 14 mai. Deux autres pics sont visibles, l'un dans la nuit du 13 juillet l'autre dans la nuit du 31 août. Ainsi, les variations d'activité chiroptérologique semblent être davantage liée à l'abondance ponctuelle de ressources trophiques en altitude qu'à de véritables phénomènes saisonniers comme le transit migratoire ou la période de reproduction.

L'activité des chiroptères se déroule à près de 90 % entre la cinquième et la sixième heure après le coucher du soleil. Elle est maximale au bout d'une heure après le coucher du soleil, qui correspond à la période de sortie de gîte et à de la chasse. Un second pic d'activité a lieu au bout de la cinquième heure après le coucher du soleil, correspondant au retour en gîte en fin de nuit en période estivale. Après le deuxième pic d'activité, plus de 97 % de l'activité est effectuée.

En ce qui concerne les corrélations de l'activité chiroptérologique avec la vitesse de vent, les résultats de 2022 montrent que l'activité des chiroptères est maximale pour une vitesse de vent de 4 m.s<sup>-1</sup> et que plus de 90 % de l'activité a été enregistrée à des vitesses de vent inférieures ou égales à 5 m.s<sup>-1</sup>. La corrélation entre activité chiroptérologique et températures est moins nette : plusieurs pics d'activité sont visibles pour des températures de 27°C, 21°C, 19°C et 15°C. Cependant, c'est lorsque la température est égale à 12°C que l'activité chiroptérologique est maximale avec 23% de part d'activité enregistrée. 50 % de l'activité chiroptérologique a été enregistrée pour des températures supérieures à 17°C.

### VI.3. Recommandations dans le cadre du repowering

Au vu des résultats du suivi de mortalité et du suivi d'activité des chiroptères en altitude, un bridage est proposé pour l'éolienne du projet de repowering du parc éolien de Beuzec Cap-Sizun, qui conservera un gabarit similaire à l'éolienne existante.

Les caractéristiques proposées dans ce plan de bridage reposent sur la bibliographie et sur les données récoltées lors de cette étude. Les valeurs seuil choisies, en particulier concernant la vitesse de vent et le niveau des températures, se veulent être le meilleur compromis entre la diminution du risque de mortalité des chauves-souris et la minimisation des pertes économiques induites par le bridage des éoliennes.

Ainsi, il est recommandé d'arrêter l'éolienne du projet de repowering du parc de Beuzec Cap-Sizun selon les conditions cumulées de manière suivante :

- Du 1<sup>er</sup> mai au 30 septembre ;
- D'une demi-heure avant le coucher du soleil jusqu'à 7 heures après ;
- Pour une température supérieure à 12°C à hauteur de nacelle ;
- Pour une vitesse de vent à hauteur de nacelle inférieure à 6 m/s ;
- En l'absence de précipitations.

Cette mesure, conçue pour les chiroptères, est également favorable à l'avifaune, notamment aux rapaces nocturnes ou encore aux passereaux migrant de nuit.



## VII. Bibliographie

- Besnard & Bernard. (2017). Deux applications web en libre accès pour calibrer et évaluer la pertinence des suivis de mortalités sous les éoliennes. Actes du Séminaire Eolien et Biodiversité, 33-35. [https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/besnard-a\\_seb2017\\_.pdf](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/besnard-a_seb2017_.pdf)
- Byrne, S. (1983). Bird movements and collision mortality at a large horizontal axis wind turbine. *Wildlife professional*, 76-83.
- Dürr, T. (2022a). Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe—Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkte/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>
- Dürr, T. (2022b). Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe—Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitsschwerpunkte/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/>
- Erickson, W., Strickland, D., Johnson, G., & Kern, W. (1998). Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants. National Avian, Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, 172-182.
- Huso, M. M. P. (2011). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22, 318-329.
- Jones, G., Cooper-Bohannon, R., Barlow, K., & Parsons, K. (2009). Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain. Scoping and Method Development Report., Bat conservation Trust, 150 pp.
- LPO France. (2017). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune—Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. [https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien\\_lpo\\_2017.pdf](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien_lpo_2017.pdf)
- MTES. (2018). Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres—Révision 2018 (p. 20). Ministère de la transition écologique et solidaire. [https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/protocole\\_de\\_suivi\\_revision\\_2018.pdf](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/protocole_de_suivi_revision_2018.pdf)
- Perrin, C. (2019). Étude des comportements des rapaces face aux parcs éoliens dans plusieurs départements de France (p. 113) [Mémoire]. Université Toulouse Jean Jaurès. [http://dante.univ-tlse2.fr/8795/1/CI%C3%A9lia.Perrin\\_master2.pdf](http://dante.univ-tlse2.fr/8795/1/CI%C3%A9lia.Perrin_master2.pdf)



## VIII. Annexes

### Annexe 1 : Fiche de suivi de mortalité pour l'avifaune (MTES, 2015)

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE OISEAUX				
<b>Nom du parc éolien :</b>				
<b>Point n°</b>	<b>Date :</b>	<b>Heure :</b>	<b>Nom du découvreur :</b>	
<b>Localisation :</b>				
Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte				
Latitude :				
Longitude :				
Numéro de l'éolienne la plus proche :				
Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) :				
Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche :				
Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur)				
<b>N° de photos :</b>				
<b>Description et identification :</b>				
Taille de l'oiseau (ailes déployées) :				
Particularités (couleur, forme quelconque) :				
Identification (famille, espèce si possible) :				
<b>Etat de l'individu :</b>				
<input type="checkbox"/> Vivant (blessé)		<input type="checkbox"/> Mort		<input type="checkbox"/> Fragment
<b>Etat du cadavre :</b>				
<input type="checkbox"/> Frais		<input type="checkbox"/> Avancé		<input type="checkbox"/> Décomposé
<input type="checkbox"/> Sec				
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, avec tour...):</b>				
<b>COMMENTAIRES :</b>				

## Annexe 2 : Fiche de suivi de mortalité pour les chiroptères (MTES, 2015)

FICHE DE TERRAIN STANDARDISEE – MORTALITE CHAUVES-SOURIS			
<b>Nom du parc éolien :</b>			
Point n°	Date :	Heure :	Nom du découvreur :
<b>Localisation :</b> Coordonnées GPS (en WGS 84) + indication sur carte Latitude : Longitude : Numéro de l'éolienne la plus proche : Distance au mât de l'éolienne la plus proche (en m) : Orientation par rapport à l'éolienne la plus proche : Couverture végétale au niveau de la découverte (type, hauteur) :			
<b>N° de photos :</b> <b>Description et identification :</b> Taille de la chauve-souris (ailes déployées) :  Particularités (couleur, forme quelconque) :  Identification (famille, espèce si possible) :			
<b>Etat de l'individu :</b> <input type="checkbox"/> Vivant (blessé) <input type="checkbox"/> Mort <input type="checkbox"/> Fragment <input type="checkbox"/> Blessure apparente <input type="checkbox"/> Sans blessure visible			
<b>Etat du cadavre :</b> <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
<b>Cause présumée de la mort (collision avec pale, barotraumatisme...):</b>			
<b>COMMENTAIRES :</b>			

